



ROSTLINNÁ VÝROBA

ZEMĚDĚLSKÁ MIKROBIOLOGIE

11

ROČNÍK 25 (LII)
PRAHA
LISTOPAD 1979
CENA 18 Kčs
ROYYAM 25(9)
891 — 1002
1091 — 1202

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA**Rídí redakční rada**

Prof. ing. František Hron, CSc. (předseda), ing. Jiří Apltaufer, CSc., ing. Ivo Bareš, CSc., doc. ing. Mikuláš Derco, CSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. dr. ing. Ladislav Hruška, DrSc., prof. ing. Antonín Klesnil, CSc., ing. Josef Kopřiva, CSc., prof. ing. Anton Kováčik, DrSc., ing. Jaroslav Lekeš, DrSc., ing. František Mráz, CSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, CSc., prof. ing. Václav Rybáček, CSc., doc. ing. Vladimír Segefa, CSc., ing. Luboš Schmid, CSc., ing. Josef Slepíčka, CSc., ing. Miron Suškevič, CSc., doc. ing. Ján Švihra, CSc., ing. Juraj Uhliar, CSc., doc. ing. František Vlček, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. František Hron, CSc.

Redaktorka RNDr. Eva Stříbrná

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1979

■
Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu z oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7. Telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 216,—.

■
Научный журнал ROSTLINNÁ VÝROBA публикует обзоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области растениеводства. Издает Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

■
The scientific journal ROSTLINNÁ VÝROBA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the plant production. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Prague 2, Slezská 7.

■
Die wissenschaftliche Zeitschrift ROSTLINNÁ VÝROBA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der pflanzlichen Produktion. Herausgegeben von Institut für wissenschaftlich-technische Information der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Praha 2, Slezská 7.

■
Le journal scientifique ROSTLINNÁ VÝROBA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de production végétale. Publié par l'Institut des Informations Scientifiques et Techniques pour l'agriculture. Publié chaque mois. Rédaction 120 56 Prague 2, Slezská 7.

Je v povaze lidí usilovat o poznání věcí dosud nepoznaných. Člověk se stal člověkem, tj. vyčlenil se jako samostatná biologická kategorie v rámci živočišné říše proto, že usiloval a systematicky usiluje poznat nové věci, nové vztahy, nová řešení. Každý z nás má v sobě touhu objevit něco, co ještě není známo, něco, co přispěje k lidské kultuře, bohatství a štěstí. Nikoli každý z nás má k tomu stejné předpoklady a stejné podmínky.

Prof. ing. dr. Václav Káš, DrSc., člen-korespondent ČSAV, laureát státní ceny Klementa Gottwalda, nositel řady dalších významných hodností a vyznamenání, měl všechny předpoklady stát se mimořádně významnou osobností v biologických a zemědělských vědách i v pedagogickém procesu, získal dobré vzdělání, měl neobyčejnou píli a houževnatost, byl nadán tvůrčí fantazií a byl uznáván a podporován společenským řádem, který podporuje vše nové, objevné a progresivní; v neposlední řadě si vybral za své životní povolání obor, který v době, kdy začínal svou vědeckou práci, byl považován za okrajový, ale postupně nabýval na důležitosti a jeho důležitost pravděpodobně ještě dále poroste.

Nyní, kdy vzpomínáme na nedožitě, ale již prošlé, 80. narozeniny prof. Káše, uvažujeme o tom, proč a čím se stal právě tím, čím byl — učencem a přítelem, pedagogem a rádcem, oponentem a pomocníkem. Byly to nepochybně: nadání, erudice, intuice pro perspektivní problémy, smysl pro netradiční způsoby řešení a netradiční metody, vášnivá snaha o objektivitu a přesnost, úsilí o společenskou prospěšnost vědecké práce.

Rozsah i hloubka vědecké práce prof. Káše se vymyká běžným dimenzím. Káš se nejen zabýval, ale přinesl zásadní poznatky a kritéria hodnocení v řadě aspektů půdní biologie. Je obtížné je všechny vypočítat, nejvýznamnější z nich jsou asi tyto:

Prof. Káš poprvé upozornil a do značné míry propracoval efekt ekologických faktorů nejen na složení půdní mikroflóry, ale i na její aktivitu. Vlivy rozdílné teploty a vlhkosti půdy na intenzitu a orientaci mikrobiálních pochodů v půdě a zejména periodicitu těchto efektů byla Kášem prozkoumána do té míry, že současný výzkum jeho poznatky přebírá bez jakýchkoliv výhrad a pochybností.

Obdobně Kášovy práce o střídání plodin, „půdní únavě“, specifickém efektu jednotlivých plodin na půdní organismy a jejich zpětný efekt na půdní úrodnost se staly základním vkladem do výzkumu v této oblasti.

Nejvýrazněji zasáhl prof. Káš do výzkumu přeměn organických látek v půdě. Svými studiemi vytvořil základní metodické nástroje pro další výzkumy a vytyčil i jejich směr. Sám při tom obohatil vědecké poznání o řadu faktů, které jsou platné dodnes. Byl to Káš, který dal výzkumu humusu a přeměn organické hmoty agronomickou náplň a přivedl tím ryze teoretická bádání do úrovně praktické využitelnosti aniž by tím byla dotčena vědecká úroveň tohoto výzkumu.

Prof. Káš byl jeden z prvních, kteří poznali mimořádně velký vliv půdních jílů na mikrobiální pochody v půdě a položil základy tohoto výzkumu v ČSSR.

Prof. Káš zasáhl do řady dalších odvětví půdní a obecné mikrobiologie: symbiotické a nesymbiotické fixace elementárního dusíku, zákonitostí rozmnožování mikroorganismů, růstu mikrobů v čistých a symbiotických kulturách, vztahů mezi počtem mikrobů a prostorem, diferenciálních podmínek virulence a aktivity některých mikrobů, hranic mezi symbiózou a parazitismem a řady dalších.

Prof. Káš byl mimořádně kritický, především sám k sobě. Proto všechny jeho publikace byly několikrát prověřovány, a proto mají dlouhodobou platnost. Naopak byl velmi tolerantní zejména k mladým začínajícím pracovníkům, byl jim vždy ochotným a upřímným rádcem a pomocníkem.

Pro to všechno se celá generace československých půdních mikrobiologů hlásí k dílu prof. Káše a považuje se za jeho žáky. V úctě a s vděčností vzpomínáme na prof. Káše, jaký byl jako vědec, jako učitel i jako člověk. Bylo mnoho těch, kteří chtěli přispět svým sdělením do tohoto svazku, který je určen k tomu, aby ukázal rozvoj čs. půdní mikrobiologie ovlivněné prof. Kášem, ale rozsah tohoto vědeckého časopisu neumožňuje, aby všechny příspěvky mohly být zařazeny. Proto byly vybrány jen některé, zejména takové, které obsahově nebo metodicky navazují na nejdůležitější Kášovy vědecké práce.

Doc. dr. ing. Bohumír Novák, DrSc.,

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně

Bibliografie

Prof. dr. ing. Václava Káše, DrSc.

- Influence favorable du sélénium sur quelques moisissures provenant de l'industrie fromagère. *Compt. Rend. Acad. Sci.*, 171, 1920 (s. A. Němcem).
- Über den Einfluss des Selens auf die Entwicklung einiger Schimmelpilze aus der Gattung *Penicillium*. *Biochem. Zeitschr.*, 114, 1921, s. 12-22 (s. A. Němcem).
- Rostlina vynálezem. *Čsl. Zemědělec*, 1922, č. 193 a 194, s. 1-11.
- Poutání vzdušného dusíku. *Čsl. zemědělec*, 1923, č. 9 a 13, s. 1-24.
- Studie o fyziologickém významu titanu pro organismus rostlinný. *Zeměděl. archiv*, XIV, 1923, č. 3-4, s. 1-17 (s. A. Němcem).
- Studien über die physiologische Bedeutung des Titans im Pflanzenorganismus. *Biochem. Zeitschr.*, 140, 1923, č. 4-6, s. 583-590 (s. A. Němcem).
- Biologická činnost v přírodě a v laboratoři. *Zeměděl. Archiv*, XV, 1924, č. 9-10.
- Methoden zur biochemischen Untersuchung des Bodens. *Bakterielle Bodenuntersuchung*. Abderhalden's Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 3, 1924 (s. J. Stoklasou).
- Nepřátelé bakterií. *Vědy přírodní*, VI, 1925, č. 1-2.
- Biochemická studie k otázce hodnocení chlévské mrvy. *Zeměděl. Archiv*, XVI, 1925, č. 1-2, s. 1-28, (s. A. Němcem).
- Příspěvek k vysvětlení fyziologicky různého chování půdy vlhké, vyschlé a několikrát vysoušené. *Sborník ČAZ*, ř. A, I, 1926, č. 1, s. 89-153.
- Plísň - škůdci suchého tabáku. *Ochrana rostlin*, VI, 1926, č. 3, s. 15-58.
- Částečná sterilizace půdy. *Vědy přírodní*, VII, 1926, č. 2-3, s. 61-65.
- K vývojovému cyklu hlízkových bakterií. *Sborník ČAZ*, ř. A, II, 1927, č. 4, s. 673-692.
- Přeměna plísni v kvasinky. *Mykologia*, IV, 1927, č. 9-10.
- Jest možno nahradit chlévskou mrvu přirozenou mrvou umělou? Časové otázky zemědělské, ČAZ, 1928, č. 11.
- Příspěvek k metodice studia poměrů v rhizosféře různých plodin. *Věstník ČAZ*, V, 1929, č. 9, s. 1-5.
- Příspěvek k otázce pohlavního rozmnožování bakterií. *Mykologia*, VI, 1929, č. 7-8.
- K otázce příbuznosti hlízkových bakterií. *Infekční typ u hlízek soji*. *Věstník ČAZ*, VI, 1930, č. 10, s. 1073-1078.
- Nové úkoly půdní mikrobiologie. *Věstník ČAZ*, VI, 1930, č. 1.
- Mikrobiologické praktikum. *Sborník VÚZ*, sv. 87, 1932, 34 s.
- Vymezení pojmu a rozdělení bakteriologie zemědělské. *Věstník ČAZ*, VIII, 1932, č. 6-7, s. 643-648.
- Půdoznalecká mapa pozemků státní výzkumné stanice zemědělské v Jičíně. *Sborník VÚZ*, sv. 90, 1932, s. 1-66 (s. J. Spirhanzlem).
- Půdní poměry katastrálního území Újezd u Litomyšle. Část II. Mikrobiologické poměry v půdách dolnoújezdských. *Sborník VÚZ*, sv. 98, 1933 s. 1-92 (s. J. Spirhanzlem).
- Mikrobiologické způsoby zkoušení půd. *Spisy Svazu VÚZ v Praze*, 1934, č. 44.
- Půdotvorný proces u pleistocenních hlin z okolí Hořic v Podkrkonoší a jeho zemědělský význam. *Věstník ČAZ*, X, 1934, č. 10, s. 713-727 (s. J. Spirhanzlem).
- Mikrobiologické profily půdních typů v oblasti Dětenice u Libáně v Č. *Sborník ČAZ*, X, 1935, č. 3, s. 291-302.
- Mikrobiologický průzkum půdy. Příručka metodiky rostlinné sociologie a ekologie. *Sborník VÚZ*, sv. 125, 1935.
- Lesní poláření ve světle mikrobiologického průzkumu. *Sborník ČAZ*, XI, 1936, č. 3, s. 311-319 (se S. Najmrem).
- Vznik a vývoj půd na různých matečných horninách a jejich zemědělské zhodnocení. *Sborník VÚZ*, sv. 135, 1935 (s. V. Gösslem, S. Najmrem a J. Spirhanzlem).
- Studie o primárních půdách žulových z okolí Nové Role u Karlových Varů. *Sborník ČAZ*, X, 1935, č. 3 (se S. Najmrem).
- Lesní poláření ve světle mikrobiologického průzkumu. *Sborník ČAZ*, XI, 1936, č. 4, s. 374-383.
- Agronomicko-pedologická studie o půdách vytvořených na třetihorních uloženinách jihočeských. *Sborník VÚZ*, sv. 147, 1936; vydáno též v edici *Archiv pro přírodovědecký výzkum Čech*, díl XIX, č. 2 (117), 1936 (s. J. Spirhanzlem).

- Agronomicko-pedologická studie o jihočeských půdách rulových. Sborník VÚZ, sv. 163, 1938; vydáno též v edici Archiv pro přírodovědecký výzkum Čech, díl XX, č. 2 (122), 1938 (s. J. Spirhanzlem).
- Mikrobiologická charakteristika klimatogenetických půdních typů. Sborník ČAZ, XIV, 1939, č. 2, s. 86-100.
- Porovnání půd třetihorních, rulových a žulových z jižních Čech podle mikrobiologického průzkumu. Sborník ČAZ, XIV, 1939, č. 2, s. 120-126.
- Mikrobiologický průzkum půdy. Spisy Svazu VÚZ v Praze, 1939, č. 63, s. 1-62.
- Půda jako zásobitelka rostlin vodou. Zprávy VÚZ, 1940, č. 78 (s V. Gösslem a O. Solnářem).
- Půdy okruhu Libochovice n. O. Sborník VÚZ, sv. 166, 1940 (s J. Marešem).
- Hlavní půdní typy na algonických horninách z okolí Průhonice u Prahy. II. část. Charakteristika mikrobiologická. Sborník ČAZ, XVI, 1941, č. 3, s. 286-292.
- Mikrobiologický průzkum půdy. Praktikum rostlinné sociologie, půdoznalství, klimatologie a ekologie. Vysokoškolské rukověti - řada spisů techn., sv. 2, 1941.
- Výzkum ochranné oblasti Velké hory u Karlštejna. Mikrobiologická charakteristika půd. Sborník České akademie tech., XVI, 1942, č. 8, s. 659-675.
- Kdy je a kdy není vhodná hluboká orba. Čes. rolník, I, 1943 s. 129-130.
- České křídové slinovatky. Část IV. Mikrobiologické poměry. Sborník ČAZ, XVIII, 1943, č. 2, s. 167-172.
- Kompost, jako náhrada chlévské mrvy. Zem. pokrok, XII, 1945, s. 161-162.
- Nejdůležitější ze zemědělských mikrobů. Chvilky v přírodě. Vesmír, 1945, s. 140-141.
- Odborná anketa ČAZ o ochraně přírody z hlediska zemědělského plánování. Věstník ČAZ, XX, 1946, č. 8-9, s. 456-462.
- Důležité úkoly půdní mikrobiologie. Část I. Věstník ČAZ, XX, 1946, č. 5-6, s. 275-284.
- Krvácení révy vinné. Sborník ČAZ, XIX, 1946, č. 1-3, s. 268-272 (s J. Hanouskem).
- Příspěvek k biologii našich viničných půd. Sborník ČAZ, XIX, 1946, č. 1-3, s. 205-212 (s R. Platonovou).
- Důležité úkoly půdní mikrobiologie. Část II. Věstník ČAZ, XXI, 1947, č. 1-2, s. 12-28.
- Biologická stránka zpracování půdy a její struktury. Věstník ČAZ, XXI, 1947, č. 10, s. 488-502.
- Vzájemné vztahy mikrobů mezi sebou a k rostlinám. Část I. Věstník ČAZ, XXI, 1947, č. 8-9, s. 275-296.
- Vzájemné vztahy mikrobů mezi sebou a k rostlinám. Část II. Věstník ČAZ, XXI, 1947, č. 10, s. 392-398.
- Mikrobiologické metody v hodnocení kompostů. Sborník ČAZ, XX, 1947, č. 2, s. 300-311.
- Nové směry v hodnocení kompostů. Zem. rok, II, 1947, č. 5, s. 19-22.
- Nezapomeňte letos na komposty. Zem. rok, II, 1947, č. 11, s. 11-12.
- Obohacují motýlokvěté rostliny půdu dusíkem? Čs. zahrádkář, II, 1947, s. 50-52.
- Zapřáhnete i bakterie do dvouletky. Zem. rádce, 1947, s. 57-58.
- Mikrobi v půdě. Zem. rádce, 1947, s. 140-141.
- Mikrobi v půdě. Zem. rádce, 1947, s. 149-150.
- Seznámení s půdními mikrobi. Zem. rádce, 1947, s. 154-155.
- Příznivý účinek letošního sucha. Zem. rádce, 1947, s. 161-162.
- Seznámení s půdními mikrobi. Zem. rádce, 1947, s. 163-164.
- Ochrana přírody z hlediska zemědělského plánování. Soubor přednášek a referátů z vědecké ankety ČAZ. Ed. V. Káš. Praha, ČSAZ, s. 1-86 (Časové otázky zemědělské, č. 75), 1947.
- Agronomicko-pedologická studie o českých křídových slinovatkách. Sborník VÚZ, sv. 174, 1947 (s V. Gösslem, S. Najmrem, a J. Spirhanzlem).
- Příspěvek k metodice stanovení Amylobaktera v půdě. Sborník ČAZ, XX, 1947, č. 3, s. 333-339 (s V. Kratochvílem).
- Vliv nového čs. plného hnojiva koncentrovaného na biologickou složku půdy. Sborník ČAZ, XXI, 1948, s. 199-205.
- Issledovatel'skoje delo v ČSSR. Praha Integra, sv. 2, 1948, s. 3-22.
- Mikrobiologie lesních půd. In: B. MAŘAN, V. KÁŠ: Biologie lesa, Praha, Melantrich, 1948, s. 489-576.
- Nové směry v klasifikaci mikrobů. Věstník ČAZ, XXIII, 1949, s. 56-58.

- Nejvhodnější způsob přípravy statkových hnojiv (chlévské mrvy a kompostů) se zřetelem na tvorbu trvalého, dobrého humusu v půdách rozličného charakteru. VI. sjezd čs. mikrobiologů v Praze, 1950.
- Výzkumy k otázce zastoupení a významu mikrobů poutajících vzdušný dusík v našich půdách. VI. sjezd čs. mikrobiologů v Praze, 1950.
- Příspěvek k odstraňování tzv. únavy půdy na vinicích. VI. sjezd čs. mikrobiologů v Praze, 1950.
- Statková hnojiva v travoplní soustavě. In: Travoplní soustava ve světle mičurinské agrobiologie. Praha, Brázda, 1950.
- Zacházení s chlévskou mrvou ve společných stájích. Věstník ČAZ, XXV, 1951, č. 3-4, s. 153-159.
- P. A. Kostyčev, zakladatel půdní mikrobiologie. Věstník ČAZ, XXV, 1951, č. 11-12, s. 584-587.
- Zelené hnojení – podkultura ve vinicích. Vinařský obzor, 1951.
- K otázce přenášení plevelů statkovými hnojivy. Za social. zemědělství, 2, 1952, č. 2, s. 153-159.
- K otázce významu tzv. průvodních bakterií. VII. sjezd čs. mikrobiologů v Brně, 1952.
- Přehled čs. vědecko-výzkumné práce v oboru rostlinné výroby v době od r. 1945. Sborník ČSAZV, XXVI, ř. B, 1953, č. 5-6, s. 78-90.
- Sovětská půdní mikrobiologie v boji za vysoké výnosy. Za social. zemědělství, 3, 1953, č. 3, s. 293-298.
- Úkoly naší půdní mikrobiologie v boji za vysoké výnosy. Čs. Biologie, 2, 1953, č. 4, s. 250-253.
- Pomoc mikrobů v rostlinné a živočišné výrobě. Edice přednášek pro Osvětové besedy, Praha 1953 (s. R. Harnachem).
- Zemědělská mikrobiologie. Praha, SPN, 1953 (s B. Hamplem a s A. Kroulíkem), 225 s.
- Mikrobiologický průzkum půdy. In: J. Klika, V. Novák, A. Gregor: Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství. Praha, ČSAV, 1954, s. 673-741.
- Jak vzniká půda a jak zvyšujeme její úrodnost. Rozhlasová universita, II. lekce. Praha, Orbis, 1954, s. 1-12 (s. V. Novákem).
- Účast mikrobů v tvorbě úrodné půdy a ve výživě rostlin. Rostl. Výroba, 1, 1955, č. 3/4, s. 184-192.
- Biologické pojetí výživy rostlin. Rostl. Výroba, 1, 1955, č. 6, s. 458-468.
- Předběžné výsledky s podkulturou ve vinicích. Rostl. Výroba, 1, 1955, č. 3/4 s. 213-220, (s kolektivem).
- Hospodaření stájovými hnojivy a zvyšování obsahu humusu v našich půdách. Za social. zemědělství, 5, 1955, č. 1, s. 10-22 (s B. Sefránkem).
- Vývoj a činnost azotobakterie ve vztahu ke konkurenční mikroflóře v půdě a v rhizosféře různých plodin. Rostl. Výroba, 1, 1955, č. 1, s. 33-44 (s J. Žákem).
- Celkové hodnocení výsledků mikrobiologického průzkumu půdy z hlediska její úrodnosti. Rostl. Výroba, 2, 1956, č. 9/10, s. 903-904.
- Zur Frage der sogenannten Zegleitbakterien. Mezinárodní kongres půdoznalecký v Paříži – 1956. Za soc. selskochozajst. nauku, ser. A, 1956, č. 3.
- K biologickému pojetí výživy rostlin. Věda a život, 1956, č. 2, s. 76.
- Úloha mikrobů ve výživě rostlin. Věda a život, 1956, č. 3, s. 106.
- Význam zeleného hnojení pro zúrodnování půd. Za socialistické zemědělství, VI, 1956, č. 18, s. 1096-1101.
- Jak zvyšovat obsah humusu v našich půdách. Praha, SZN, 1956, 223 s. (s kolektivem).
- Přenášení plevelů statkovými hnojivy. Za social. zemědělství, VI, 1956, č. 4, s. 204-208.
- O rychlokompostech v teorii a praxi. Za social. zemědělství, VII, 1957, č. 6. 354-357.
- Biologie půdy. In: SMOLÍK, L.: Pedologie Praha, SNTL, 1957, s. 147-205.
- Lesnická mikrobiologie. Praha, SNTL, 1958 (2. vyd.), 254 s. (s. O. Langkramerem).
- Současné úkoly výživy rostlin u nás. Rostl. Výroba, 5, 1959, č. 9, s. 1181-1188.
- Über bodenmikrobiologische Forschungsthemen in der Tschechoslowakei. Zbl. Bakt., II, 112, 1959.
- Tabulky ze zemědělské mikrobiologie. Praha, SPN, 1959, 58 s. (s A. Kroulíkem a O. Langkramerem).
- Živěna půdní (edafon). Praha, ČSAZV – SZN, 1959 285 s. (s V. Novákem a J. Noskem).

- Uchovávání krmiv a jejich konzervace. In: Výživa hospodářských zvířat. Praha, ČSAZV – SZN, 1960.
- Uchovávání krmiv. In: Krmná technika. Praha, SZN, 1960.
- Základy zemědělské mikrobiologie. Praha, SPN, 1960, 380 s. (s A. Kroulíkem).
- Příspěvek k mikrobiálnímu rozkladu oxyhumolitu zv. kapucín. Rostl. Výroba, 7, 1961, č. 6, s. 833-843.
- Obohacování půd humusem. Praha, ČSAZV – SZN, 1961, 203 s., (s kolektivem).
- Komplexní charakteristika tzv. únavy půdy. Sborník agronomické fakulty VŠZ, Praha, 1962, s. 63-68.
- Zemědělská mikrobiologie. Praha, SZN, 1964, 463 s.
- Současné směry v půdní mikrobiologii. Rostl. Výroba, 12, 1966, č. 12, s. 1311-1331.
- Mikroorganismen im Boden. (Die neue Brehm-Bücherei) Wittenberg Lutherstadt, A. Ziemsen Verlag, 1966, 208 s.
- K problematice působení jílových minerálů na biologickou složku půdy. Biologické listy, 34, 1969, č. 1, s. 12-21 (s J. Novákovou, Z. Filipem, K. Kubistou a R. Šišou).
- K mechanismu působení jílových minerálů na biotickou složku půdy. Spomenica uz 70 god. prof. Gračanina, Zagreb, 1971, s. 103-112 (s J. Novákovou, Z. Filipem a R. Šišou).

A. Dubovská

DUBOVSKÁ, A. (Univerzita Komenského, Bratislava): *Organická hmota v pôde*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1097-1103.

V príspevku sú uvádzané niektoré výsledky a teoretické poznatky, ktoré dosiahli čs. pôdni mikrobiológovia v riešení problematiky pôdneho humusu. Poukazuje sa na súvislosť s ich prácami a výsledkami. Uvádzajú sa úlohy pôdnych mikrobiológov v oblasti tvorby humusu a jeho mineralizácie.

mikrobiológia pôdna; humus; mikroorganizmy; mineralizácia

Ak porovnávame naše poznatky a okruh sledovaných problémov v tejto dôležitej oblasti pôdnej mikrobiológie s prácami a výsledkami zakladateľov a priekopníkov pôdnej a poľnohospodárskej mikrobiológie, ku ktorým patrí aj prof. V. Káš, ktorého nedožitie narodeniny si pripomínáme, musíme s rešpektom obdivovať jeho prezieravosť, komplexnosť pohľadu na biologické procesy v pôde a v poľnohospodárskej výrobe vôbec v období, kedy sa pôdna a poľnohospodárska mikrobiológia u nás len konštituovala ako samostatná vedná disciplína. Už vtedy vedel zdôrazniť tak náročné otázky, o ktorých síce dnes máme viacej faktov, ale o ktorých ani dnes nevieme podať ich súhrnné a vyčerpávajúce vysvetlenie. V tejto súvislosti spomíname jeho práce o mikrobiologickej charakteristike rôznych pôdnych typov (Káš, 1935, 1939, 1948, 1954, 1956), o účasti mikroorganizmov pri tvorbe úrodnosti pôdy a obohacovania pôd humusom (Káš, 1950, 1955, 1956, 1961), o význame organických hnojív (hlavne maštalného hnoja), o mikrobiologických pochodoch pri kompostovaní, o humusotvornom procese v kompostoch (Káš, 1925, 1947, 1950, 1964) a mnohé ďalšie. Keď si pripomíname nedožitie výročie prof. Káša, nemôžeme nespomenúť jeho sústavnú pozornosť, ktorú venoval počas svojho života rozvoju pôdnej a poľnohospodárskej mikrobiológie aj na Slovensku. Musíme zdôrazniť predovšetkým jeho zásluhy vo výchove slovenských pôdnych mikrobiológov, jeho zásluhy o ich vedecký a odborný rast, a o usmernenie ich vedeckého zamerania. Bol stálym školiteľom pracovníkov v oblasti mikrobiológie a oponentom ich prác na Slovensku. Vďaka tomu sa na Slovensku položili pevné základy pre rozvoj pôdnej a poľnohospodárskej mikrobiológie.

Jedna z hlavných úloh nášho poľnohospodárstva je ďalší rast produktivity a zvýšenie úrodnosti pôdy. Úspech v tejto oblasti, okrem iných zásahov, závisí aj od pravidelného používania minerálnych a organických hnojív. Úrodnosť pôdy nemožno však zúžiť len na zásoby základ-

ných výživných látok; pôda musí mať ešte také vlastnosti, ktorých neprítomnosť alebo slabé rozvinutie vedie k zníženiu jej produkčnosti. Historicky sa tvoriaci komplex vlastností, daný len pôdam, je v mnohom spojený s účinkom biologického faktoru na pôdotvorné horniny. Výsledkom pôsobenia biologického faktoru na pôdu je špecifická organická hmota — humus.

TVORBA HUMUSU

V súčasnosti je dostatok dôkazov o tom, že humusové látky sa v prírode tvoria zo zlomkov biologických makromolekúl alebo ich monomérov, ktoré sa v pôde nachádzajú vďaka metabolizmu jej živej zložky a činnosti exoenzymov. Veľká časť štrukturálnych blokov sa spája a vytvára molekulu humusovej kyseliny i chemickou polymerizáciou. Podľa literárnych údajov sú základné procesy tvorby humusových látok tieto:

1. polymerizácia voľných radikálov derivátov fenolu cez štádium semichinonov;
2. analogická polymerizácia so spojením veľkých štruktúr, vytvorených derivátmi fenolu. Na nej sa môžu zúčastňovať aj zlomky molekúl lignínu;
3. pripojenie aminokyselín a peptidov k fenolovým zlučeninám;
4. polymerizácia a kopolymerizácia heterocyklov typu indolu s derivátmi fenolu cez voľné radikály;
5. tvorba esterových väzieb glycidmi a hydroxylmi fenolových zvyškov.

Pri syntéze humusových látok môže mať význam: spojenie aminoskupiny aminokyselín s chinonmi, oxidácia polyfenolov a ich derivátov, oxidačná dekarboxylácia benzolkarbonových kyselín.

Káš (1947) v súvislosti s tvorbou humusu uvádza: nevyhnutnou podmienkou tak zložitých premien je aj široký enzymatický systém, ktorý môže plne zaistiť len početná a druhovo pestrá mikróflóra. Pre úplnú humifikáciu napr. v kompostoch sú nevyhnutné určité sukcesie mikróbov.

Tvorba humusu, ako uvádza Novák (1962, 1963), je biochemickým procesom, ktorý je závislý jednak od dostatku vhodných humusotvorných zdrojov, jednak od získavania voľnej, biochemicky využiteľnej energie a teda priamo súvisí s aeróbnym a anaeróbnym metabolizmom vhodnej mikróbovej cenózy. Dôležitosť energetickej stránky humifikácie potvrdili výsledky pokusov, ktoré uvádza Novák a Franklová (1962), kedy pri inhibícii terminálnych oxidácií a oxidatívnych fosforylácií bola humifikácia silne oslabená a zostávala približne na úrovni humifikácie v anaeróbných podmienkach. Na dôležitosť enzymatických procesov pri humifikácii poukazujú aj ďalšie práce Nováka (1967, 1971, 1972).

Tvorba humusu je výrazne ovplyvnená teplotou, stupňom aerácie a vlhkosťou pôdy. Novák (1975) uvádza, že teplotné optimum humifikácie sa obvykle pohybuje medzi 30 až 35 °C, optimum pre mineralizáciu organických látok v pôde je o niečo vyššie. Stupeň aerácie pôdy má výrazný vplyv na humifikáciu a mineralizáciu. Anaeróbne reakcie sú energeticky málo vydatné, do celkových premien látok sa zapojuje veľké množstvo neúplne metabolizovaného substrátu. Tvorba humusu je pritom malá alebo vôbec žiadna. Podmienky obmedzenej aerácie sú pre tvorbu humusu veľmi priaznivé. Preto pri tzv. minimalizácii spracovania pôdy možno väčšinou pozorovať mierne stúpanie obsahu humusu. Úplna aerácia nie je pre humifikáciu výhodná.

V súčasnej dobe sa javí nutnosť tvorby teórie premeny organických látok v pôde na základe závislosti tvorby a transformácie humusu od chemických vlastností zlúčenín, ich pôvodu, biologickej aktivity pôdy (nie celkovej, ale od každého faktora) a iných premien, ktoré vplývajú na skladbu humusu v pôde. Konečný výsledok tvorby humusu bude závisieť od dvoch faktorov:

- termodynamickej odolnosti tvoriacich sa molekúl (tento faktor bude pomáhať pri tvorbe odolnejších molekúl),
- a kinetiky ich transformácie účinkom biologickej zložky pôdy.

MINERALIZÁCIA HUMUSU

Mineralizácia pôdneho humusu je podmienená biologickou činnosťou pôdy. Humus sa tu využíva ako substrát; z časti se mineralizuje, z časti sa premieňa na ma-

kromolekuly iného druhu. V pôde, kde chýbajú ľahko využiteľné organické látky, sú humusové molekuly postupne ochudobňované o periférne alifatické časti.

Prof. K á š (1964) v súvislosti s mineralizáciou humusu v pôde odporučal, aby sa správnou sústavou obrábania a hnojenia pôdy so zreteľom na klimaticko-pôdne podmienky dosiahlo to, aby humifikácia slabšie prevyšovala mineralizáciu.

Dynamiku pôdneho humusu možno prakticky, ako uvádza Nov á k (1971), regulovať takto: dodaním organických látok do pôdy, zmenou pomeru C : N : P, reguláciou hydrotermického režimu pôdy, stupňom aerácie, t. j. kyprením pôdy, špecifickým účinkom plodín a ich striedaním. Aj keď podmienky pre premeny látok v kompostoch sú podľa Nov á k a (1975) odlišné od podmienok v pôde, sú procesy mineralizácie a humifikácie závislé od tých istých faktorov.

Pôdne mikroorganizmy sa aktívne zúčastňujú tak tvorby, ako aj rozkladu humusových látok v pôde. K á š (1964) v tejto súvislosti zdôrazňuje, že na rýchlosť a hĺbku rozkladu humusových látok, okrem hlavných ekologických faktorov, vplývajú zloženie a biochemické vlastnosti pôdnej mikroflóry. Seifert (1966) udáva, že ročne sa mineralizuje 2 až 5 % uhlíka z humusu, podľa Nov á k a (1969) pri mineralizácii humusu to predstavuje $1,88 \text{ t ha}^{-1}$ a z toho 90 kg N na ha.

Prvé pokusy vysvetliť úlohu mikroorganizmov pri rozklade humusových kyselín sa viažu k začiatku tohto storočia. Zpočiatku sa venovala väčšia pozornosť baktériám ako iným skupinám mikroorganizmov. Účasť mykobaktérií a zástupcov rodu *Pseudomonas*, ako aj význam aktinomyceť pri rozklade humusových kyselín, resp. ich solí, z našich autorov uvádza K á š (1964). S aktinomyceťami pri rozklade humusových kyselín pracoval tiež Ambrož (1956) a Kunc et al. (1971). Kunc (1974) izoloval 39 kmeňov baktérií, rozkladajúcich kumarín. Okrem kmeňov rodu *Pseudomonas* izoloval sedem kmeňov rodu *Cellulomonas* a sedem kmeňov rodu *Achromobacter*. S riasami pracoval Tich ý (1962).

Bern á t (1963) zdôrazňuje význam pôdných mikromyceť a dáva celkovú váhu ich biomasy do rovnováhy s váhou biomasy baktérií. Pri rozklade humusových kyselín sa z húb najviac popisovali zástupcovia rodu *Penicillium* a to najmä zo sekcie *asymmetrica* a *monoverticillata*. Ambrož (1956) okrem rodu *Penicillium* uvádza rod *Trichoderma*; *Aspergillus* sa vyskytoval menej. Uvádzané druhy využívali najmä dusík. V našich pokusoch (Dubovská a Mačor, 1976) sme z pôd izolovali mnoho druhov mikromyceť, pričom pri rozklade fulvokyselín sa vyskytovalo množstvo rodu *Penicillium* zo sekcie *asymmetrica divaricata*, pri rozklade humínových kyselín zástupcovia sekcie *biverticillata symmetrica* a *monoverticillata*.

Na intenzitu rozkladu humusových kyselín vplyvajú okrem ekologických faktorov a špecifických vlastností mikroorganizmov aj zdroje výživy, dostupné pre dané mikroorganizmy. Pridanie dopĺňajúcich zdrojov uhlíka a dusíka urýchľuje rozklad humusových kyselín (Ambrož, 1956; Kunc et al., 1971). Pri oxidácii aromatických zlúčenín v pôde (kumarín, vanilín) zistili Kunc a Macura (1966) aj stimulačný vplyv glukózy. Podobne Nov á k (1973) uvádza, že pridaním organických uhlíkatých látok, minerálneho N a P, sa urýchlila mineralizácia organických látok v pôde. V našich pokusoch zvýšila prítomnosť glukózy úbytok uhlíka najmä z kondenzovanejších frakcií humusových kyselín pri ich mineralizácii mikromyceťami od 2 do 7 % (Dubovská a Mačor, 1976).

Pri biologickej mineralizácii humusových kyselín je najväčším metodickým problémom spôsob zistenia skutočného množstva rozloženej humusovej kyseliny a množstvo využité C N príslušnou kultúrou mikroorganizmov. Pritom treba mať samozrejme na zreteli neporovnateľnosť laboratórnych pokusov s pôdnymi podmienkami. Mnoho autorov dáva do priamej závislosti zvýšenie množstva mikroorganizmov, alebo váhu sušiny, resp. biomasy od veľkosti rozkladu, resp. využitia humusových kyselín (Grunda, 1970; Dubovská, 1973), pričom v ďalších pokusoch sme nezistili priamu závislosť prírastkov sušiny mycélia od úbytku uhlíka z humusových kyselín (Dubovská, 1976, 1978). Ambrož (1956) napr. určoval stupeň rozkladu humusových látok podľa aktivity peroxidázy, Drobník (1957) sledoval rozklad organických látok respirometricky.

K presnejšiemu určeniu využitia humusových kyselín mikroorganizmami odporúčajú mnohí autori spätné vyzrážanie humusových kyselín po ich kultivácii a určenie množstva úbytku uhlíka, resp. dusíka. V našich pokusoch pri použití čistých kultúr mikromyceť (Dubovská, Mačor, 1978) boli úbytky uhlíka z frakcie humínovej kyseliny od 7 do 32 %, úbytky dusíka od 2 do 34 % v závislosti od prítomnosti glukózy, použitého dusíkatého zdroja a od jeho dávky a druhu mikromyceť. Prítomnosť dusíkatých zdrojov v mnohých prípadoch zvýšila mineralizáciu humínovej kyseliny. Infračervená spektrá a najmä stanovenie optické den-

zity v mineralizovaných humusových kyselinách sa ukazujú ako vhodné metódy na zachytenie zmien v spätne izolovaných humusových kyselinách po ich kultivácii.

Záverom možno povedať, že aj napriek snahe mnohých bádateľov ba i celých škôl zahraničných i našich (menovaných a pre rozsiahlosť problému neuvádzaných) sme zatiaľ v etape skôr hromadenia poznatkov, ako ich syntézy z hľadiska aktívneho dlhodobého ovplyvňovania, resp. udržiavania rovnováhy medzi tvorbou a rozkladom humusu.

Súborné pôsobenie humusu na pôdu je nenahraditeľné a dosiaľ ničím nezastupiteľné. Pritom sú čiastkové úpravy pôdných vlastností, ktoré by mali nahradzovať pôsobenie humusu o mnoho nákladnejšie ako opatrenia, ktoré vedú k správnej dynamike pôdneho humusu. Bude zrejme nevyhnutné určiť charakteristiky humusových kyselín pre základné pôdne typy a stanoviť minimálnu hranicu množstva humusových kyselín vzhľadom na minerálne hnojenie z hľadiska výživy a pestovania rastlín.

VÝZNAM HUMUSU V PÔDE

Humus svojím zložením a obsahom ovplyvňuje fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy, je regulačným faktorom dôležitých pôdnych procesov a stavu pôdy. Za prítomnosti humusu sa pretvárajú a zlepšujú mnohé vlastnosti pôdy, majúce vzťah k úrodnosti: schopnosť pôdy udržiavať vlahu, aerácia, aktivuje sa mobilizácia živín, reguluje sa pH pôdneho roztoku, zvyšuje sa objem výmeny kationov a nasýtenosť sorpčného komplexu Ca i Mg. Organické látky v pôde sú základným predpokladom činnosti pôdnej mikrobiológie, ktorá ich využíva ako substrát a transformuje na pôdny humus a na produkty minerálizácie. Pôdny humus a ďalšie organické látky v pôde výrazne znižujú migráciu živín, najmä dusíka z pôdneho profilu, majú zásadný vplyv na využitie minerálnych hnojív, bránia toxickému pôsobeniu nadmernej koncentrácie živín v pôde, znižujú škodlivé účinky chemických prostriedkov.

Charakteristiku humusu, rozdelenie humusových látok, ich vplyv na rastliny nájdeme v prácach Práta (1964), otázkam štruktúry humusových látok, ich frakcionácii, fyzikálno-chemickej charakteristike venovali pozornosť najmä Pospíšil (1963, 1964, 1967, 1970) a Němeček a Pospíšil (1970). Teoretické i praktické zásady kompostovania, mikrobiologické a biochemické procesy s tým súvisiace, význam organických hnojív pre úrodnosť pôdy celkovo i v súvislosti s minerálnym hnojením komplexne rozpracoval Novák (1955, 1956, 1958, 1962, 1964, 1965, 1966, 1967, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1975, 1978), ktorý vyšiel z pôvodných koncepcií prof. Káša a vplyvom nových základných disciplín a výskumu a z novej technickej úrovne formuluje súčasné predstavy o tvorbe a význame humusu. Je zjavné, že čs. pôdni mikrobiológovia sa zaslúžili o rozvoj tejto dôležitej oblasti, presahujúcej rámec pôdnej mikrobiológie, čo sa prejavilo aj v tradičnom organizovaní medzinárodného sympózia Humus et Planta.

Pravidelné zásobovanie pôdy organickými látkami je nevyhnutnou podmienkou pôdnej úrodnosti. Rastlinné zvyšky, ktoré sa každoročne dostávajú do pôdy, nemôžu kryť celú spotrebu a úbytok humusu. Dôležitým zdrojom organických látok pre pôdu sú preto organické hnojivá, ktoré dopĺňujú spomenutý deficit, z nich je dôležitý najmä maštalný hnoj. Na nedostatočné hospodárenie s ním upozorňoval už prof. Káš. V tejto súvislosti Novák (1975) uvádza, že minerálne hnojivá, aplikované v ekvivalentných dávkach živín, majú na pôdu v podstate ne-

priaznivý vplyv. Spôsobujú postupné druhové zmeny pôdnej mikroflóry a obmedzovanie biologickej činnosti v pôde vôbec.

Význam mikroorganizmov pri tvorbe humusu zdôrazňuje Káš (1964), keď definuje humus ako komplex mŕtvych organických látok rastlinného, živočíšneho i mikrobiálneho pôvodu, v rôznom stupni rozkladu a najmä v rôznom stupni humifikácie a spojení s minerálnym podielom pôdy. Najcharakteristickejšie zložky humusu sú hlavne humusové kyseliny, z nich fulvokyseliny a humínové kyseliny. Je však potrebné stanoviť hranicu medzi týmito látkami a medziprodukmi rozkladu a humifikácie, pretože zďaleka nie všetky medziprodukty sa môžu meniť na špecifické humusové látky.

Humusové látky z rôznych pôd majú rozdielne vlastnosti i povahu. To určuje charakter ich účasti v rôznych procesoch, prebiehajúcich v pôdach. Nedocenenie špecifičnosti procesov nazhromažďovania a rozkladu organických látok v rôznych pôdnych oblastiach viedlo k mnohým nesprávnym záverom. Pre správne pochopenie funkcií humusu v pôdnych procesoch nestačí teda iba určiť jeho celkové množstvo a skladbu, ale treba určiť aj povahu a vlastnosti humusových látok.

Humus má v pôde niekoľko funkcií: fyzikálne, chemické a biologické. Humusové látky sú zdrojom energie a výživy pôdnych mikroorganizmov, zlepšujú pôdne prostredie pre rast a výživu vyšších rastlín. Na biologickú aktivitu humusových látok vo svojich prácach poukazujú napr. Prát a Pospíšil (1959), Bernát (1963), Rypáček (1967), Pokorná-Kozová (1967), Sladký (1967), Tichý a Nechutová (1967), Tichý a Hoang Kim Phuong (1975), Novák (1971).

V tejto súvislosti je potrebné zdôrazniť potrebu jednotného postupu pri izolácii humusových látok a pri ohraničení a stanovení ich jednotlivých charakteristík.

Literatúra

- AMBROŽ, Z.: Laboratorní a ekologické sledování mikrobiálního rozkladu humusových látek. Rostl. Výroba, 2, 1956, č. 9-10, s. 1046-1049.
- BERNÁT, J.: Život půdy. Bratislava, Osveta 1963.
- DROBNÍK, J.: Izučenie biologickej prevrátenej organických vešestv v počve. Počvovedenie, 1957, č. 12, s. 62-71.
- DUBOVSKÁ, A.: Rozklad humusových kyselín mikromycétami. [Habilitačná práca.] Bratislava 1976.
- DUBOVSKÁ, A.: Rozklad humusových látok mikroorganizmami. I. Niektoré poznatky o rozklade fulvokyselín mikromycétami. Acta F. R. N. Univ. Comen. Microbiologia, III, 1973, s. 25-43.
- DUBOVSKÁ, A. — MAČOR, M.: Decomposition of humus substances by microorganisms. III. Utilization of the carbon from humus acids by some micromycetes. Acta F. R. N. Univ. Comen. Microbiologia, V, 1976, s. 55-72.
- DUBOVSKÁ, A. — MAČOR, M.: Vplyv uhlíkatých a dusíkatých živín na mineralizáciu humusových kyselín mikromycétami. 14. Výroč. kongres čs. společ. mikrobiol. při ČSAV, Praha 1978, s. 158.
- GRUNDA, B.: Der Einfluß der Humusstoffe auf die Anzahl der Bodenkleinlebewesen in Kulturen. Zbl. f. Bakt., 126, 1970, č. 6, s. 584-593.
- KÁŠ, V.: Biologická stránka zpracování půdy a její struktury. Věstník ČAZ, XXI, 1947, s. 488-502.
- KÁŠ, V.: Mikrobiologická charakteristika klimatogenetických půdních typů. In: Sborník ČAZ, XIV, 1939, s. 86-100.
- KÁŠ, V.: Mikrobiologické profily půdních typů v oblasti Dětenice u Litáně. In: Sborník ČSAZ, X, 1935, s. 291-310.

- KÁŠ, V.: Mikrobiologický průzkum půdy. Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství. SZN Praha, 1954, s. 673-741.
- KÁŠ, M.: Mikrobiologie lesních půd. Biologie lesa, 1948, s. 489-576.
- KÁŠ, V.: Příspěvek k vysvětlení fyziologicky různého chování půdy vlhké, vyschlé a několikrát vysoušené. In: Sborník ČAZ, I, 1926, s. 89-152.
- KÁŠ, V.: Statková hnojiva v travoplní soustavě. SZN Praha, 1950.
- KÁŠ, V.: Účast mikrobů v tvorbě úrodné půdy a ve výživě rostlin. Rostl. Výroba, I, 1955, s. 184-192.
- KÁŠ, V.: Zemědělská mikrobiologie. SZN ve spolupráci s ÚVTI, 1964.
- KÁŠ, V. — NĚMEC, A.: Biochemické studie k otázce hodnocení chlévské mrvy. Zeměděl. archiv, 16, 1925, č. 1-2, s. 1-28.
- KÁŠ, V. a kol.: Jak zvyšovat obsah humusu v našich půdách. SZN, Praha 1956.
- KÁŠ, V. a kol.: Obohacování půd humusem. SZN, Praha, 1961.
- KUNC, F. — LOKHACHEVA, R. A. — MACURA, J.: Biological decomposition of fulvic acids. Studies about humus. Trans. of the Int. Symp. Humus et Planta V. Praha, 1971, s. 191-195.
- KUNC, F. — MACURA, J.: Oxidation of aromatic compounds in soil. Folia microbiologica, II, 1966, č. 4, s. 248-256.
- NĚMEČEK, J. — POSPÍŠIL, F.: Frakční složení humusu zemědělsky využívaných hnědých půd. Rostl. Výroba, 16, 1970, č. 11-12, s. 1165-1176.
- NOVÁK, B.: Bedarf und Möglichkeiten der Versorgung der Böden mit organischer Substanz in der ČSSR. Tagungsbericht Akad. Landwirtsch. Wiss. DDR. Berlin, 1978, 166, s. 319-327.
- NOVÁK, B.: Contribution to the theory of microbial formation of humus. For Socialistic. Agr. Sci., 1963, č. 12, s. 401-418.
- NOVÁK, B.: Humifikace organických látek v kompostech. Vliv jakosti substrátu. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, ÚVÚRV 1964.
- NOVÁK, B.: Mikrobielle Humusbildung. 1. 2. Zbl. f. Bakt., II, 1970, č. 125, s. 566-583.
- NOVÁK, B.: Mikrobiologické pochody při tvorbě a rozkladu humusu z hlediska statkových hnojiv. Rostl. Výroba, 2, 1959, s. 999-1032.
- NOVÁK, B.: Mineralizace a humifikace organických látek a jejich funkce v půdě. Praha - Ruzyně, VÚRV 1975.
- NOVÁK, B.: The effect of free oxidations and oxidative phosphorylations on humification. Studies about humus. Trans. of the Int. Symp. Humus et Planta IV. Praha, 1967, s. 42-45.
- NOVÁK, B.: Tvorba humusu ve statkových hnojivech. Rostl. Výroba, 4, 1958, č. 4, s. 809-822.
- NOVÁK, B.: Vliv aerobiízy a anaerobiízy na humifikaci organických látek. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, ÚVÚRV 1965.
- NOVÁK, B.: Vliv humusových látek na změny agrochemických vlastností půdy. Agrochemia, 1973, č. 13, s. 335-336.
- NOVÁK, B.: Vliv organického hnojení na mikrobiologické a biochemické pochody v půdě. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, ÚVÚRV 1962.
- NOVÁK, B.: Výzkum procesů mineralizace a humifikace organických látek a jejich funkce v půdě. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1971.
- NOVÁK, B.: Význam organického hnojení pro intenzivní zemědělskou výrobu. Vědecké symposium o organických hnojivech. 1969, s. 3-24.
- NOVÁK, B.: Vztah látkové a energetické přeměny organických látek při humifikaci. Rostl. Výroba, 12, 1966, č. 12, s. 709-711.
- NOVÁK, B.: Zjištění účasti enzymatických reakcí na celkovém humifikačním pochodu. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1972.
- NOVÁK, B.: Způsoby ošetření a využití statkových hnojiv. Rostl. Výroba, I, 1955, s. 497-500.
- NOVÁK, B. — FRANKLOVÁ, S.: Použití enzymatického inhibitorů při studiu mikrobiologické tvorby humusu. II. sjezd. Čs. společ. mikrobiol. Praha 1962.
- POKORNÁ-KOZOVÁ, J.: Effect of humus fertilizers on the activity of cellulolytic microorganisms in soil. Studies about humus. Trans. of the Int. Symp. Humus et Planta IV. Praha, 1967, s. 189-192.
- POSPÍŠIL, F.: Frakcionace humusových látek hlavních půdních představitelů. [Kandidátská disertační práce.] Praha - Ruzyně, ÚVÚRV 1963.
- POSPÍŠIL, F.: Fractionation of humus substances by gel-filtration on Sephadex and their structure. Studies about humus. Trans. of the Int. Symp. Humus et Planta IV. Praha, 1967, s. 121-126.
- POSPÍŠIL, F.: Některé otázky struktury huminových kyselin. [Vědecké práce.] Praha - Ruzyně ÚVÚRV, 1964, č. 7, s. 171-184.

POSPÍŠIL, F.: Výzkum struktury humínových kyselin a jejich funkce. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1970.

PRÁT, S.: Humus a jeho význam. Praha, ČSAV 1964.

PRÁT, S. — POSPÍŠIL, F.: Humic acids with C^{14} . *Biologia Plantarum*, 1959, č. 1, s. 1-5.

RYPÁČEK, V.: Biological activity of isolated humic acids in relation to the time and method of storing. Studies about humus. Trans. of the Int. Symp. Humus et Planta IV. Praha, 1967, s. 288-290.

SEIFERT, J.: Ekologie půdních mikrobů. Praha, SPN 1966.

SLADKÝ, Z.: Effects of humus acids on the growth of isolated roots. Studies about humus. Trans. of the Int. Symp. Humus et Planta IV. Praha, 1967, s. 286-287.

TICHÝ, B.: Biologičeskoje dejsvije lignoceluloz, nachodiaščichsja v raznoj stepeni razloženiija i gumifikacii. Studies about humus. Trans. of the Int. Symp. Humus et Planta, III, Praha, 1962, s. 305-313.

TICHÝ, V. — HOANG KIM PHUONG: On the character of biological effect of humic acids. Studies about humus. Trans. of the Int. Symp. Humus et Planta VI. Praha, 1975, s. 379-382.

TICHÝ, V. — NECHUTOVÁ, H.: The influence of humus substances on the caloric value of the plant dry matter and on its production. Studies about humus. Trans. of the Int. Symp. Humus et Planta IV. Praha, 1967, s. 291-292.

Došlo dne 4. 7. 1979

ДУБОВСКА, А. (Естественный факультет УК, Братислава): Органическое вещество в почве. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (11): 1097-1103.

В статье приводятся некоторые результаты и теоретические данные, полученные в чл. почвенной микробиологии в ходе разработки проблематики почвенного гумуса. Рассмотрены взаимозависимости с разработками прежних авторов. Показана роль ученых-микробиологов почвы в области образования гумуса и его минерализации.

микробиология почвы; гумус; микроорганизмы; минерализация

DUBOVSKÁ, A. (Faculty of Science, Comenius University, Bratislava): *Organic Matter in the Soil*. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (11): 1097-1103.

Some results and theoretical findings are presented, as obtained by Czechoslovak soil microbiologists in solving the problems of soil humus. Attention is drawn to the findings and results published by these researchers. The tasks of soil microbiologists in the field of humus production and mineralization are mentioned.

soil microbiology; humus; micro-organisms; mineralization

DUBOVSKÁ, A. (Naturwissenschaftliche Fakultät der Komenský-Universität, Bratislava): *Organische Substanz im Boden*. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (11): 1097-1103.

Im Beitrag werden einige Ergebnisse und theoretische Erkenntnisse angeführt, die die tschechoslowakischen Bodenmikrobiologen bei der Lösung der Problematik des Bodenhumus erreicht haben. Man weist auf den Zusammenhang mit ihren Arbeiten und Ergebnissen hin. Sie geben die Aufgaben der Bodenmikrobiologen auf dem Gebiet der Humusbildung und -mineralisierung an.

Bodenmikrobiologie; Humus; Mikroorganismen; Mineralisierung

Adresa autora:

Ing. Anna Dubovská, CSC., Univerzita Komenského, Moskovská 2, 886 04 Bratislava

Mezinárodní Sympozium Humus et Planta VII

Ve dnech 20. až 24. srpna 1979 proběhlo v prostorách Vysoké školy zemědělské v Brně mezinárodní Sympozium „Humus et Planta VII“ za účasti 160 registrovaných účastníků z 20 zemí a 5 kontinentů.

Sympozium se konalo podle dlouhodobého plánu v ČSSR; místo konání bylo tentokrát přeneseno do Brna jako součást vědeckých oslav 60 let trvání Vysoké školy zemědělské v Brně.

ČSSR vyslalo na toto sympozium nejpočetnější delegaci (59 účastníků) a zajistilo téměř třetinu z celkového počtu 108 referátů.

Sympozium se zabývalo těmito hlavními problémy: chemie půdního humusu a fyzikálně-chemickými vlivy humusu na půdu; přeměny organických látek v půdě a v kompostech, zvláště byly akcentovány biologické přeměny organických látek; vliv humusových látek na rostliny; metody výzkumu půdního humusu.

Není jistě náhodou, že největší počet referátů se týkal biologických přeměn organických látek v půdě a že tato problematika vzbudila i největší zájem v diskusi sympozia. Ukázalo se, že biotransformace půdní organické hmoty jsou nejen neobvykle lákavým předmětem výzkumu pro svou zajímavost a dosavadní malou probádanost, ale že mají i ohromný praktický význam a že jsou jedním z hlavních činitelů, které rozhodují o půdní úrodnosti a jejích změnách.

Československá škola, která se před léty vytvořila okolo osobnosti a díla prof. Káše, systematicky rozvíjí jak teoretický výzkum tak i praktické aplikace výzkumu přeměn organických látek v půdě na několika úrovních: edafologické, fyto- a zoocenologické, ekologické, biochemické a biofyzikální. Myšlenková náplň, tvůrčí invence a vědecká fantazie, která se promítá do většiny československých prací, činí československou „humusovou školu“ velmi atraktivní i pro mnohé zahraniční vědce z různých pracovišť.

To je zřejmě jedním z důvodů, proč na závěr Sympozia jeho účastníci jednomyslně požádali, aby příští, již osmé, Sympozium „HUMUS et PLANTA“ bylo zorganizováno opět v ČSSR, a to nikoli později než v roce 1983, aby se dodržely již tradiční čtyřleté intervaly tohoto Sympozia.

Stojí za zmínku, že celodenní odborná exkurze, kterou zorganizovala AF VŠZ v Brně, ukázala zejména zahraničním účastníkům jednak řadu zajímavých specifit jihomoravských půd i ohromný rozvoj čsl. zemědělství a vyspělost našich zemědělských podniků.

Doc. Ing. Maria Vágner, CSc.,
organizační tajemník Sympozia

Sborník z mezinárodního sympozia Humus et Planta VII

Studies about Humus

Transactions of the International Symposium

Doklady o gumuse

Sborník dokladov međunarodnogo simpoziuma

Redaktoři: Bohumír Novák, Jaroslava Pokorná-Kozová, František Kunc, Jaromír Kubát, Jaromír Damaška

Sborník vyšel jako pracovní materiál a současně jako základní výsledky sympozia. Má dva svazky (Vol. I a II), které obsahují 117 příspěvků od 234 autorů z 20 zemí Evropy, Asie, Afriky, Severní a Jižní Ameriky a Austrálie. Obsahuje 591 stran odborného textu a autorský rejstřík. Sborník byl předán všem účastníkům sympozia a účastnickým organizacím. Další exempláře (až do vyčerpání výtisků) jsou k dispozici zájemcům z ČSSR, a to bez úplaty, ve VÚRV v Praze - Ruzyni.

VLIV PŘÍDAVKU ZEMINY A SUPERFOSFÁTU NA BIOCHEMICKÉ PŘEMĚNY ORGANICKÝCH LÁTEK KEJDY

B. Novák

NOVÁK, B. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Vliv přidavku zeminy a superfosfátu na biochemické přeměny organických látek kejdy*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1105-1111.

Hovězí kejda (10 % sušiny) byla uložena (inkubována) v rotačních bubnech (intenzivnější aerace) a ve stojatých provzdušovaných válcích (menší účinnost aerace). Kejda byla obohacena superfosfátem (varianta B), zemínou (varianta C) nebo zemínou + superfosfátem (varianta D) a výsledky byly porovnány s původní neobohacenou kejdou (varianta A). Společný přírůstek zeminy a superfosfátu účinně omezil ztráty organických látek i dusíku. Jednotlivé přírůstky aplikované samostatně byly méně účinné. Důvodem je nepochybně skutečnost, že pouze po přidavku zeminy spolu se superfosfátem výrazně stoupla stabilita organických látek kejdy v průběhu inkubace. Stupňovaná aerace měla zvýšený účinek.

kejda skotu; přírůstek; mikrobiální přeměny organických látek; respirace; stabilizace organické hmoty; fosfor

Ve své klasické práci z roku 1927 K á š [1946] vůbec poprvé popsal sukcese mikrobů při zrání kompostů a vysvětlil i příčiny těchto sukcesí. Současně použil i tehdy nových metod a interpretačních způsobů jejich vyhodnocení, které byly později aplikovány řadou pracovníků, většinou s úspěchem. Rovněž po stránce meritorní byly Kášovy výzkumy v plném rozsahu potvrzeny. Káš svými pracemi založil vědeckou školu, k níž se hlásí i tento příspěvek.

MATERIÁL A METODY

Provedli jsme sérii pokusů s hovězí kejdou (ca 10 % sušiny), a to jednak v rotačních bubnech (à 50 kg kejdy), jednak ve stojatých válcích (à 10 kg kejdy) se zavedenou aerační tryskou. Kejda byla obohacena podle tohoto schématu:

- A – kontrola (bez přírůstku),
- B – 2 % superfosfátu (0,16 % P),
- C – 5 % zeminy (ornice) – 60 % jílové frakce,
- D – 5 % zeminy + 2 % superfosfátu.

Inkubace v rotačních bubnech probíhala při venkovní teplotě ($\approx 18^\circ\text{C}$), inkubace ve válcích byla při konstantní teplotě 25°C .

V pravidelných intervalech byly odebírány vzorky a analyzovány. V tomto sdělení jsou však vyhodnoceny pouze výsledky respirometrických testů (podle Nováka a Apfelthaler, 1964). Pro celkovou charakteristiku jsou uvedeny

ztráty na organické hmotě (přepočteno na sušinu) stanovené vázkově po spálení při 550 °C a ztráty dusíku (přepočteno na původní množství) stanovené analýzou N podle Kjeldahla.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Tento technologický výzkum byl proveden na základě dřívějších pozorování (Novák, 1971a, b, c, d; Novák et al., 1974), kde se prokázalo, že při aerobních podmínkách skladování kejdy je za určitých okolností možné dosáhnout stabilizace organických látek kejdy. Zahraňní systémy, především LICOM-systém fy. α -Alfa Laval dosahuje stabilizace organických látek vkladem velkého množství energie (mísení, vhánění velkých objemů vzduchu, intenzivní oxidace části organických látek kejdy).

Své pokusy jsme založili na principech publikovaných dříve, podle nichž je možné dosáhnout stabilizace substrátu cestou jeho humifikace. Při tom je fosfor (ortofosfáty) důležitým faktorem efektivního přenosu energie a tím zvyšování produktivity humifikace. Zemina je zdrojem aktivní mikroflóry, schopné uskutečňovat celý humifikační proces, zdrojem jílových minerálů, které mohou vytvářet s organickými látkami, a zvláště humusovými látkami, organicko-jílové komplexy, čímž se stabilita organických látek dále zvětšuje, i zdrojem doplňkových biogenních elementů (Nováková, 1971; Nováková a Ettler, 1974).

I. Ztráty organické hmoty a dusíku za celé období pokusů (v % původního množství) — Losses of organic matter and nitrogen during the time of experiments (per cent of the original amounts)

	Varianty (Variants)			
	A	B	C	D
Rotační bubny (49 dní)				
Organická hmota	28,6	26,2	22,5	18,4
N	17,9	9,3	10,7	4,3
Aerované válce (77 dní)				
Organická hmota	36,4	31,7	27,0	23,3
N	27,1	11,4	14,3	5,9

V tab. I jsou shrnuty výsledky analýz organické hmoty a dusíku. Největší ztráty obou byly v kontrolních variantách při obou způsobech aerace — v rotačních bubnech i v aerovaných válcích. Ztráty N vzhledem ke ztrátám organické hmoty byly větší v aerovaných válcích než v rotačních bubnech, což lze vysvětlit unášecím efektem proudícího vzduchu.

Přídavek superfosfátu mírně omezil mineralizaci organických látek (o 8,5 % a o 13 %) a výrazně snížil ztráty dusíku (na 52 % a na 42 %). Efekt omezení ztrát organické hmoty nepochybně souvisí s lepším vy-

užitím volné energie a tím pomalejší spotřebou ATP, čímž se uvádí do činnosti autoregulační biochemický mechanismus:

$$\frac{(ADP) \cdot (P_i)}{(ATP)}$$

kde: ADP = adenosindifosfát
 ATP = adenosintrifosfát
 P_i = ortofosfát

Se stoupající hodnotou tohoto zlomku se urychluje rozklad substrátu (Krebs a Kornberg, 1959).

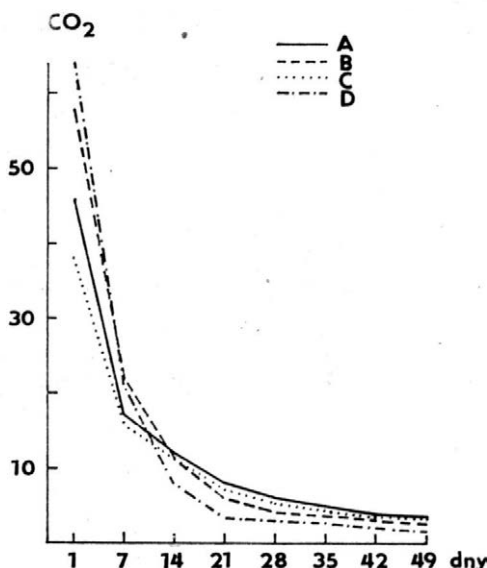
Efekt omezení ztrát dusíku souvisí jednak s omezením mineralizace, a to zejména s okyselením kejdy superfosfátem.

Oprávněnost takového vysvětlení potvrzuje výsledky varianty C (přídavek zeminy), kde rozdíly mezi úsporou organické hmoty (21,5 % a 26 %) a úsporou dusíku (40 % a 47 %) nejsou zdaleka tak výrazné.

Největší úspory jak organických látek, tak i dusíku se dosahuje ve variantě D (přídavek zeminy i superfosfátu). Mineralizace organických látek se snižuje proti kontrolní variantě na 64 % (v obou typech pokusů). Ztráty dusíku se proti kontrole snižují na 24 % a 22 %.

Vysvětlení těchto vztahů je možné najít v respiračních měřeních, jejichž výsledky jsou znázorněny na obr. 1 až 4.

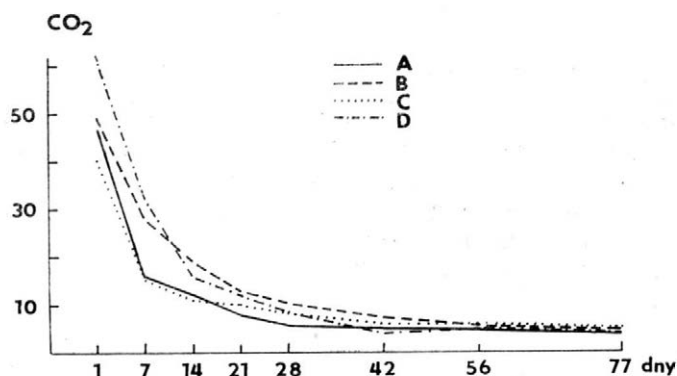
1. Změny v intenzitě bazální respirace (B) vzorků kejdy v průběhu její inkubace v rotačních bubnech (mg CO_2 na 100 g sušiny za hodinu) — Alterations in the basal respiration intensity (B) of liquid manure samples during incubation in rotary drums (mg CO_2 per 100 g of dry matter per hour)



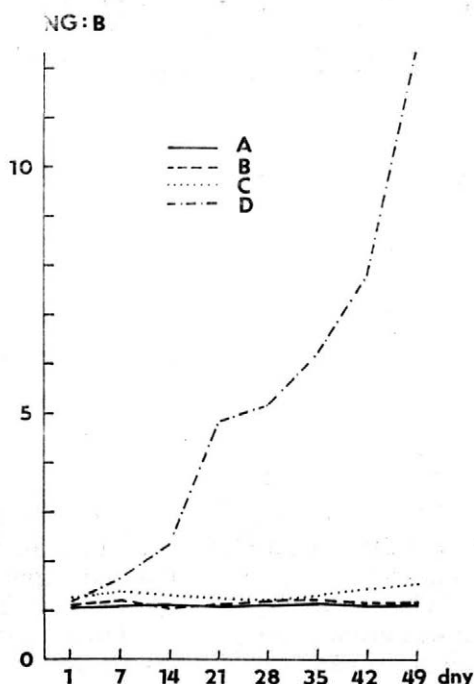
Zatímco na začátku přeměn organických látek kejdy přídavek superfosfátu mírně stimuluje mineralizaci a přídavek zeminy ji mírně omezuje, přídavek zeminy spolu se superfosfátem ji výrazně zvětšuje (o 39 % a 32 %) (obr. 1, 2). Oba tyto efekty však postupně slábnou. Koncem inkubačního období v rotačních bubnech je bazální, respirační aktivita menší ve všech obohacených variantách než ve variantě kontrolní. Nej-

větší pokles nastal ve variantě s přidavkem zeminy spolu se superfosfátem, a to proti počáteční hodnotě na necelá 4 %, proti konečné hodnotě v kontrolní variantě na 64 % (obr. 1).

V aeračních válcích byla aerace méně účinná než v rotačních bubnech. (Pro ověření byly stanoveny hodnoty redoxu — elektropotenciometricky při použití platinové a kalomelové elektrody. Zatímco se tyto hodnoty ve vzorcích z rotačních bubnů pohybovaly mezi +90 a +40 mV, byly hodnoty vzorků z aeračních válců -10 až -60 mV). Přesto hodnoty konečné bazální respirace kejdy obohacené superfosfátem a superfosfátem spolu se zeminou byly zhruba stejné jako v kontrolní kejdě; hodnota bazální respirace při ukončení pokusu ve variantě obohacené pouze zeminou byla dokonce větší než v kontrolní variantě (obr. 2).



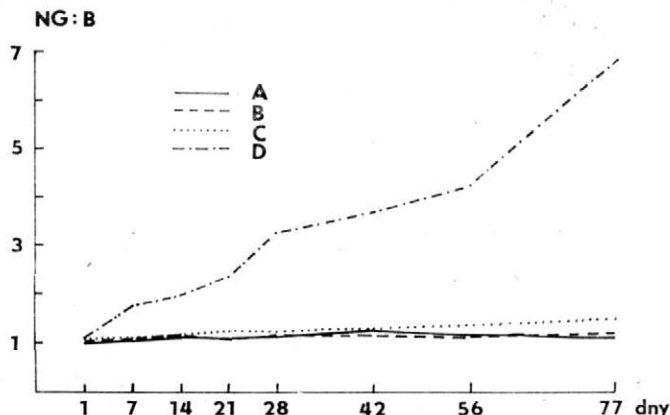
2. Změny v intenzitě bazální respirace (B) vzorků kejdy v průběhu její inkubace v aeračních válcích (mg CO₂ na 100 g sušiny za hodinu) — Alterations in the basal respiration intensity (B) of the liquid manure samples during incubation in aeration cylinders (mg CO₂ per 100 g of dry matter per hour)



3. Změny indikované stability organických látek (NG:B) vzorků kejdy inkubované v rotačních bubnech — The indicated alterations of organic matter stability (NG:B) of the liquid manure samples during incubation in rotary drums

Pokles respirační aktivity v průběhu pokusu lze vysvětlovat buď poklesem aktivity mikroflóry, zhoršením podmínek pro mineralizaci, nebo stabilizací organických látek. Teoreticky možný důvod absolutního vyčerpání organických látek je možné vyloučit (viz tab. I). Hodnoty indikované stability organických látek (NG : B) ukazují, že jen ve variantách s přidávkou zeminy spolu se superfosfátem může být příčinou, nebo jednou z příčin poklesu bazální respirační aktivity stabilizace organických látek (obr. 3 a 4). V ostatních variantách je stupeň stabilizace tak malý, že hlavní příčinou poklesu respirační aktivity je třeba hledat jinde, pravděpodobně v poklesu aktivity mikroflóry (Novák, 1973, 1975).

4. Změny indikované stability organických látek (NG : B) vzorků kejdy inkubované v aerovaných válcích — The indicated alterations of organic matter stability (NG : B) in the liquid manure samples during incubation in aeration cylinders



Shoda mezi stupněm indikované stabilizace organických látek ve variantách D (přídavek zeminy plus superfosfátu) a poklesem bazální respirační aktivity je pozoruhodná. Bazální respirační aktivita ve variantách D poklesla v rotačním bubnu (obr. 1) na 3,9 % výchozí hodnoty, v aeračním válci (obr. 2) na 6,8 %. V téže době se zvýšila stabilita organických látek v rotačním bubnu 10,2krát (obr. 3), v aeračním válci 6,1krát. Pokles intenzity bazální respirace v rotačním bubnu byl tedy 1,74krát větší a současně se 1,67krát zvýšila stabilita organických látek ve srovnání s poklesem v aeračním válci.

Lze tedy uzavřít, že i malé množství přidané zeminy a superfosfátu výrazně stabilizuje organické látky kejdy. Se stoupající efektivitou aerace stoupá i stabilizující účinek těchto přísad.

Literatura

- KÁŠ, V.: Důležité úkoly půdní mikrobiologie. Věstník ČSAZ, XX, 1946, s. 275-285.
 KREBS H. A. — KORNBERG. H. L.: Prevrašení energie v živých systémech. Moskva 1959.
 NOVÁK, B.: Ausnutzung biochemischer Tests in der Bodenmikrobiologie. V. Beurteilung der Stabilität der organischen Bodensubstanz. Zbl. Bakt., II, 1973, 128, s. 499-514.
 NOVÁK, B.: Die mikrobielle Humusbildung. 4. Mitt.: Anaerobe und aerobe Vorgänge bei der Humifizierung von Stalldung in den Bedingungen eines Modellversuches. Zbl. Bakt., II, 1971a, 126, s. 48-62.
 NOVÁK, B.: Die mikrobielle Humusbildung. 6. Anaerobe und aerobe Prozesse bei der Rotte von Stalldung. Zbl. Bakt., II, 1971b, 126, s. 68-81.
 NOVÁK, B.: Die mikrobielle Humusbildung. 7. Einfluß der anaeroben und aeroben Vorinkubation auf die Humifizierung. Zbl. Bakt., II, 1971c, 126, s. 286-297.

NOVÁK, B.: Die mikrobielle Humusbildung. 8. Die Produkte des anaeroben Stoffwechsels als Substrate für Humusbildung. Zbl. Bakt., II, 1971d, 126, s. 298-306.

NOVÁK, B.: Izmenenije ugleroda i azota navoznoj žiži skota, vnesennoj v počvu. In: Treti kongres po mikrobiologiji. Tom III. Sofia 1975, Kongres v r. 1973, s. 249-251.

NOVÁK, B. — APFELTHALER, R.: Příspěvek k metodice stanovení respirace jako indikátoru mikrobiologických pokusů v půdě. Rostl. Výroba, 10, 1964, č. 2, s. 145-150.

NOVÁK, B. — POKORNÁ-KOZOVÁ, J. — APFELTHALER, R.: Einfluß der Düngung mit Stroh und Gülle auf biochemische Vorgänge im Boden. Zbl. Bakt., II, 1974, 129, s. 378-389.

NOVÁK, B. — POKORNÁ-KOZOVÁ, J. — BÖNISCHOVÁ-FRANKLOVÁ, S.: The effect of liquid cattle manure on the transformation of organic matter in soil. [Vědecké práce.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1974, 19, s. 139-145.

NOVÁKOVÁ, J.: Decomposition of glucose at different concentration as influenced by clay. (Symposium „Humus et Planta V“ Praha 1971). In: Studies about Humus. CSAZ-ÚVTI, Praha 1971, s. 47-50.

NOVÁKOVÁ, J. — ETTLER, P.: Effect of clays in soil microorganisms activity. Zbl. Bakt., II, 1974, 129, s. 201-216.

Došlo dne 4. 7. 1979

НОВАК, Б. (НИИ растениеводства, Прага - Рузыне): Влияние добавки грунта и суперфосфата на биохимические превращения органических веществ кейды. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1105-1111.

Говяжью кейду (10 % сух. вещ.) хранили (инкубировали) в ротационных барабанах (интенсивная аэрация) и в стоячих аэрируемых цилиндрах (слабая аэрация). Кейду обогащали суперфосфатом (вариант Б), грунтом (вар. В) или грунтом + суперфосфатом (вар. Г), результаты сравнивали с первоначальной, необогащенной кейдой (вар. А). Совместное действие грунта и суперфосфата заметно ограничило потери органических веществ и азота. Менее действенными оказались компоненты в отдельности. Причину следует усматривать в факте, что только после добавки грунта вместе с суперфосфатом заметно возрастает стабильность органических веществ кейды в ходе инкубации. Повышенная аэрация действует более сильно.

кейда крупного рогатого скота; добавка; микробиальные превращения органических веществ; респирация; стабилизация органического вещества; фосфор

NOVÁK, B. (Research Institute for Crop Production, Praha - Ruzyně): *The Effect of an Addition of Earth and Superphosphate on Biochemical Changes of the Organics in Slurry*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1105-1111.

Cattle slurry (10% dry matter) was stored (incubated) in rotary drums (intensive aeration) and in stationary vertical aerated cylinders (less intensive aeration). Slurry was enriched with superphosphate (variant B), earth (variant C), or earth + superphosphate (variant D) and the results were compared with the original slurry without enrichment (variant A). The joint addition of earth and superphosphate effectively reduced the losses of organics and nitrogen. The supplements added separately were less effective. This is undoubtedly due to the fact that only the addition of earth together with superphosphate was followed by a marked improvement of the stability of the organics in slurry in the course of incubation. Increased aeration had an enhanced effect.

cattle slurry; supplements; microbial changes of organic substances; respiration; stabilization of organic matter; phosphorus

NOVÁK, B. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): *Einfluß der Zugabe von Erde und Superphosphat auf die biochemischen Veränderungen der organischen Stoffe der Gülle*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1105-1111.

Die Rindergülle (10 % Trockenmasse) wurde in Rotationstrommeln (intensivere Aeration) und in stehenden durchgelüfteten Zylindern (niedrigere Wirksamkeit der Aeration) gelagert (inkubiert). Die Gülle wurde mit dem Superphosphat (Variante B), mit der Erde (Variante C) oder mit der Erde + Superphosphat (Variante D)

bereichert und die Ergebnisse mit der ursprünglichen unbereicherten Gülle (Variante A) verglichen. Die gemeinsame Zugabe von Erde und Superphosphat beschränkte wirksam die Verluste an organischer Substanz und auch an Stickstoff. Die einzelnen Zugaben, die selbständig appliziert wurden, wirkten nicht so deutlich. Grund dafür besteht darin, daß nur nach der Zugabe von Erde gemeinsam mit dem Superphosphat die Stabilität der organischen Substanz der Gülle im Verlaufe der Inkubation wesentlich anstieg. Die gesteigerte Aeration wirkte im erhöhten Maße.

Rindergülle; Zugaben; mikrobielle Veränderungen der organischen Stoffe; Respiration; Stabilisierung der organischen Substanz; Phosphor

Adresa autora:

Doc. dr. ing. Bohumír Novák, DrSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06
Praha 6 - Ruzyně

KONFERENCIA S MEDZINÁRODNOU ÚČASŤOU

Zvyšovanie produkčnej schopnosti pôd organickými a priemyselnými hnojivami

sa uskutoční pri príležitosti 35. výročia oslobodenia ČSSR a výstavy Agrokomplex 1980 v dňoch 28. a 29. augusta 1980 v Nitre.

Zameranie a cieľ konferencie:

- oboznámiť poľnohospodársku prax s najnovšími výsledkami výskumu v oblasti zvyšovania úrodnosti pôd a podmienkami dosahovania vysokých úrod vplyvom hnojenia,
- výmena poznatkov a skúseností medzi našimi a zahraničnými odborníkmi z krajín RVHP.

Organizátor:

*Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra
Katedra agrochémie a pôdoznalectva*

Spoluorganizátor:

Agrokomplex SCPV, Generálne riaditeľstvo trustu NITRA

V období prípravy konferencie informácie podáva organizačný výbor v zastúpení

*Prof. ing. S. Sotákovéj, CSc.,
ved. katedry agrochémie a pôdoznalectva,
Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra*

MIKROBIÁLNÍ PŘEMĚNY ORGANICKÝCH LÁTEK PŘI RŮZNÉM ORGANICKÉM HNOJENÍ

J. Pokorná-Kozová

POKORNÁ-KOZOVÁ, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Mikrobiální přeměny organických látek při různém organickém hnojení*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1113-1121.

K řešení mikrobiálních přeměn organických látek v půdě byl použit dlouhodobý hnojařský pokus. Modelovým řešením a podrobným sledováním byl získán přehled o dynamice mikrobiálních změn v půdě ovlivněné statkovými hnojivy a současně ovlivňované rostlinami po deseti letech. Byl zjištěn sumární efekt dlouhodobého hnojení statkovými hnojivy (hnojem, kompostem, kejdou skotu a slámou) po jejich přímé aplikaci v půdě pod cukrovkou a po následném působení pod jarní pšenici. Sumární efekt hnojení byl hodnocen potenciální schopností mikroflóry (potenciální respirační aktivitou, potenciální amonizační a nitrifikační schopností, potenciální schopností rozkládat celulózu). Aplikovaná statková hnojiva ve všech případech zvýšila intenzitu mikrobiálních pochodů. Bylo prokázáno, že půdní mikroflóra má schopnost využívat zapravovaná statková hnojiva do půdy každým druhým rokem v dávce odpovídající 30 t čerstvé chlévské mrvy na 1 ha. Sledované formy statkových hnojiv se projeví jako vhodné komplexní organické látky s vysokým obsahem poměrně dobře využitelných živin pro mikroflóru.

organické hnojení; dlouhodobé pokusy; mikrobiální přeměny; uhlík; dusík; respiace; rozklad celulózy; amonizace; nitrifikace; immobilizace N

V rozsáhlé vědecké aktivitě se prof. Káš věnoval i účasti mikroorganismů při tvorbě úrodnosti půdy (Káš, 1947, 1955, 1956, 1961). Nejvýznamnější poznatek v této jeho výzkumné činnosti charakterizoval, že mikrobiální proces má podstatný význam nejen při přípravě statkových hnojiv, ale i po aplikaci do půdy a stejně tak i při přeměnách zbytků rostlin. Tyto práce našly u nás řadu následovníků (Novák et al., 1964; Pokorná-Kozová, 1966; Pokorná-Kozová a Apfelthaler, 1970; Pokorná a Novák, 1971; Pokorná-Kozová et al., 1977). Prof. Káš v některých těchto vědeckých pracích použil v biochemických testech půdních vzorků přídavek snadno využitelných látek ke stanovení potenciální mikrobiální aktivity. Tato publikace určitým způsobem navazuje na tyto jeho práce a je dokladem, že stanovením potenciální mikrobiální schopnosti lze získat poznatky o mikrobiálních přeměnách organických látek v půdě.

MATERIÁL A METODY

Aplikovaná statková hnojiva (hnůj, kompost, kejda skotu a sláma) byla aplikována každým druhým rokem k cukrovce v dávkách: hnůj a kompost v množství

odpovídajícímu 30 t čerstvé chlévské mrvy na 1 ha, kejda skotu 70 m³ na ha při 8% sušiny, sláma 6 t na 1 ha s vyrovnávací dávkou 60 kg N na 1 ha. Pozorování byla konána po dobu deseti let na dvouhonném osevním postupu (cukrovka, jarní pšenice) dlouhodobého hnojařského pokusu založeného v roce 1955 (Škarda, 1964) a modifikovaného v roce 1965 (Škarda, 1971). Vzorokly z ornice byly odebírány třikrát ročně ve všech vegetačních obdobích a po úpravě (prosátí nebo strouhání) analyzovány v čerstvém stavu (Pokorná-Kozová, 1977).

K hodnocení sumárního efektu hnojení byly využity půdní vzorky odebrané z hloubky 2 až 25 cm ornice osetých dílců honů a to z předsklizňových odběrů půdních vzorků pod jarní pšenici a cukrovkou.

Pro posouzení možností mikrobiální aktivity byla zvolena potenciální schopnost půdní mikroflóry. Jedná se o potenciální vztahy půdní mikroflóry k přidávku bezdusíkatých organických látek a minerálního dusíku v půdním vzorku. Mikroflóra organicky hnojených parcel může okamžitě reagovat na přívod těchto živin (Novák, 1972).

K hodnocení potenciální aktivity mikroflóry byly použity následující testy: Respirometrický test (Novák, Apfelthaler, 1964; Novák, 1972) NG (20 hodin inkubace) – hodnota respirace s přidavkem minerálního dusíku a glukózy.

I. Charakteristika statkových hnojiv – Characteristics of farmyard manure

	Hnůj	Kompost	Kejda skotu
Sušina v %	24,25	35,65	8,05
Popeloviny v %	31,34	66,81	18,25
C _{ox} v %	33,40	20,15	38,47
N _t v %	2,45	1,50	5,42
N _{org} v %	1,67	1,32	2,88
N-NH ₄ ⁺ v mg %	784,23	179,69	2554,00
C _t : N _t	13,63	13,43	7,10
% N _{org} z N _t	68,16	88,00	53,14
Respirační aktivita mg CO ₂ h ⁻¹ g ⁻¹⁰⁰			
B	38,33	22,92	374,55
NG	89,60	107,13	629,27
NG : B	2,34	4,67	1,68
Celulolytická aktivita % rozložené celulózy	89,07	67,04	30,09
Počet mikrobů g ⁻¹			
MPA – bakterie	1,09 · 10 ⁷	1,18 · 10 ⁶	7,88 · 10 ⁸
ŠA – bakterie	2,32 · 10 ⁶	8,30 · 10 ⁶	5,18 · 10 ⁷
ThA – bakterie	2,20 · 10 ⁶	7,58 · 10 ⁶	2,38 · 10 ⁷
ŠA – aktinomycety	1,00 · 10 ⁴	1,44 · 10 ⁵	1,00 · 10 ⁴
ThA – aktinomycety	1,00 · 10 ⁴	1,21 · 10 ⁵	1,00 · 10 ⁴
JA – mikromycety	1,29 · 10 ³	2,66 · 10 ⁴	1,29 · 10 ²

Amonizační test (Pokorná-Kozová et al., 1964; Novák, 1972)

AA (0 hodin inkubace) — množství $\text{NH}_4^+\text{-N}$ v čerstvě odebraném vzorku.

PepA (24 hodin inkubace) — množství $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve vzorku s přidavkem peptonu.

NG (48 hodin inkubace) — množství $\text{NH}_4^+\text{-N}$ převedeného do organických sloučenin s přidavkem minerálního dusíku a glukózy ve vzorku.

Nitrifikační test (Löbl a Novák, 1964; Novák, 1972)

AN (0 hodin inkubace) — množství $\text{NO}_3^-\text{-N}$ v čerstvě odebraném vzorku.

R (8 dní inkubace) — množství $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ve vzorku s přidavkem minerálního dusíku.

Celulolytický test Pokorná-Kozová, 1965; Novák, 1972)

CN (14 dní inkubace) — intenzita rozkladu celulózy ve vzorku obohaceném minerálním dusíkem.

Mikrobiologicky analyzované půdní vzorky (Kozová a Nováková, 1956) byly hodnoceny relativními hodnotami bakterií: aktinomycetám, bakterií: mikromycetám a aktinomycet : mikromycetám.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky potenciálních možností mikroflóry jsou shrnuty v tab. II až VII. Chemické složení používaných statkových hnojiv je charakterizováno v tab. I.

Rychlost přeměn v tab. II je projevem chování veškeré aktivní mikroflóry půdních vzorků jednotlivých parcel cukrovky a jarní pšenice různě organicky hnojených. Dlouhodobé hnojení statkovými hnojivy vyvolalo zvýšení potenciální respirace půdních vzorků po současném přidání organického uhlíku a minerálního dusíku ve srovnání s nehnojenou parcelou. Rozdílně organicky hnojené půdy mají odlišnou potenciální mohutnost. Projevilo se, že biologická aktivita v půdě nezávisí pouze na množství organické hmoty dodávané do půdy statkovými hnojivy. Je

II. Potenciální respirace vzorků zeminy obohacené dusíkem + glukózou — Potential respiration of soil samples enriched with nitrogen and glucose

NG (20 hodin inkubace) Přímé a následné působení organických hnojiv

Varianty hnojení	mg CO_2 h ⁻¹ g ⁻¹⁰⁰	
	NG	
	Cukrovka	Jarní pšenice
Nehnojeno	16,862	9,228
Minerální NPK hnojiva	17,436	6,313
Hnůj	19,717	9,234
Hnůj + NPK hnojiva	18,520	8,023
Kompost	18,044	9,426
Kompost + NPK hnojiva	25,697	7,015
Kejda skotu + sláma	20,897	6,860
Kejda skotu	26,233	6,729
+ sláma		
+ NPK hnojiva		

ovlivněna i sekundárně prostřednictvím plodin, které se uplatňují specificky. Vliv cukrovky je výraznější než vliv jarní pšenice. Půdní vzorky z osetých dílců cukrovkou jsou biologicky aktivnější. Potenciální respirační aktivita půdních vzorků pod pšenicí je nižší než půdních vzorků pod cukrovkou. Jarní pšenice s bohatým kořenovým systémem zvyšuje podíl půdní organické hmoty a poněkud vyrovnává rozdíly v biologických vlastnostech různě hnojených půd. Na základě dosavadních výsledků lze předpokládat, že závislost potenciální respirace na různých organických formách hnojení se nevztahuje jen na glukózu, ale všeobecně na dobře využitelné organické látky v půdě.

III. Mikroflóra (relativní hodnoty počtu bakterií, aktinomycet a mikromycet) — Microflora (relative values of the number of bacteria, actinomycetes and micro-mycetes)

Přímé a následné působení organických hnojiv

Varianty hnojení	Baktérie: Aktino-mycety		Baktérie; Mikro-mycety		Aktinomycety: Mi-kromycety	
	cukrovka	j. pšenice	cukrovka	j. pšenice	cukrovka	j. pšenice
Nehnojeno	81	38	159	143	3,02	8,96
Minerální + NPK hnojiva	234	40	234	193	1,01	6,80
Hnůj	124	39	189	152	2,10	5,94
Hnůj + NPK hnojiva	157	55	110	122	1,42	2,24
Kompost	90	37	189	117	2,44	8,22
Kompost + NPK hnojiva	115	41	177	187	1,16	4,48
Kejda skotu + sláma	135	39	182	127	2,26	6,39
Kejda skotu + sláma + NPK hnojiva	165	54	171	119	1,58	6,44

Po aplikaci statkových hnojiv do půdy dochází i ke změnám v zastoupení mikroorganismů a ve fyziologické funkci mikrobů (Müller a Steinbrenner, 1976; Ambrožová, 1977). Vzájemným srovnáváním relativních hodnot bakterií, aktinomycet a mikromycet uvedených v tab. III se projevila rozdílnost účinku organického a minerálního hnojení. Hnojením statkovými hnojivy došlo k podstatným změnám půdních společenstev bakterií, aktinomycet a mikromycet. Změny počtu mikrobů vlivem hnojení statkovými hnojivy jsou nejvýraznější ve skupině bakterií. Změny ve složení mikroflóry doplňují biochemickou aktivitu a indikují dobrou využitelnost statkových hnojiv jako substrátu pro půdní mikroflóru.

V tab. IV je zanesena potenciální amonizační schopnost mikroflóry zkoušených půdních vzorků. Dobrá potenciální zásobenost dusíkem se projevila v NPK — hnojené půdě. Udrzuje se i v následném působení hnojiv. Účinek statkových hnojiv je vyšší pod cukrovkou. Z tabulky je patrné, že půda hnojená organicky má však dostatečně aktivní amoni-

IV. Potenciální mineralizace N-látek mikroflórou – Potential mineralization of N-compounds by the microflora

Pep_A (24 hodin inkubace) – A_A (0 hodin inkubace)

Přímé a následné působení organických hnojiv

Varianty hnojení	mg % N	
	Cukrovka	Jarní pšenice
Nehnojeno	344,98	250,77
Minerální NPK hnojiva	308,92	297,36
Hnůj	327,10	269,92
Hnůj + NPK hnojiva	329,07	275,73
Kompost	314,16	271,12
Kompost + NPK hnojiva	286,65	261,56
Kejda skotu + sláma	300,81	237,29
Kejda skotu	303,24	257,12
+ sláma		
+ NPK hnojiva		

začnící mikroflóru, jak se projevuje při následném působení statkových hnojiv pod jarní pšenicí.

Potenciální nitrifikační schopnost půdních vzorků (tab. V) se projevila rozdílně. Po přidavku amonných iontů dochází ke stoupnutí intenzity nitrifikace. Je to dokladem, že nitrifikační bakterie jsou aktivní.

V. Potenciální schopnost oxidace NH_4^+-N látek mikroflórou – Potential capacity of oxidating NH_4^+-N substances by the microflora

R (8 dní inkubace) – A_N (0 dní inkubace)

Přímé a následné působení organických hnojiv

Varianty hnojení	mg % N	
	Cukrovka	Jarní pšenice
Nehnojeno	26,97	11,74
Minerální NPK hnojiva	65,12	29,36
Hnůj	17,52	6,77
Hnůj + NPK hnojiva	48,27	20,69
Kompost	22,08	6,93
Kompost + NPK hnojiva	28,75	26,43
Kejda skotu + sláma	19,37	6,70
Kejda skotu	35,11	17,72
+ sláma		
+ NPK hnojiva		

Potenciální schopnost oxidace $\text{NH}_4^+\text{-N}$ látek je vyšší v půdních vzorcích minerálně hnojených půd. Parcely hnojené statkovými hnojivy umožňují rozvoj autotrofních nitrifikačních bakterií, ale jejich potenciální schopnost po zapravení statkových hnojiv se výrazně nemění a v následném roce působení v podstatě je totožná.

VI. Potenciální schopnost mikroflóry immobilizovat dusíkaté substance — The potential capacity of the microflora to immobilize nitrogen compounds

N_{NG} (48 hodin inkubace)

Přímé a následné působení organických hnojiv

Varianty hnojení	Immobilizace N v % za inkubaci*)	
	Cukrovka	Jarní pšenice
Nehnojeno	58,04	37,74
Minerální NPK hnojiva	69,83	48,07
Hnůj	67,73	50,37
Hnůj + NPK hnojiva	68,57	74,52
Kompost	57,14	53,65
Kompost + NPK hnojiva	71,09	79,49
Kejda skotu + sláma	69,41	50,67
Kejda skotu + sláma + NPK hnojiva	75,71	74,35

*) v % množství amonného dusíku ve vzorku na počátku inkubace

Stanovení přívodu minerálního dusíku do organických sloučenin je uvedeno v tab. VI. Potenciální schopnost immobilizovat amonný dusík v přítomnosti snadno využitelných bezdusíkatých organických látek je u sledovaných variant rozdílná. Podstatné je zjištění, že příslušná mikroflóra je schopna syntetizovat nové organické látky. Tato výrazná syntetická schopnost mikroflóry je jednou složkou celkové mikrobiální aktivity, ale vlivem sekundárního působení rostliny se může rychle měnit.

Intenzita rozkladu celulózy komplexní půdní mikroflórou je uvedena v tab. VII. Projevila se vysoká schopnost mikroflóry rozkládat celulózu v půdách organicky hnojených. Neprojevila se však výrazný rozdíl v účinnosti statkových hnojiv. Odlišný je průběh rozkladu celulózy pod porostem cukrovky a jarní pšenice, kde se projevilo následné působení statkových hnojiv i v průběhu roku přibývajících nové organické látky, zejména pak posklizňové zbytky. Získané výsledky ukázaly, že celulolytická mikroflóra se výrazně uplatňuje při přeměnách organických látek v půdě a ve výživě rostlin (Schröder, 1975; Schröder a Gewehr, 1977). Z hlediska výživy je podstatné, že k rozkladu celulózy je v půdních vzorcích dostatečné množství dusíku (Debruck a Boguslavski, 1977; Uebel a Fiedler, 1977).

Ověření dlouhodobého působení různých druhů statkových hnojiv na biochemickou složku půdy poskytlo některé odlišné výsledky, ale

VII. Potenciální schopnost mikroflóry rozkládat celulózu – The potential capacity of the microflora to break down cellulose

C_N (14 dní inkubace)

Přímé a následné působení organických hnojiv

Varianty hnojení	Rozložená celulóza v % za inkubaci*)	
	Cukrovka	Jarní pšenice
Nehnojeno	51,28	65,25
Minerální NPK hnojiva	54,70	75,84
Hnůj	57,11	76,05
Hnůj + NPK hnojiva	58,10	78,38
Kompost	55,05	72,89
Kompost + NPK hnojiva	56,10	76,27
Kejda skotu + sláma	57,00	78,63
Kejda skotu	59,89	83,62
+ sláma		
+ NPK hnojiva		

*) v % množství celulózy na počátku inkubace

z hlediska naší interpretace nikoliv protichůdné. Vyhodnocení potenciální možnosti mikrobiální aktivity při zvýšeném množství organických látek a vysokém obsahu dusíku ukázalo, že tyto organické látky jsou dobře využitelné půdní mikroflórou; probíhají rychlé přeměny těchto látek a nepůsobí při aplikaci kejdý depresivně na mikrobiální aktivitu půdy. Soustavná sledování prokázala, že biologická aktivita v půdě nezávisí pouze na organické hmotě dodávané do půdy statkovými hnojivy. Je ovlivněna i sekundárně prostřednictvím plodin. Organické látky, které pocházejí z pěstovaných plodin mají podobný i když méně výrazný efekt jako organické hnojení. Za nejdůležitější poznatek považujeme skutečnost, že u organického hnojení nebyla dosažena hranice, kdy se stimulační efekt hnojení zastavuje, případně se mění v efekt inhibiční. Tímto bylo prověřeno půdně biologické hledisko používání statkových hnojiv ke hnojení a prověřen nejdůležitější aspekt posuzování biologické účinnosti hnoje, kompostu, kejdý se slámou v půdě.

Literatura

- AMBROŽOVÁ, M.: Mikrobiální procesy v půdách různě mechanicky zpracovaných. Rostl. Výroba, 22, 1976, č. 5, s. 537-546.
- DEBRUCK, J. – BOGUSLAWSKI, E. von: Folgerungen aus langjährigen Versuchen mit Strohdüngung. Landw. Forsch., Sonderheft, 33, 1977, s. 188-202.
- KÁŠ, V.: Biologická stránka zpracování půdy a její struktury. Věstník ČAZ, XXI, 1947, s. 488-502.
- KÁŠ, V.: Celkové hodnocení výsledků mikrobiologického průzkumu půdy z hlediska její úrodnosti. Rostl. Výroba, 2, 1956, s. 903-904.
- KÁŠ, V.: Obohacování půd humusem. Praha, SZN 1961.
- KÁŠ, V.: Účast mikrobů v tvorbě úrodné půdy a ve výživě rostlin. Rostl. Výroba, 1, 1955, s. 184-192.

- KOZOVÁ, J. — NOVÁKOVÁ, J.: Metody ke zjištění mikrobiálních pochodů v chlévské mrvě uložené za studena a v kompostech. Rostl. Výroba, 2, 1956, 1, s. 1037-1041.
- LÖBL, F. — NOVÁK, B.: Beitragn zur Methodik der Nitrifikationsbestimmung. Zbl. Bakt., II, 118, 1964, s. 374-378.
- MÜLLER, G. — STENNBRENNER, K.: Bodenbiologische und phytosanitäre Aspekte der Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit unter den Bedingungen der industriemäßigen Pflanzenproduktion. Arch. Acker-Pflbau BdKde, 20, 1976, s. 831-840.
- NOVÁK, B.: Ausnutzung biochemischer Teste in der Bodenmikrobiologie. I. Verwendete Methoden. Zbl. Bakt., 127, 1972, s. 699-705.
- NOVÁK, B. a kol.: Vliv různých plodin v osevním postupu na dynamiku respirace půdních vzorků. Vědecké práce ÚVÚRV, Praha-Ruzyně, 7, 1964, s. 85-94.
- NOVÁK, B. — APFELTHALER, R.: Příspěvek k metodice stanovení respirace jako indikátoru mikrobiologických pochodů v půdě. Rostl. Výroba, 10, 1964, č. 2, s. 145-150.
- POKORNÁ-KOZOVÁ, J.: K metodice stanovení rozkladu celulosy. Rostl. Výroba, 11, 1965, č. 10, s. 1089-1100.
- POKORNÁ-KOZOVÁ, J.: Vliv různých plodin v osevním postupu na rozklad celulózy. Rostl. Výroba, 12, 1966, č. 1, s. 59-68.
- POKORNÁ-KOZOVÁ, J. — APFELTHALER, R.: Einfluß der organomineralischen Düngung auf die mikrobiellen und biochemischen Vorgänge im Boden. Zbl. Bakt., II, 125, 1970, s. 250-262.
- POKORNÁ-KOZOVÁ, J. — LÖBL, F. — APFELTHALER, R. — NOVÁK, B.: Zur Methodik der Feststellung der Ammonifizierung in Bodenproben. Zbl. Bakt., II, 118, 1964, s. 368-373.
- POKORNÁ-KOZOVÁ, J. — NOVÁK, B.: Effect of manuring and fertilizing on soil microflora. In: Studies about Humus. ČSAZV - ÚVTI, Prague, 1971, s. 81-86.
- POKORNÁ-KOZOVÁ, J. et al.: Vliv organického a minerálního hnojení na mikrobiální a biochemické přeměny v půdě. Rostl. Výroba, 23, 1977, č. 9, s. 911-924.
- SCHRÖDER, D.: Der Einfluß agrochemischer Substanzen und der Wasserversorgung auf die Strohverrottung im Boden. Z. Acker-Pflbau, 141, 1975, s. 240-248.
- SCHRÖBER, D. — GEWEHR, H.: Stroh- und Zellulosenabbau in verschiedenen Bodentypen. Z. Pflernähr. BdKde, 140, 1977, s. 273-284.
- ŠKARDA, M.: La recherche dans le domaine de la nutrition des plante en Tchécoslovaquie. Pour la science agricole socialiste, 13, 1964, s. 185-210.
- ŠKARDA, M.: Vliv hnojení slámou na produktivitu půdy. Rostl. Výroba, 17, 1971, č. 9, s. 917-927.
- UEBEL, E. — FIEDLER, H. J.: Nachweis der Wirkung einer KMG-Düngung auf den Stoffkreislauf von Kiefernbeständen unter besonderer Berücksichtigung des Zellulosestests. Zbl. Bakt., II, 123, 1977, s. 515-531.

Došlo dne 4. 7. 1979

ПОКОРНА-КОЗОВА, Я. (НИИ растениеводства, Прага - Рузыне): Микробиальные превращения органических веществ в условиях разного органического удобрения. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11): 1113-1121.

Для объяснения микробиальных превращений органических веществ в почве был поставлен долгосрочный опыт по удобрению. В результате модельного решения и подробного прослеживания получены данные о динамике превращений, обусловленных как местными удобрениями, так и растениями в течение 10 лет. Определен суммарный эффект длительного внесения местных удобрений (навоза, компоста, кедры крупного рогатого скота и соломы) непосредственно в почву под сахарную свеклу и после последующего их воздействия под яры пшеницы. Суммарный эффект удобрения оценивается потенциальной способностью микрофлоры (потенц. респираторной активностью, потенц. аммонизацией и нитрификацией, потенц. способностью к разложению целлюлозы). Местные удобрения во всех случаях стимулировали интенсивность микробиальных процессов. Доказано, что микрофлора почвы способна усваивать заправляемые местные удобрения каждый второй год в дозе, соответствующей 30 т свежего навоза/га. Испытанные формы местных удобрений представляются подходящими комплексными органическими веществами, содержащими большое количество сравнительно легко усваивающихся микрофлорой веществ.

органическое удобрение; длительные опыты; микробиальные превращения; углерод; азот; респирация; разложение целлюлозы; аммонизация; нитрификация; иммобилизация N

POKORNÁ-KOZOVA, J. (Research Institute for Crop Production, Praha - Ruzyně): *The Microbial Transformations of Organic Substances by Different Organic Manuring*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1113-1121.

A long-term manuring experiment was performed in order to find out the microbial transformations of organic substances in the soil. Model tests and detailed study provided the characteristics of the dynamics of microbial changes in the soil by farmyard manures and by the influence of cultivated plants within a ten-year period. The data were summed up to show the combined effect of long-term applications of farmyard manure (dung, compost, cattle slurry, straw); the action of the manures was examined after their direct application to the soil under sugar beet and as to their residual effect on spring wheat. The combined effect of manuring was evaluated as influencing the potential capacity of the microflora (potential respiration activity, potential ammonization and nitrification capacity, potential cellulose-decomposing capacity). In all cases, the applied farmyard manure increased the intensity of microbial processes. It was demonstrated that the soil microflora was able to utilize farmyard manure applied to the soil every other year at rates corresponding to 30 t fresh dung per 1 ha. The studied forms of farmyard manure were found to act as suitable complete organic substances with a high content of nutrients fairly available to the soil microflora.

organic manuring; long-term experiments; microbial changes; carbon; nitrogen; respiration; cellulose breakdown; ammonization; nitrification; immobilization

POKORNÁ-KOZOVA, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): *Mikrobielle Veränderungen der organischen Stoffe bei unterschiedlich großer organischer Düngung*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 000-000.

Zur Lösung der mikrobiellen Veränderungen der organischen Stoffe im Boden wurde ein langfristiger Düngungsversuch angewendet. Durch die Musterlösung und präzisierte Untersuchung wurde ein Überblick über die Dynamik der mikrobiellen Veränderungen im Boden gewonnen. Diese Dynamik ist durch die organischen Dünger und gleichzeitig durch die Pflanzen nach zehn Jahren beeinflusst. Es wurde ein Summareffekt der langfristigen Düngung mit organischen Düngern (Stallung, Kompost, Rindergülle und Stroh) nach ihrer direkten Applikation im Boden zur Zuckerrübe und nach der Folgewirkung zum Sommerweizen festgestellt. Der Summareffekt der Düngung wurde durch die potentielle Fähigkeit der Mikroflora (potentielle Respirationsaktivität, potentielle Ammonisations- und Nitrifikationsfähigkeit, potentielle Fähigkeit, die Zellulose zu zerlegen) ausgewertet. Die applizierten organischen Dünger erhöhten in allen Fällen die Intensität der mikrobiellen Vorgänge. Es wurde nachgewiesen, daß die Bodenmikroflora die Fähigkeit besitzt, die in den Boden eingebrachten organischen Dünger jedes zweite Jahr in einer, 30 t frischer Stallung pro ha entsprechenden Gabe, auszunutzen. Die untersuchten Formen der organischen Dünger bewiesen sich als geeignete komplexe organische Stoffe mit hohem Gehalt an verhältnismäßig gut ausnutzbare Nährstoffe für die Mikroflora.

organische Düngung; langfristige Versuche; mikrobielle Veränderungen; Kohlen; Stickstoff; Respiration; Zerlegung der Zellulose; Ammonisation; Nitrifikation; Immobilisation

Adresa autora:

RNDr. Jaroslava Pokorná-Kozová, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

ZASEDÁNÍ SEKCE PŮDNÍ BIOLOGIE NA SJEZDU NĚMECKÉ PŮDOZNALECKÉ SPOLEČNOSTI (NSR)

Ve dnech 11. až 13. září 1979 se konal ve Freiburgu sjezd německé půdozna-
lecké společnosti. Zasedání probíhala v sekcích. Předsednictvo společnosti vydalo
memorandum, ve kterém je rozebrán současný stav a vývoj základního a aplikova-
ného výzkumu v pedologii. Byly vytyčeny úkoly, které se mají stát základem plá-
nování a koordinace a stimulem spolupráce mezi institucemi v dalším období.

Bylo konstatováno, že výzkum na úseku půdní biologie byl v posledním období
zintenzivněn. Směřuje stále výrazněji k objasnění transformačních procesů specifick-
ých pro jednotlivá konkrétní stanoviště (ekologicko-fyziologické zaměření). Za
oprávněný se považuje modelový výzkum oddělený od podmínek *in situ* pouze tehdy,
kdy má vyřešit jádro teoretického problému, vysvětlující podstatu procesů probí-
hajících v konkrétních stanovištních podmínkách. Do popředí teoretických, praktic-
kých i ekologických otázek se tedy dostávají problémy metabolismu půdních mik-
roorganismů.

Těžištěm půdně-biologického výzkumu zůstávají přeměny organických látek,
zejména ve vztahu k N a P, jejichž mobilní frakce jsou v úzkém vztahu k velikosti
i aktivitě biomasy. Rozvíjejí se modely, řešící rozsah a rychlost transformačních
procesů nejrozšířenějších makroelementů. Výrazná pozornost na zasedání byla vě-
nována mineralizaci N a denitrifikaci.

Silně se rozvinul výzkum procesů odbourávání biocidů v půdě v závislosti
na fyzikálně-chemických vlastnostech půd. Tyto práce přinášejí nezbytná kritéria
posouzení samočisticí kapacity jednotlivých stanovišť, stupně zatížení půdy a hod-
nocení nových agrochemikálií, ovlivňujících životní prostředí.

Málo prozkoumány jsou biotické faktory ovlivňující mobilizaci a immobilizaci
potenciálně toxických těžkých kovů. Důležitou úlohu zde má modelový výzkum,
postihující příčiny a následky mikrobiálních redukčních a oxidačních pochodů a pře-
vedení jeho výsledků na konkrétní stanoviště.

Ve výzkumu rhizosféry stojí v popředí koloběh N a mobilizace P ve vztahu
k výživě rostliny. Zvláštní pozornost se věnuje mykorrhize.

Byla zdůrazněna nutnost rozvíjet půdně-zoologický výzkum, zejména účast
půdní fauny v přeměnách organických látek.

Mezi slabě řešené otázky, patří výzkum složení edafonu charakteristických sta-
novišť. Zvláštní pozornost se obrací na bioindikátory vlivů opatření k reprodukci
a melioraci půdní úrodnosti, a bioindikátory zatížení půdy agrochemikáliemi a od-
pady.

K plnění stále narůstajících úkolů se ukazuje nezbytné zajistit harmonický
rozvoj teorie i aplikace na všech dílčích úsecích vědy o půdě. Přes velké množství
půdoznaleckých pracovišť v NSR bylo konstatováno, že důsledně lze tento rozvoj
docílit ve velkém výzkumném centru pro výzkum půd.

Materiály ze sjezdu jsou pro zájemce k dispozici ve Výzkumném ústavu me-
liorací, v Praze - Zbraslavi.

RNDr. Jan Němeček, DrSc.,
Výzkumný ústav meliorací, Praha - Zbraslav

K. Řídký

ŘÍDKÝ, K. (Výzkumný ústav základní agrotechniky, Hrušovany u Brna): *Osevní postupy a činnost půdních mikroorganismů*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11): 1123-1132.

Na základě výsledků z mikrobiologického výzkumu osevních postupů a z výzkumu způsobů zpracování půdy byly vymezeny základní faktory, které ovlivňují rozvoj a činnost půdních mikroorganismů v celé rotaci osevního postupu. Vliv samotné plodiny během její vegetace je v tomto směru těžce identifikovatelný. Teprve posklizňové zbytky ovlivní rozvoj mikroflóry zřetelně a specificky. Jejich vliv přesáhne téměř vždy do vegetační doby následné plodiny nebo plodin. Obdobně působí i organické hnojení. Dalším faktorem výrazně ovlivňujícím procesy v osevním postupu je způsob, zejména pak hloubka zpracování půdy pro jednotlivé plodiny. Využití prvků minimalizace zde dává určitou možnost ovlivnit poměr mineralizace a humifikace. Termínem zpracování půdy je vymezen časový úsek pro mikrobiální úpravu půdního prostředí s organickými zbytky s cílem zajistit nerušené klíčení a růst plodin. Je tedy rozvoj mikroorganismů v rámci osevního postupu do značné míry usměrnitelný agrotechnickými opatřeními.

osevní postup; posklizňové zbytky; zpracování půdy; rozvoj mikroorganismů

Významným činitelem pro zachování půdní úrodnosti je časově i plošně pevný řád střídání plodin — osevní postup. Nejen účinky porostu na půdu v době vegetace, ale i specifická příprava půdy pro jednotlivé plodiny, i veškerá organická hmota zanechávaná po sklizni plodin na poli, jsou faktory, které nutně ovlivní také rozvoj půdních mikroorganismů v celé rotaci osevního postupu. Mikroorganismy působí pak zpětně na řadu faktorů významných pro úrodnost půdy, a podílejí se tak nepřímou na tvorbě produktivity osevních postupů. Znalost vazeb mezi střídáním plodin v osevním postupu a činností biologické složky půdy je tedy jednou z nezbytných podmínek správného hospodaření na půdě. V uváděném pojednání jsou shrnuty základní poznatky v tomto směru, významné především z agrotechnického hlediska. Jsou proto zdůrazněny zejména faktory, kterými je možné mikrobiální procesy v osevním postupu záměrně ovlivňovat. K demonstraci byly pak vybrány některé dílčí výsledky, získané převážně v průběhu vlastní víceleté výzkumné práce.

MATERIÁL A METODY

Vliv osevního postupu jako celku na půdní mikroorganismy nebyl v našich podmínkách sledován tím způsobem, že by bylo prošetřeno několik po sobě násled-

dujících rotací rozdílně uspořádaných osevních postupů; vzhledem k charakteru pokusů mohly být realizovány pouze výzkumy krátkodobější.

Uváděné výsledky byly získány jednak při mikrobiologickém víceletém výzkumu polních pokusů s rozdílnými osevními postupy, a dále v polních pokusech s různými způsoby zpracování půdy pro plodiny – články osevních postupů. Pokusy probíhaly na hlinitých černozech (Pohořelice, Hrušovany u Brna) a také na hnědých mírně illimerizovaných, mírně oglejených půdách (Bystřice n. P.).

Půdní vzorky byly odebrány k mikrobiologickým analýzám většinou jako průměrné z celé vrstvy ornice. Byly zpracovány nejpozději do 24 hodin po odběru, bez předchozího prosívání. Navážka zeminy k analýze byla 100 g pro vzorek.

Počet mikroorganismů byl stanoven běžnou plotnovou metodou (Řídký, 1964, 1970).

Výzkum zpracování půdy prováděný v polních podmínkách byl doplňován laboratorními modelovými pokusy, při kterých byla podrobněji studována zejména intenzita mikrobiálních přeměn posklizňových zbytků v závislosti na fyzikálních podmínkách prostředí, i možnosti přímého působení těchto zbytků na vzházející následné plodiny. K těmto pokusům probíhajícím v laboratorních i venkovních podmínkách byly používány ponejvíce novodurové válce (průměr 15 cm, výška 30 ev. 15 cm) s přesně stanoveným poměrem zeminy a zbytků a fyzikálními vlastnostmi (objem, hmotnost, vlhkost) upravenými podle potřeby.

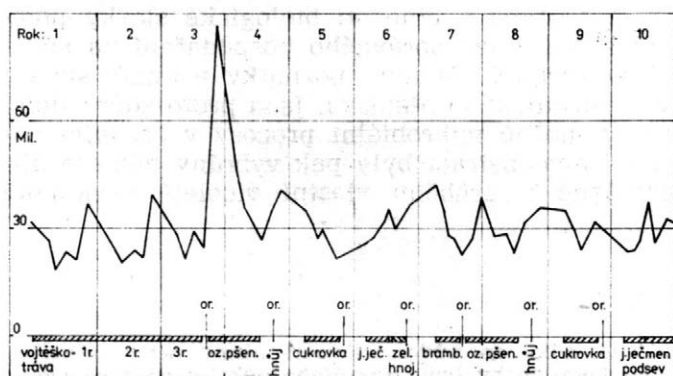
V pojednání jsou uváděny ponejvíce sumarizované výsledky, získané minimálně čtyřletým opakovaným sledováním polních pokusů nebo vícekrát opakovanými pokusy modelovými. Protože tyto výsledky mají sloužit pouze k demonstraci průběhu rozvoje mikroorganismů a k charakteristice vlivu základních faktorů ovlivňujících tyto procesy, byly ze získaného obsáhlého souboru údajů vybrány pouze některé, podle našeho mínění dostatečně názorné charakteristiky a data.

VÝSLEDKY

VLIV PLODINY A JEJÍHO ZAŘAZENÍ

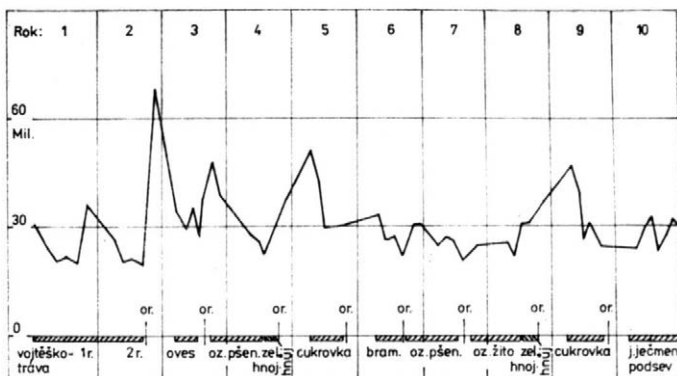
Po čtyřletém orientačním průzkumu provozních osevních postupů v různých půdně-klimatických podmínkách (Řídký, 1958) jsme prošetřovali po pět let (každoročně na všech honech) rozvoj mikroflóry ve výzkumných osevních postupech (A a D) v Pohořelicích, a osm let jsme sledovali stav mikroflóry u osevních postupů (A, B) v Bystřici n. P. Sledování jednotlivých kratších článků osevních postupů probíhalo v Pohořelicích a v Hrušovanech u Brna.

Rozvoj mikroorganismů na honech osevních postupů A a D v průběhu celé jejich rotace je v hrubých rysech zachycen na obr. 1 a 2 (ke zjednodušené charakteristice zde slouží průměr hodnot získaných na



1. Mikroorganismy v půdě pokusného osevního postupu A v Pohořelicích (mil g⁻¹ sušiny půdy; OR – termín orby) – Microorganisms in the soil under experimental crop rotation A at Pohořelice (mil g⁻¹ of soil dry matter; OR – ploughing term)

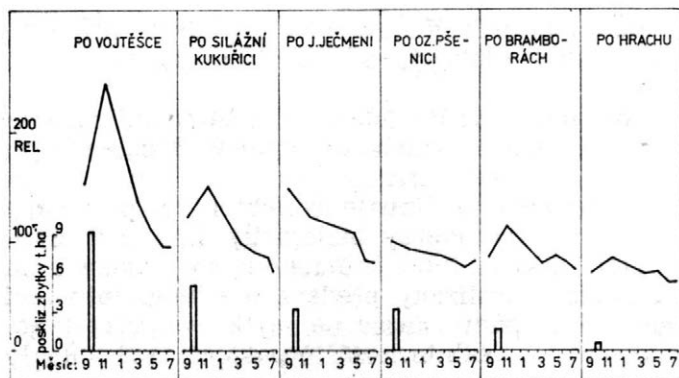
2. Mikroorganismy v půdě pokusného osevního postupu D v Pohorelicích (mil g⁻¹ sušiny půdy; OR — termín orby) — Micro-organisms in the soil under experimental crop rotation D at Pohorelice (mil g⁻¹ of soil dry matter; OR — ploughing term)



Thorntonově živné půdě a na škrobovém agaru). Osevní postup A (obr. 1) je možné označit jako klasický; osevní postup D (obr. 2) má tzv. „dvojitě“ střídání plodin: dvě listové, dvě stébelné, dvě listové.

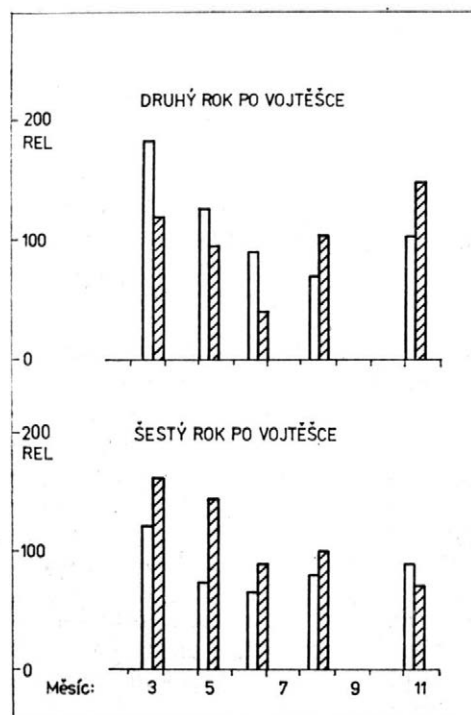
Mikroorganismy u obou osevních postupů vykazují téměř pod všemi plodinami zřetelné minimum v letních měsících, na podzim pak většinou maximum nebo alespoň patrně zvýšený stav, pokud se maximum přesunulo až na jarní měsíce, jak tomu bývá při pozdním zapravení organické hmoty do půdy. V daném případě je tomu tak zejména po zeleném hnojení.

Ze zachyceného stavu mikroorganismů nevyplývá, že by pro některou plodinu byl charakteristický vždy obecně vyšší nebo naopak nižší průměrný stav mikroflóry v půdě jejího stanoviště ve srovnání s průměrem celého osevního postupu. V tomto směru se projevilo mnohem výrazněji právě z a ř a z e n í plodiny za určitou předplodinou nebo sledem předplodin, tedy především její umístění v osevním postupu. Prošetření ukázalo, že je to na prvním místě veškerá organická hmota, která zůstala v půdě po předchozích plodinách, která podle svého množství a kvality ovlivní další rozvoj mikroflóry. Je to zřejmé již z obr. 1 i 2, a zejména pak z obr. 3, který zachycuje množství a rozvoj mikroorganismů (průměr z Thorntonovy živné půdy a na škrobovém agaru) v půdě u ozimé pšenice po různých běžných předplodinách, a zároveň i množství zbytků těchto předplodin v době výsevu pšenice.



3. Mikroorganismy v půdě pod ozimou pšenicí zařazenou po různých předplodinách (mil g⁻¹ sušiny půdy) — Micro-organisms in the soil under winter wheat grown after different forecrops (mil g⁻¹ of soil dry matter)

Posklizňové zbytky mohou ovlivnit půdní mikroflóru ještě i ve vegetačním období druhé následné plodiny. Tak např. v půdě u cukrovky umístěné v rotaci časově dříve po vojtěšce (vojtěška — ozimá pšenice — cukrovka) relativně převažují v první polovině vegetačního období mikroorganismy rozkládající uhlíkaté látky a zejména celulózu nad proteolytickými a amonifikačními bakteriemi. V půdě u cukrovky zařazené v rotaci později (šestý rok) mají téměř po celou vegetační dobu relativní převahu právě posledně uvedené skupiny (obr. 4). Na zastoupení jednotlivých fyziologických skupin mikroflóry mají tedy v prvním případě ještě vliv lignocelulózové pozůstatky po vojtěšce, makroskopicky dobře v půdě indentifikovatelné i v době výsevu cukrovky.



4. Relativní zastoupení celulózolytických mikroorganismů (prázdné sloupce) a proteolytických bakterií (šrafované sloupce) v půdě pod cukrovkou setou ve druhém a šestém roce po vojtěšce (REL 100 představuje průměrnou hodnotu každé skupiny ve sledovaném období) — Relative proportions of cellulolytic micro-organisms (empty columns) and proteolytic bacteria (cross-hatched columns) in the soil under sugar-beet sown the second and sixth year after lucerne (REL 100 represents the average value of each group in the studied period)

Je pozoruhodné, že celkový průměrný stav mikroorganismů při srovnání obou osevních postupů nebyl nijak výrazně rozdílný; ukazují to zsumarizované údaje v tab. I.

Ke zcela obdobným poznatkům vedly údaje o zastoupení mikroorganismů v půdě dvou rozdílných osevních postupů v Bystřici n. P. (tab. I).

Vliv předplodiny na následnou plodinu je v některých případech zvýrazněn možností uvolňování nebo tvorby biologicky účinných látek z posklizňových zbytků, které působí inhibičně na klíčení semen i na další růst plodin. Mohou tak být postiženy především ozimy. Inhibiční efekty vyvolávají např. čerstvě do půdy zapravené zbytky vojtěšky (i jeztele) i slamnaté zbytky nebo sláma obilnin, zvláště pak ječmene (Říd-
k ý, 1969, 1976).

I. Průměrné množství mikroorganismů v půdě dvou rozdílných osevních postupů (na 1 g sušiny půdy) – The average count of micro-organisms in the soils of two different crop rotations (micro-organisms per 1 g of soil dry matter)

Pohořelice	Osevní postup:	A	D
Celulózolytické mikroorganismy	(tis g ⁻¹):	3,48	3,31
Proteolytické bakterie	(mil g ⁻¹):	5,34	4,91
Thorntonův agar	(mil g ⁻¹):	28,5	25,7
Agar s humáty	(mil g ⁻¹):	33,9	31,1
Bystřice n. P.	Osevní postup:	A	B
Celulózolytické mikroorganismy	(tis g ⁻¹):	1,13	1,14
Proteolytické bakterie	(mil g ⁻¹):	2,28	2,17
Thorntonův agar	(mil g ⁻¹):	11,0	9,7
Agar s humáty	(mil g ⁻¹):	9,4	8,7

Vymizení inhibičních účinků je v půdě vázáno na mikrobiální rozrušení fyto toxických látek. V podmínkách, které zabezpečí dostatečně intenzivní rozvoj mikroorganismů, mizí fyto toxicita zbytků vojtěšky po 25 až 30 dnech, u zbytků ječmene asi po 3 měsících.

VLIV HNOJENÍ

Hnojení, které má v rámci osevního postupu své pevné místo, má na rozvoj mikroorganismů vcelku podobné účinky jako posklizňové zbytky předplodin. Z obr. 1 a 2 je patrné, že i zde záleží jak na množství, tak i na kvalitě do půdy zapravené organické hmoty. Tak zelené hnojení zaorané spolu s hnojem (osevní postup D) ovlivnilo stav i rozvoj mikroflóry výrazněji než samotné zelené hnojení (osevní postup A) nebo dokonce jen hnůj (osevní postup A), který vlastně představuje materiál mikrobiálně částečně zpracovaný.

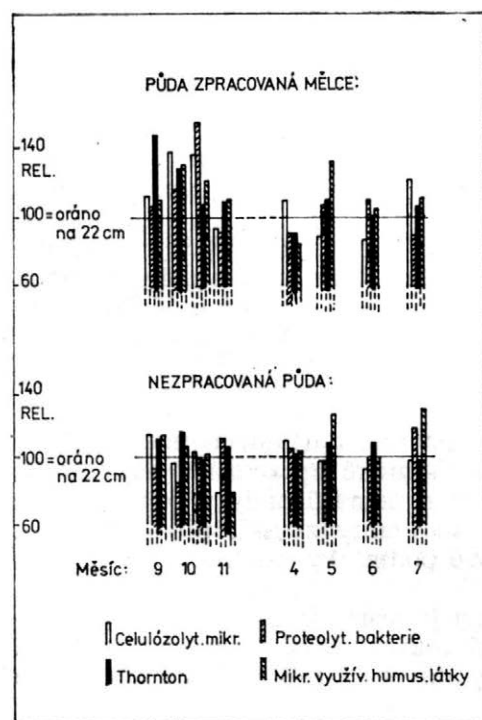
Ovšem ani čerstvě zaoraný hnůj není bez nepříznivých biochemických účinků. Tak polní pokusy nám ukázaly, že u cukrovky rostoucí v těsné blízkosti shluků hnoje klesá váha bulev průměrně o 15 %, a zvyšuje se současně počet mrcasatých jedinců o 17 až 20 %.

VLIV ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Činitelem, který v rámci každého osevního postupu účinně zasahuje do vlastností půdního prostředí, je mechanické zpracování půdy. Znamená obvykle celkovou úpravu fyzikálních poměrů půdy a zejména pak vnesení nebo nové rozmístění organické hmoty zbytků plodin, hnojiv, živin i humusu. To vše pak vytvoří nové podmínky pro rozvoj a činnost půdních mikroorganismů.

Základem soustavy zpracování půdy je orba. Již z obr. 1 a 2 je patrné, že tento každoroční zásah ovlivní rozvoj půdních mikroorganismů v první řadě podle množství a kvality do půdy zapravované organické hmoty.

Zřetelně se však v rozvoji a činnosti mikroflóry může odrazit i hloubka orby. Pokusy ukázaly (Ř í d k ý, 1970), že čím hlubší bylo zpracování půdy, tím více mizely rozdíly v osídlení svrchních, mikroflórou bohatších, a spodních jinak méně osídlených vrstev. Bylo však nutné konstatovat, že zejména při hlubové zaorávce většího množství organické hmoty (např. hnoje) klesala dynamika rozvoje mikroorganismů, snížilo se jejich celkové průměrné množství a zpomalila se mineralizace organické hmoty. Pokusy o prohlubování ornice nepřinesly tedy kladné výsledky z hlediska biologie půdy, ani v jiném směru. Současný stav chemizace a mechanizace výroby umožnil naopak v kukuřičné a řeparské oblasti využít na půdách v dobrém kulturním stavu k některým plodinám osevního postupu (zejména k obilninám) tzv. minimalizaci zpracování půdy, při níž se nahrazuje běžná orba pouhým mělkým zpracováním půdy, v příhodných podmínkách je pak možné provést výsev přímo do nezpracované půdy. Tato minimalizace pochopitelně ovlivní i půdní mikroorganismy. Jejich množství je při minimálním (mělkém) zpracování půdy v podzimních měsících obvykle sice poněkud vyšší než po orbě (obr. 5), mineralizace zbytků je však oproti podmínkám v orané půdě asi o 5 až 7 % nižší. Množství mikroorganismů v nezpracované půdě odpovídá zhruba stavu po orbě (obr. 5), nebo (podle předplodiny) bývá pouze nemnoho nižší, třebaže při setí do nezpracované půdy zůstávají všechny nadzemní části posklizňových zbytků na povrchu půdy. Celková intenzita mineralizace zbytků je za těchto okolností poměrně nízká, takže např. z původního množství zbytků obilnin zůstává po roce nerozloženo ještě 28 %, ze zbytků kukuřice pak asi 13 %, a to vesměs na povrchu půdy. Nižší podíl mineralizované hmoty zbytků není z pěstitelského hle-



5. Relativní zastoupení mikroorganismů v půdě pod ozimou pšenicí po minimálním zpracování a po setí do nezpracované půdy (zpracování půdy orbou = 100) — Relative proportions of microorganisms in the soil under winter wheat after minimum cultivation and after sowing in uncultivated soil (cultivation by tillage = 100)

diska na závalu, poněvadž k zabezpečení výživy plodin plně stačí minerální hnojení v dávkách dnes běžně užívaných. Minimalizace má však kladné účinky na některé významné faktory půdní úrodnosti, jako např. na vláhové poměry, strukturu půdy, a zejména pak na půdní humusový fond (Řídký, 1975; Juřenčák, 1978). Např. zásoba humusu (ve vrstvě 0 až 30 cm) pod ozimou pšenicí setou do nezpracované půdy po bobu byla běžně vyšší o 5,6 t na ha, po silážní kukuřici dokonce o 6,7 t na ha než v půdě orané, což je jistě přínosem pro celkovou úrodnost půdy.

Půdní prostředí je možné mechanicky upravovat nejen kypřením, ale naopak i utužováním zpracované půdy (těžkými válci). Tímto opatřením, prováděným po zasetí obilnin zejména v sušších oblastech, se zvýší kontakt semen — a obdobně i zapravené organické hmoty — s půdou. Zlepší se tím rovněž vodní režim, což vede nejen k rychlejšímu vzcházení ozimů, ale i k intenzivnějším mikrobiálním přeměnám zapravené organické hmoty s preferencí humifikace. Dokládají to rovněž i výsledky našich modelových pokusů, zachycené v tab. II. Je z nich zřejmé, že v půdním prostředí s vyšší objemovou hmotností mají mikrobiální přeměny zbytků, příznivější charakter ve směru mineralizace a humifikace než v půdě kypřé.

II. Vliv odstupňované objemové hmotnosti půdy na mikrobiální přeměny posklizňových zbytků pšenice (po šesti měsících rozkladu v hlinité černozemi při vlhkosti 16 % hmot) — The effect of graded volume weight of the soil on the microbial changes of post-harvest residues of wheat (after six-month decomposition in loamy chernozem at a moisture content of 16 weight %)

Objemová hmotnost redukována (g cm^{-3})	0,9	1,05	1,20	1,35	1,50
Rozložené zbytky ozimé pšenice (%)	69	73	76	80	82
Humus v půdě (% hmotnosti)	2,25	2,29	2,39	2,40	2,31

VLIV TERMÍNU AGROTECHNICKÉHO ZÁSAHU

Dalším významným prvkem usměrňujícím v rámci osevního postupu činnost půdních mikroorganismů jsou termíny agrotechnických opatření, a zvláště pak termíny zásahů, při kterých je do půdy vnášeno větší množství organické hmoty. Převážnou většinou se tak děje při podzimní základní přípravě půdy. Je zřejmé, že čím později je zásah proveden, tím méně se mohou do zimního přerušení biologické činnosti rozvinout mikrobiální procesy mineralizace, humifikace, i procesy uvolňování a rozkladu biologicky účinných látek. Tak ze zbytků vojtěšky zaoraných v hlinité černozemi v polovině srpna je koncem listopadu rozloženo již 34 %, při zaorávce koncem září ale jen 2 až 3 %. Může tak, na podzim i na jaře, lehce dojít k souběhu vysoké intenzity mikrobiální činnosti v půdě, přitom však nedostatečného podílu mikrobiálně již přeměněné hmoty, a potřeby intenzivně rostoucích plodin (zejména ozimů) mít prostředí mikrobiálně již připravené, „zralé“, tedy s dostatečnou zásobou živin v přístupné formě a bez rušivých biochemických i fyzikálních

vlivů posklizňových zbytků. Uvedený souběh má povětšinou nepříznivou odezvu v růstu a ve výnose plodin, a může tak být snížena i celkově dobrá předplodinová hodnota některých plodin (např. vojtěšky). Je tedy nutné termín zpracování půdy volit s plným přihlédnutím k biologii půdy a skladbě osevního postupu.

DISKUSE

Pořádek střídání plodin daný osevním postupem vytváří základní osnovu přísunu organické hmoty do půdy a tím podklad pro rozvoj a činnost mikroorganismů. Přímý vliv určité plodiny v době její vegetace na mikroorganismy půdního stanoviště je v podmínkách osevního postupu nesnadno identifikovatelný. Jsou to teprve posklizňové zbytky, které ovlivní zřetelně a specificky rozvoj mikroorganismů. Vliv plodiny tím zpravidla přesáhne do vegetačního období plodiny následné, a někdy ještě i k další plodině. Obdobně působí i každé organické hnojení.

Rychlost a směr mikrobiálních přeměn posklizňových zbytků i organické hmoty hnojiv, tedy zejména mineralizace a humifikace, i souběžné uvolňování a rozklad řady biologicky působících látek závisí vedle množství a kvality zbytků zanechaných plodinou především na zpracování půdy. Podle způsobu a hloubky zpracování je rozmístěna v profilu půdy organická hmota; je-li zaklopena hlouběji než na běžnou hloubku ornice nebo naopak ponechaná na povrchu půdy, je obvykle rychlost její mineralizace snížena. Orbu na běžnou hloubku, nezbytnou pro okopaniny, je možné pro některé plodiny, zejména pro obilniny, nahradit pouhým mělkým zpracováním půdy, v příhodných agroekologických podmínkách i setím do nezpracované půdy. Tato minimalizace zpracování nemá za následek patrnější snížení počtu mikrobů v půdě, přestože vede ke zpomalení mineralizace zejména té části zbytků, která zůstala na povrchu půdy. Významné je, že v obou případech, a zvláště pak u nezpracované půdy, je kladně ovlivněn půdní humusový fond. Poněvadž konstatované zpomalení mineralizace nemá při současné hladině minerálního hnojení nepříznivou odezvu ve výživě rostlin, znamená preferovaná humifikace přínos pro zabezpečení půdní úrodnosti. Obdobného efektu je možné dosáhnout zejména v sušších oblastech také u zpracované kypré půdy její utužením. V rámci osevního postupu bude tedy výhodné podle střídání plodin třídat i hloubku a způsob zpracování půdy.

Dalším faktorem ovlivňujícím v rotaci osevního postupu mikrobiální procesy a jejich výsledky je termín zpracování půdy. Plodina vyžaduje již od výsevu a klíčení půdní prostředí pokud možno bez rušivých faktorů jako jsou např. fyto toxické látky zbytků nebo i biologické blokování nedostatkových živin. Proto je třeba, aby termín zapravení organické hmoty do půdy byl volen tak, aby ještě před výsevem plodin proběhl alespoň mikrobiální rozklad látek lehce uvolnitelných ze zbytků.

Z uvedeného tedy vyplývá, že stav a rozvoj mikroorganismů v osevním postupu nemusí a nemá mít jen pasívní charakter vtisknutý zařazovanými plodinami, ale že je v agrotechnických opatřeních celá řada konkrétních možností tento rozvoj aktivně ovlivňovat ke zvyšování úrodnosti půdy i výnosů v celém osevním postupu.

Literatura

- JURENČAK, J.: Půdní úrodnost při nové agrotechnice obilnin. *Úroda*, 1978, č. 10, s. 436-438.
- ŘÍDKÝ, K.: Vliv různých plodin, především vojtěškotrávních a jetelotrávních směsek na úrodnost půdy a výnos následné plodiny v osevních postupech v různých výrobních typech z hlediska biologické činnosti půdy. In: *Soustava základních agrotechnických opatření v rostlinné výrobě*. Praha 1958, s. 212-234.
- ŘÍDKÝ, K.: Vliv předplodin na ozimou pšenici. II. Význam půdní mikroflóry. *Rostl. Výroba*, 10, 1964, č. 8, s. 785-796.
- ŘÍDKÝ, K.: Vliv posklizňových zbytků vojtěšky na vzcházení oz. pšenice. II. část. *Rostl. Výroba*, 15, 1969, č. 2, s. 163-171.
- ŘÍDKÝ, K.: Studie o významu různé hloubky orby pro plodinu a půdu. III. Půdně-mikrobiologické závěry. *Rostl. Výroba*, 16, 1979, č. 3, s. 249-254.
- ŘÍDKÝ, K.: Půdní prostředí z hlediska fyzikálních vlastností půdy a jeho vliv na biologické a chemické procesy v půdě ve vztahu k reakci zemědělských plodin. [Závěrečná syntetická zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1975.
- ŘÍDKÝ, K.: Fytotoxicita zbytků ječmene při různém zpracování půdy. *Rostl. Výroba*, 22, 1976, č. 5, s. 525-535.

Došlo dne 4. 7. 1979

РЖИДКИ, К. (НИИ основной агротехники, Грушованы у Брно): Севообороты и активность почвенных микроорганизмов. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (11): 1123-1132.

На основе результатов микробиологического исследования севооборотов и исследования способов почвообработки выделены главные факторы, обуславливающие развитие и активность почвенных микроорганизмов во всем цикле севооборота. Влияние самой культуры в ходе ее вегетации в данном случае трудно определить. Лишь послеуборочные остатки воздействуют явно и специфическим способом на микрофлору вплоть до вегетационного периода последующей культуры. Аналогично влияет и органическое удобрение. Другой фактор, явно влияющий на процессы севооборотов, — это способ, глубина почвообработки под отдельными культурами. Элементы минимизации несколько позволяют регулировать отношение между минерализацией и гумификацией. Срок почвообработки ограничивает время для микробного упорядочения почвенной среды с органическими остатками в целях обеспечения спокойного прорастания и роста культур. Следовательно, развитие микроорганизмов в рамках севооборота можно в значительной мере регулировать с помощью агротехнических мероприятий.

севооборот; пожнивные остатки; почвообработка; развитие микроорганизмов

ŘÍDKÝ, K. (Agricultural Research Institute, Hrušovany u Brna): *Crop Rotations and the Activity of Soil Micro-organisms*. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (11): 1123-1132.

The results of the microbiological research on crop rotations and research on the methods of soil cultivation were used for determining the main factors influencing the development and activity of soil micro-organisms throughout the rotation. The influence of the crop itself during vegetation is hard to define in this respect. Only do post-harvest residues exert a marked and specific influence on the development of microflora. Their effect almost always remains present in the growing season of the next crop. Organic manuring acts similarly. Another factor exerting a marked influence on the processes which take place during the crop rotation is the depth of soil cultivation for different crops. The minimization methods practised in soil cultivation offer some possibility of adjusting the relations of mineralization and humification. The term of soil cultivation determines the time period for the microbiological adjustment of the soil environment with organic residues for securing undisturbed germination and growth of crops. Hence the development of micro-organisms in crop rotation can be regulated, to an appreciable extent, by cultural practices.

crop rotation; post-harvest residues; soil cultivation; development of micro-organisms

ŘÍDKÝ, K. (Forschungsinstitut für grundlegende Agrotechnik, Hrušovany u Brna): *Die Fruchtfolgen und Tätigkeit der Bodenmikroorganismen*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1123-1132.

Auf Grundlage der Ergebnisse der mikrobiologischen Forschung der Fruchtfolgen und der Forschung der Bodenbearbeitungsverfahren wurden die grundlegenden Faktoren abgegrenzt, die die Entwicklung und Tätigkeit der Bodenorganismen in der gesamten Fruchtfolgerotation beeinflussen. Einfluß der Fruchtart selbst während ihrer Vegetationsperiode ist in dieser Hinsicht schwer identifizierbar. Erst die Ernterückstände beeinflussen die Entwicklung der Mikroflora deutlich und spezifisch. Ihr Einfluß geht fast immer über die Vegetationsperiode der Nachfrucht oder Nachfrüchte. Ähnlich wirkt auch die organische Düngung. Einen weiteren Faktor, der die Prozesse in der Fruchtfolge deutlich beeinflußt, stellt das Verfahren, vor allem die Tiefe der Bodenbearbeitung für die einzelnen Fruchtarten dar. Die Ausnutzung der Elemente der Minimierung bringt eine bestimmte Möglichkeit mit sich, das Verhältnis der Mineralisierung und Humifizierung zu beeinflussen. Und schließlich wird durch den Termin der Bodenbearbeitung der Zeitabschnitt für die mikrobielle Regulierung des Bodenmilieus mit organischen Rückständen abgegrenzt, mit dem Ziel, ungestörte Keimung und Wachstum der Pflanzen zu gewährleisten. Die Entwicklung der Mikroorganismen im Rahmen der Fruchtfolge ist also im beträchtlichen Maße durch die agrotechnischen Maßnahmen regulierbar.

Fruchtfolge; Ernterückstände; Bodenbearbeitung; Entwicklung der Mikroorganismen

Adresa autora:

RNDr. Karel Řídký, CSc., Výzkumný ústav základní agrotechniky, 664 62 Hrušovany u Brna

JÍLOVÉ MINERÁLY JAKO FAKTOR OVLIVŇUJÍCÍ STABILIZACI SUBSTRÁTU

J. Nováková

NOVÁKOVÁ, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbátka) : *Jílové minerály jako faktor ovlivňující stabilizaci substrátu*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1133-1137.

V modelových pokusech jsme sledovali vliv bentonitu na stabilizaci substrátu. Organické látky půdních vzorků obohacených škrobem a kompostů z městských odpadů byly mineralizovány mnohem rychleji v prvních dnech inkubace, jestliže byl přítomen bentonit. Bentonit způsobil postupnou stabilizaci substrátu, zřejmě ovlivněním metabolických procesů mikroflóry v půdě a v kompostech. Vliv bentonitu byl tím větší, čím větší bylo jeho množství v prostředí.

bentonit; stabilizace substrátu; metabolické procesy mikroflóry

Vliv bentonitu a zvláště montmorillonitu na mikrobiologické a biochemické procesy v půdě je znám a řadou autorů z mnoha hledisek zpracován (Káš et al., 1969; Lynch et al., 1956, 1957; Lynch a Cotnoir, 1956; Nováková, 1972, 1974; Kubista, 1972; Stotzky a Rem, 1966; Kunc a Stotzky, 1974).

Cílem této práce je přispět k lepšímu poznání vlivu bentonitu na stabilizaci organické hmoty v půdě a v kompostech z městských odpadů.

MATERIÁL A METODY

Písčítá zemina (drnová půda z lokality Červené písky), prosátá na 2 mm sítu, byla obohacena 1 % škrobu. Do jednotlivých variant bylo přidáno 0, 3, 8 a 13 % bentonitu. Zemina byla ovlhčena na 20 % vlhkost a celý pokus inkubován 23 dnů při 28 °C.

Modelové komposty z městských odpadů byly připraveny z pevných městských odpadů (45 %), z polotekutých kalů (20 %), rašeliny (15 %), lignitu a kůry (10 %). Do kompostů jsme přidávali 0 nebo 10 % bentonitu.

Ve všech pokusech byl použit braňanský bentonit, frakce < než 2 µm, který obsahuje 62 % montmorillonitu.

Stabilizaci substrátu v průběhu inkubace jsme určili respiračním testem provedeným v pravidelných časových intervalech metodou podle Nováka a Apfelthalera (1964).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Respirace půdních vzorků byla v průběhu celé inkubace relativně vysoká. V prvních fázích inkubace se uvolnilo ze 100 g půdy v průměru

1,28 mg CO₂, po třech týdnech se uvolnilo ze stejného množství vzorku v průměru 0,92 mg CO₂ za hodinu. Přídavek bentoninu (tab. I) zvýšil mineralizaci organické hmoty úměrně s jeho přidaným množstvím. Počáteční stimulační efekt bentoninu se snižuje a po týdenní inkubaci se ve všech variantách s bentonitem mineralizuje menší množství organické hmoty než v kontrolní variantě.

I. Vliv stoupající dávky bentonitu na bazální respiraci půdy (mg CO₂/100 g/hodinu) — The effect of gradated bentonite doses on the basal respiration of soil (mg CO₂/100 g/h)

% přidaného bentonitu	Dny inkubace						
	2	4	8	12	15	19	23
0	1,28	1,43	2,85	1,96	0,98	1,70	0,92
3	1,65	1,94	1,72	1,28	0,98	0,65	0,91
8	2,98	2,51	0,91	0,86	0,69	0,56	0,35
13	4,06	2,33	0,56	0,42	0,37	0,39	0,34

Stabilizační efekt bentonitu na organickou hmotu se zvyšuje, stejně jako jeho stimulační vliv na mineralizaci substrátu, s jeho koncentrací.

Našimi výsledky by se mohla vysvětlit rozdílná zjištění různých autorů a stimulační vliv bentonitu na mikrobiální přeměny organických látek na jedné straně (Esterman et al., 1959; Stotzky a Rem, 1966; Nováková, 1967, 1968; Kubista, 1969; Zvyagintsev a Velikanov, 1968) a zvyšující se odolnost sorbovaných organických látek vůči mikrobiálnímu rozkladu na straně druhé (Lynch a Coitnoir, 1956; Lynch et al., 1957; Pinck a Allison 1951, 1954; Greenland, 1965a, 1965b).

Přítomnost jílu ovlivnila půdní procesy ve směru stabilizace přítomných organických látek. Stabilizace substrátu může být vysvětlena buď přímým působením jílu na půdní vlastnosti, nebo působením jílu na přeměny substrátu v půdě.

II. Vliv stoupající dávky bentonitu na potenciální respiraci (s přidavkem glukózy a dusíku) půdy (mg CO₂/100 g/hodinu) — The effect of gradated bentonite doses on the potential respiration (with glucose and nitrogen supplement) of soil (mg CO₂/100 g/h)

% přidaného bentonitu	Dny inkubace						
	2	4	8	12	15	19	23
0	4,13	4,51	5,69	5,46	4,72	3,95	3,75
3	12,53	11,40	12,03	14,48	8,26	9,90	10,49
8	16,34	16,04	12,26	17,86	13,75	13,85	14,90
13	17,39	15,13	11,30	13,23	13,49	15,87	16,72

Přihlédneme-li k výsledkům respirace půdních vzorků s glukózou a dusíkem (tab. II), je druhé vysvětlení pravděpodobnější.

Čerstvě přidaná glukóza je metabolizovaná v jednotlivých variantách stejně intenzívně v průběhu celé inkubace. Stabilita půdní organické hmoty, jak je vidět z tab. III, velmi výrazně stoupá v průběhu inkubace.

III. Poměr potenciální respirace vzorku k její bazální respiraci (NG : B), který udává stabilizaci substrátu — The ratio of the potential respiration of samples to their basal respiration (NG : B), expressing the substrate stabilization

% přidaného bentonitu	Dny inkubace						
	2	4	8	12	15	19	23
0	3,23	3,15	1,99	2,78	4,82	2,32	4,07
3	7,59	5,88	6,99	11,31	8,43	15,23	11,53
8	5,48	6,39	13,47	20,77	19,93	24,73	42,57
13	4,28	6,49	20,18	31,50	37,47	40,69	49,18

IV. Bazální respirace vzorků kompostu (kontrola) a kompostu s bentonitem (10 % bentonitu) (mg CO₂/100 g/hodinu) — The basal respiration of compost samples (control) and bentonite-enriched compost (10 % of bentonite) (mg CO₂/100 g/h)

% přidaného bentonitu	Dny inkubace							
	0	17	25	39	53	62	68	81
Kontrolní kompost	5,43	1,08	1,14	0,74	1,28	1,01	0,97	0,97
Kompost s bentonitem	6,68	1,63	1,08	1,07	1,04	0,98	0,82	0,63

V. Poměr potenciální respirace s přidávkou glukózy a dusíku k bazální respiraci vzorků kompostů (NG : B) — The ratio of potential respiration with glucose and nitrogen supplement to the basal respiration of compost samples (NG : B)

	Dny inkubace							
	0	17	25	39	53	62	68	81
Kontrolní kompost	8,22	5,26	2,85	8,22	4,14	3,54	3,80	5,13
Kompost s bentonitem	4,78	9,10	12,82	13,20	7,37	8,31	8,86	15,80

Podobné výsledky byly získány i v pokusech s komposty (tab. IV a V).

Přídavek bentonitu nezměnil mineralizaci organické hmoty v prvních fázích kompostování, ale poměr respirace vzorků s přidávkou glukózy a dusíku k respiraci neobohacených vzorků, který indikuje stabilitu, substrátu, byl malý. V průběhu zrání kompostů však stabilita orga-

nických látek v kompostech s bentonitem stoupla jak ve srovnání s počátkem zrání kompostů, tak ve srovnání s kontrolní variantou bez bentonitu.

Závěrem lze konstatovat, že jíl bezpochyby ovlivňuje využitelnost substrátu a tím výživu mikrobů přímo. Nicméně je zřejmé, že nepřímé efekty jílu na fyziologické procesy mikroflóry jsou stejně významné a možná, že dokonce mají obecnější platnost.

Literatura

- ESTERMANN, E. F. — PETERSON, G. H. — MCLAREN, A. D.: Digestion of clay-protein and silica-protein complexes by enzymes and bacteria. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 23, 1959, s. 31-35.
- GREENLAND, J.: Interaction between clays and organic compounds in soils. a) Part I. Mechanisms of interaction between clays and defined organic compounds. *Soil and Fertilizers*, 5, 1965, s. 415-424.
- GREENLAND, D. J.: Interaction between clays and organic compounds in soils. b) Part II. Adsorption of soil organic compounds and its effect on soil properties. *Soil and Fertilizers*, 6, 1965, s. 521-532.
- KÁŠ, V. — NOVÁKOVÁ, J. — FILIP, Z. — KUBISTA, K. — ŠÍŠA, R.: K problematice působení jílových minerálů na biologickou složku půdy. *Biologické listy*, 24 (1), 1969, s. 12-21.
- KUBISTA, K.: Effect of organic matter, aeration and bentonite on microorganisms and plants. *Symp. Biol. Hung.*, 11, 1972, s. 229-235.
- KUBISTA, K.: The influence of bentonite and of aeration on the dynamics of the development of microorganisms in the case of decomposition of lucerne in a sand culture. *Rostl. Výroba*, 15, 1969, č. 2, s. 221-228.
- KUNC, F. — STOTZKY, G.: Effect of clay minerals on heterotrophic microbial activity in soil. *Soil Sci.*, 118, 1974, s. 186-195.
- LYNCH, D. L. — COTNOIR, L. J.: The influence of clay minerals on the breakdown of certain organic substances. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 20, 1956, s. 367-370.
- LYNCH, D. L. — WRIGHT, L. M. — COTNOIR, L. J.: The adsorption of carbohydrates and repeated compounds on clay minerals. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 20, 1956, s. 6-9.
- LYNCH, D. L. — WRIGHT, L. M. — HEARNE, E. F. — COTNOIR, L. J.: Some factors affecting the adsorption of cellulose compounds, pectins and hemicellulose compounds on clay minerals. *Soil Sci.*, 84, 1957, s. 113-126.
- NOVÁK, B. — APFELTHALER, R.: Příspěvek k metodice stanovení respirace jako indikátoru mikrobiologických pochodů v půdě. *Rostl. Výroba*, 10, 1964, č. 2, s. 145-150.
- NOVÁKOVÁ, J.: Comparison of kaolinite and bentonite on substrate concentration effect. *Zbl. Bakt.*, 112, 1974, s. 422-429.
- NOVÁKOVÁ, J.: Einfluß der Tonminerale auf die mikrobiologische Aufnehmbarkeit der Glyziden und N-haltigen Stoffe. I. Mitteilung: Ausnützung der Glukose durch die komplexe Bodenmikroflora in Sandkulturen. *Zbl. Bakt.*, 112, 1968, s. 233-241.
- NOVÁKOVÁ, J.: Relationship between the decomposition of glucose by soil microorganisms and the growth curve of *E. coli* as influenced by clay minerals. *Symp. Biol. Hung.*, 11, 1972, s. 159-165.
- NOVÁKOVÁ, J.: The effect of different amounts of bentonite and kaolinite on the decomposition of glucose. *Studies about humus. Transact. of the inter. symp. „Humus et Planta“ Praha 1967.*
- PINCK, L. A. — ALLISON, P. E.: Resistance of a protein-montmorillonite complex to decomposition by soil microorganisms. *Science*, 114, 1951, s. 130-131.
- PINCK, L. A. — DYAL, P. R. — ALLISON, F. E.: Protein-montmorillonite complexes, their preparation and the effect of soil microorganisms on their composition. *Soil Sci.*, 78, 1954, s. 109-118.
- STOTZKY, G. — REM, L. T.: Influence of clay minerals on microorganisms. I. Montmorillonite and kaolinite on bacteria. *Canadian J. of Microbiology*, 12, 1966, s. 547-563.
- ZVYAGINTSEV, D. G. — VELIKANOV, L. L.: Vlijanije počv i glinistych mineralov na aktivnost gljukozooksidazy i invertazy. *Počvovedenije*, 6, 1968, s. 100-105.

НОВАКОВА, Й. (Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол): **Илистые минералы как фактор влияющий на стабилизацию субстрата.** Rostl. Výroba, 26, 1979 (11): 1133-1137. В ходе модельных опытов определяли влияние бентонита на стабилизацию субстрата. Органические вещества почвенной пробы обогащенных крахмалом и компостов из городских отходов, минерализовались гораздо быстрее в первые дни инкубации, если присутствовал бентонит. Бентонит постепенно стабилизирует субстрат, воздействуя, очевидно, на метаболические процессы в почве и компостах, причем тем сильнее, чем больше его содержится в среде.

бентонит; стабилизация субстрата; процессы метаболизма микрофлоры

NOVÁKOVÁ, J. (University of Agriculture, Praha - Suchdol). *Clay Minerals as a Factor Influencing Substrate Stabilization.* Rostl. Výroba, 25, 1979 (11): 1133-1137.

The effect of bentonite on substrate stabilization was studied in model experiments. The organic substances of starch-fortified soil samples and household waste composts were mineralized more rapidly in the first days of incubation if bentonite had been added. Bentonite induced gradual stabilization of the substrate, probably by influencing the metabolic processes of microflora in the soil and composts. The higher the concentration of bentonite in the environment, the stronger its action.

bentonite; substrate stabilization; metabolic processes of microflora

NOVÁKOVÁ, J. (Hochschule für Landwirtschaft, Praha - Suchdol): *Lehmige Minerale als Substratstabilisierung beeinflussender Faktor.* Rostl. Výroba, 25, 1979 (11): 1133-1137.

In den Modellenversuchen untersuchten wir den Einfluß des Bentonits auf die Stabilisierung des Substrates. Die organischen Stoffe der Bodenproben mit Stärke-zusatz und Komposte aus den städtischen Abfällen wurden in den ersten Tagen der Inkubation ziemlich schneller mineralisiert, wenn auch der Bentonit anwesend war. Bentonit verursachte eine stufenweise Stabilisierung des Substrates, wahrscheinlich durch die Beeinflussung der metabolischen Prozesse der Bodenmikroflora und der Komposte. Der Einfluß des Bentonits war je größer, desto größer sein Gehalt im Milieu war.

Bentonit; Stabilisierung des Substrates; metabolische Prozesse der Mikroflora

Adresa autora:

RNDr. Jitka Nováková, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchdol

RECENZE

ABFÄLLE AUS DER TIERHALTUNG

— ANFALL, UMWELTBELASTUNG, BEHANDLUNG, VERWERTUNG —

Dieter Strauch, Wolfgang Baader, Cord Tietjen

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1977

Kniha přináší kromě základních údajů o produkci, vlastnostech a přeměnách kejdý závažné informace o hygienických vlastnostech exkrementů zvířat a zdrojích potenciálního ohrožení prostředí při použití exkrementů ke hnojení. Zahrnuje ovlivnění nejen půd a vod, ale též vzduchu. V technologicky zaměřených kapitolách jsou uvedeny možnosti odstranění závadnosti živočišných exkrementů a silážních šťáv při různých způsobech ošetření. Čtenář se rovněž poučí o úrovni zákonné ochrany prostředí v NSR v souvislosti s výstavbou podniků živočišné výroby.

Kniha je členěna do 10 kapitol, má 383 stran, 165 vyobrazení a 97 tabulek. Každá kapitola je vybavena souhrnem literatury.

Kapitoly:

- A) Složení, vlastnosti a chování exkrementů
 - 1. Produkce hnoje, močůvky
 - 2. Složení, druh, podíly
 - 3. Biologické a chemické přeměny v půdě
 - 4. Obsah patogenních organismů — epidemiologie
 - 5. Znečištění vzduchu exkrementy (plynné látky, prachové částice, zárodky)
- B) Jímání, transport a skladování exkrementů (stáj, mimo stáj)
- C) Úprava exkrementů
 - 1. Předpoklady a cíle
 - 2. Biologické postupy (aerobní způsoby, kvašení)
 - 3. Fyzikální postupy (mechanické dělení, sušení)
- D) Vyskladnění exkrementů
- E) Působení exkrementů na půdu, rostliny, vody
 - 1. Hranice využití rostlinami
 - 2. Hranice příjmu a přeměn půdou
 - 3. Znečištění vody
- F) Hygienické problémy při získávání, zpracování a využití exkrementů
Odstranění závadnosti skladováním, rozkladem organických látek v tekutém hnoji při vzduchování, kvašením, aerobním zpracováním tekutých látek, fyzikálními postupy, ošetřením chemikáliemi
- G) Zápach z živočišné produkce
 - 1. Vyhodnocení zápachů
 - 2. Úprava vzduchu při odstraňování zápachu
 - 3. Regulace a řízení vzduchovacích zařízení ve vztahu k emisní rychlosti odpadního vzduchu
- H) Silážní šťávy
 - 1. Druh a množství
 - 2. Látkové složení a zpracování v čistících zařízeních
 - 3. Působení na půdu a rostliny
 - 4. Ostatní zpracování
- J) Právní předpisy, ochrana prostředí před znečištěním půdy a vod zvířecími exkrementy a před emisemi zápachu, prachu a zárodků z živočišné výroby
- K) Problémy určení stanoviště

Ing. Roman Apfelthaler, CSc.,
Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně

EKOLOGIE FYTOPATOGENNÍCH MIKROORGANISMŮ VYSKYTUJÍCÍCH SE V PŮDĚ

M. Staněk

STANĚK, M. (Mikrobiologický ústav ČSAV, Praha): *Ekologie fytopatogenních mikroorganismů vyskytujících se v půdě*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1139-1146.

V krátké studii je učiněn pokus o popis vývoje a současného stavu výzkumu fytopatogenních mikroorganismů vyskytujících se v půdě se zřetelem k zaměření činnosti československých mikrobiologických a fytopatologických pracovišť.

fytopatogeni v půdě; biologická ochrana; interakce fytopatogenů; interakce mikroorganismů; rhizosféra

V roce 1954 navrhl profesor dr. ing. Václav Káš, dopisující člen ČSAV, aby bylo zařazeno do tématických okruhů problematiky půdní mikrobiologie studium ekologie fytopatogenních mikroorganismů vyskytujících se v půdě. Upozornil na jeho praktický význam a podporoval vývoj tohoto vědního úseku v následujícím období.

V krátké studii je učiněn pokus o ilustraci vývoje a současného stavu studia ekologie fytopatogenních mikroorganismů vyskytujících se v půdě se zřetelem k zaměření činnosti československých mikrobiologických a fytopatogenních pracovišť.

Před 25 roky se konala za mezinárodní účasti první celostátní konference československých půdních mikrobiologů, jejíž duchovním otcem byl prof. dr. ing. V. Káš, DrSc., dopisující člen ČSAV. V návrhu tématických okruhů této konference doporučil prof. Káš zařadit skupinu referátů na společné téma „Úkoly půdní mikrobiologie ve fytopatologické praxi“ a požádal mne, abych zpracoval přehlednou zprávu o stavu tehdejších poznatků v této oblasti. V úctě vzpomínáme jasnozřivosti prof. Káše, který v době, kdy existovalo pouze několik desítek publikací týkajících se mikrobiologických problémů ve fytopatologické praxi, postřehl význam perspektiv pracovních směrů působících na hranicích půdní mikrobiologie a fytopatologie. V šedesátých letech se totiž začal skutečně formovat na mezinárodní úrovni speciální vědní úsek označovaný jako „ekologie (biologie) fytopatogenů vyskytujících se v půdě“ („ecology of soil-borne plant pathogens“), který se v současnosti uplatňuje při řešení mnoha hospodářsky důležitých výzkumných úkolů a prezentuje výsledky velkého počtu autorů na světových kongresech a sympozích.

V předložené stručné studii je učiněn pokus o ilustraci vývoje a současného stavu tohoto vědního úseku, jehož rozvíjení na našich pracovištích prof. Káš podporoval až do pozdního věku cennými podněty a radami, s přihlédnutím k dříve vytyčeným směrům výzkumu (Staněk, 1955).

1. Definice a cíle studia ekologie fytopatogenů vyskytujících se v půdě; jeho historie

Ekologii fytopatogenů vyskytujících se v půdě lze chápat jako interdisciplinární vědní úsek zabývající se zkoumáním výskytu a funkce fytopatogenních mikroorganismů v půdě, rhizosféře a v kořenech rostlin a studiem jejich interakcí s fyzikálními a chemickými faktory v půdě, mikroorganismy a rostlinami. K dosažení cílů zkoumání se využívá poznatků biochemie, fyziologie a ekologie mikroorganismů a rostlin, rostlinné anatomie, patologie a řady dalších disciplín.

Cílem studia je zjištění podkladů k biologickým metodám ochrany rostlin, zvl. proti chorobám kořenů. Biologickou ochranou se rozumí způsob boje proti fytopatogenům prostřednictvím činnosti žijících mikroorganismů, příp. makroorganismů. Garrett (1965) vylučuje z této definice hostitelskou rostlinu, patogenního či škodlivého činitele a přímý mechanický zásah člověka. Pod pojmem biologické ochrany tudíž nezahrnuje např. šlechtění rostlin na rezistenci. Metody navrhované k využití biologického boje dělí Garrett (1965) do skupin:

1. Inokulace prostředí nebo rostlinné tkáně antagonisty.
2. Modifikace půdního prostředí:
 - a) přímým působením na aktivitu parazita;
 - b) přímým působením na schopnost přežívání parazita v půdě;
 - c) nepřímým působením — např. ovlivněním rezistence hostitele podmínkami prostředí.
3. Změny v prostředí navozené tepelným či chemickým ošetřením půdy.
4. Selektivním nebo neselektivním působením kořenového systému — např. využitím tzv. návnadových rostlin proti hádátkům.

Snaha po aplikaci biologických metod ochrany kořenů rostlin proti chorobám způsobených fytopatogenními bakteriemi, houbami, hádátky a jinými biogenními činiteli, je zdůvodněna obtížemi při aplikaci čistě chemických a fyzikálních způsobů ochrany, nebezpečím zvýšené kontaminace prostředí cizorodými látkami a zvýšením škodlivosti chorob kořenů, ke kterému dochází při intenzifikaci a koncentraci pěstování hospodářsky významných rostlin. Je známo, že houby pronikaly do podzemních částí rostlin již v prvních etapách jejich vývoje na souši, před 230 milióny lety (Osborn, 1909 — cit. Baker a Snyder, 1965). V průběhu miliónů let se vytvářela v prostředí půdy a rhizosféry přirozená rovnováha mezi rostlinami, fytopatogeny a dalšími složkami ekosystému, která se přizpůsobovala relativně pomalu probíhajícím změnám při vývoji organismů i klimatu. Tato rovnováha byla narušena a vliv biologických složek ekosystému vytvářejících přirozenou ochranu rostlin byl omezen, když před osmi až devíti tisíci roky začal člověk pěstovat rostliny a zvl. v moderní době intenzivní zemědělské výroby. Cílem studia ekologie fytopatogenů vyskytujících se v půdě je obnovení této rovnováhy za použití zmíněných metod.

Historie studia fytopatogenních mikroorganismů vyskytujících se v půdě se zaměřením na biologickou ochranu proti nim je velmi krátká. Hartley (1921) a někteří jiní autoři uvažovali o možnosti inokulace půdy nebo rostlin antagonisticky účinnými saprofyty; první, který vyslovil předpoklad, že úpravou podmínek v půdě, např. organickým hnojením, lze dosáhnout biologické ochrany rostlin proti fytopatogenům, byl pravděpodobně Sanford (1926). Do padesátých let se zabývalo problematikou fytopatogenů v půdě několik pracovišť. Významnými jsou studie Weidlinga (1932) a zvláště Garretta (1934, 1956), kterého lze jmenovat zakladatelem ekologie hub způsobujících choroby kořenů rostlin. V SSSR se zabývala studiem interakcí fytopatogenních a saprofytických mikroorganismů škola Krasilnikova (1958). V roce 1963 bylo uspořádáno v Berkeley první mezinárodní sympozium o ekologii fytopatogenů vyskytujících se v půdě jehož logickým pokračováním byla další sympozia a jednání speciálních sekcí kongresů rostlinné patologie.

2. Hlavní směry výzkumu a jejich současný stav

Dle místního prostředí, ve kterém se fytopatogen vyskytuje, a cílů výzkumů lze rozdělit studium ekologie fytopatogenů v půdě na tři směry:

- a) studium interakcí fytopatogena, kořenů rostlin a mikroorganismů v rhizosféře za různých půdně-klimatických podmínek s cílem vytvořit „biologickou bariéru“ zamezující vniknutí parazita do kořenů, nebo omezující jeho škodlivost;

- b) studium interakcí fytopatogena a mikroorganismů ve volné půdě za působení přítomných fyzikálních a chemických faktorů, rostlinných zbytků, organických a minerálních hnojiv a používaných chemikálií s cílem omezit přežívání fytopatogena a snížit potenciál jeho inokula v půdě;
- c) zjištění nejvhodnějších metod biologické ochrany proti významným chorobám kořenů.

U různých druhů fytopatogenních mikroorganismů nemají tyto směry výzkumu stejné opodstatnění. Ve všech směrech studia bylo zpočátku věnováno nejvíce pozornosti antagonismům mezi původci chorob rostlin a saprofytickými mikroorganismy (definice pojmů antagonismus a kompetice není jednotná: Waksman, 1952; Alexander, 1964; Clark, 1965). Zjednodušený pohled na interakce fytopatogenů a saprofytů komentoval Garrett (1965): „Kdyby naše poznání mikrobiálních vztahů v půdě bylo omezeno pouze na čtení nesčetných článků o antagonismech mikroorganismů zjištěných v Petriho miskách, museli bychom se ptát, jak mohou vůbec mikroorganismy žít a přežívat v půdě“. Ve skutečnosti existuje vedle mnoha forem antagonismů a kompetic také mnoho forem kooperací a symbióz v asociacích mikrobiálních druhů, jejichž působnost je ovšem ovlivněna podmínkami prostředí. Je pravděpodobné, že ne všechny antagonismy mohou přispět k ochraně kořenů rostlin a ne všechny kooperace fytopatogena s průvodními mikroorganismy končí napadením rostliny (např. Lasík et al., 1979).

Snadné osídlení spermosféry a rhizosféry fytopatogenem je podmíněno vhodnou kvalitou semenných a kořenových exsudátů, které mohou příznivě ovlivnit klíčení jeho spór, růst mycelia (Schroth a Snyder, 1961; Agnihotri a Vaartaja, 1970), nebo atrahovat zoospory (*Phytophthora cinamomi*: Zetmyer, 1961). Situace v rhizosféře je však složitá, neboť kvantita i kvalita exsudátů kořenů se mění v průběhu vývoje rostlin (Vančura a Hovadík, 1965; Vančura a Staněk, 1975) a je odlišná v různé vzdálenosti od růstového vrcholu (Van Vuurde a Schippers, 1978) za různých půdně-klimatických podmínek. Za těchto okolností může docházet v různém údobí a na různých místech kořenového systému k různým interakcím fytopatogenních a saprofytických mikroorganismů. Významnou úlohu při tom zřejmě hrají vlastnosti populací mikroorganismů, které osídlily rhizosféru a půdu v předchozím údobí. S tím souvisí supresivní účinek dříve zamořené půdy na působnost fytopatogena v rhizosféře. Při studiu černání kořenů pšenice způsobeného houbou *Gaeumannomyces graminis* bylo zjištěno, že po překonání maxima výskytu onemocnění, tj. po dvou až třech letech soustavného pěstování náchylných obilovin, dochází v následujícím období ke snížení výskytu choroby ("take all decline": Slope a Oox, 1963). Podobné případy byly pozorovány i při opakovaném pěstování rostlin náchylných k napadení houbami rodu *Fusarium* (Toussoun, 1975; Louvet, 1978). Soudí se, že tento zjev je způsoben komplexem faktorů, z nichž biologické hrají aktivní roli (Hornby, 1978). "Take all decline" se považuje za následek působení bakterií upravujících v rhizosféře poměr amonného a nitrátového dusíku (Brown et al., 1973), antagonistických nesporulujících a sporulujících bakterií, aktinomycet a hub (Cook a Rovira, 1976), vlastností kmenů *Gaeumannomyces graminis* a příbuzných hub (*Phialophora radiculicola*; Deacon, 1973; Novotný, 1976). Mechanismy působení mikroorganismů mohou být různé (Ferrez, 1973; Smiley, 1974).

Při studiu fytopatogenů nacházejících se v rostlinných zbytcích a ve volné půdě se zkoumá vliv fyzikálních i chemických faktorů půdy (Chapman, 1965) působením minerálních živin a pesticidů aplikovaných do půdy (Kreutzer, 1965) a zpracování půdy i osevních postupů (Shipton, 1978). Stálá pozornost se věnuje problému půdní mykostazy (fungistazy), která byla popsána již v padesátých letech (Simmonds et al., 1950; Jackson, 1958; Lingappa a Lockwood, 1961), příčina inhibice klíčení spór a růstu hyf hub v půdě (indukovaná dormance propagulí hub). Názory autorů jsou dosud nejednotné. Uvažuje se o působení v půdě se vyskytujících inhibitorů (např. etylénu — Cook, 1975), nedostatku exogenních zdrojů uhlíku potřebných pro klíčení spór některých druhů hub (Griffin a Roth, 1978), o významu ztrát živin spór zvýšenou exsudací při klíčení v půdě za spoluúčasti působení bakterií vyskytujících se ve sporosféře.

Výzkum vhodných metod biologické ochrany kořenů proti fytopatogenním mikroorganismům v půdě učinil v posledních letech významné pokroky. V roce 1965 považoval Garrett za jediný případ použitelného způsobu ochrany pomocí biologického preparátu ochranu dřevin proti *Fomes annosus* inokulem houbou *Peniophora gigantea* (Rishbeth, 1963). Nedávno byly publikovány zprávy o několikaletém ověřování působení vybraných kmenů bakterií rodu *Pseudomonas* proti *Gaeu-*

mannomyces graminis na pšenici (Faull a Campbell, 1978), v širokém rozsahu byl vyzkoušen preparát kmenu 84 *Agrobacterium radiobacter* proti *Agrobacterium tumefaciens* (Moore, 1978), studují se možnosti využití mykroparazitických hub (*Pythium oligandrum* proti *Pythium* spp. u cukrovky: Veselý, 1978; *Trichoderma harzianum* proti *Sclerotinium cepivorum* u cibule: Abd-el-Mointy a Shatla, 1978) a zdá se, že v praxi bude možné využít i předčasněho vnesení buněk fytopatogena, např. jeho avirulentních kmenů, do prostředí rhizosféry (Deacon, 1976; Wong a Southwell, 1978) společně s průvodními baktériemi (Staněk, 1978), nebo do půdy (Murugandham a Kalyanasundaram, 1978). Tímto opatřením může být stimulován vývoj „antagonistů“ v rhizosféře a může dojít k „preimunizaci“ rhizosféry (termín: Gaeumann, 1964). Pokračuje výzkum modifikace půdního prostředí v ochraně proti chorobám kořenů organickými hnojivy (kejdou a slámou: Amelung et al., 1971), agrotechnickými a chemickými zásahy. Potvrzuje se názor Bakera a Snydera (1965), že „mimořádným příkladem efektivní biologické manipulace s půdní mikroflórou“ je moderní pěstování šampiónů s technologiemi metodami stimulačními rozvoj prospěšných mikroorganismů. V poslední době se v tomto výrobním úseku začíná používat biologických preparátů proti bakteriózám a hádátkům (Nair a Fahy, 1976; Caylor, 1977).

VÝVOJ A SOUČASNÝ STAV STUDIA V ČESKOSLOVENSKU

Podnět prof. Káše v roce 1954 stimuloval zájem našich půdních mikrobiologů a fytopatologů o studium fytopatogenů vyskytujících se v půdě. Bylo zahájeno zkoumání výskytu a funkce antagonistických mikroorganismů účinných proti fytopatogenním houbám (např. proti *Ustilago zeae*: Staněk a Ujevič, 1958; Čatská, 1959; Staněk, 1963) a účinků částečné sterilizace půdy fungicidy i insekticidy na fytopatogenní i saprofytickou mikroflóru v přirozeném prostředí (Staněk a Řídký, 1955). Problém působení dezinfekce půdy na půdní mikroorganismy zpracovali Drobníková a Přikryl (1974) při studiu účinků allylizothiokyanátu; některé další aspekty při použití této látky zkoumala Ondřejová (1976). Hovadík (1956) zjistil, že fytopatogen vnesen do sterilizované půdy způsobuje větší škody, než v nestérilní půdě. Toto zjištění bylo později označeno názvem „boomerang-effect“ (Kreutzer, 1965). Výchozím pramenem všech těchto studií byla práce prof. Káše (1926) o částečné sterilizaci půdy a jeho upozornění, že účinnost tohoto zásahu je časově omezena (Káš, 1955). V návaznosti na zmíněné práce bylo zahájeno zkoumání působení moření semen na mikroorganismy spermosféry. Byla zjištěna stimulace růstu mykolytických bakterií v okolí semen mořených tetrametylthiuramdisulfitem (Staněk et al., 1964) a možnost bakterizovat semena luskovin po jejich ošetření touto látkou (Kováčiková, 1970).

Podtržení významu funkce rhizosferních mikroorganismů v životě rostliny s ohledem na zdravotní stav kořenů (Macura, 1965; Rovira, 1965) usměrnilo výzkum na podrobnější studium interakcí mezi kořeny rostlin, fytopatogenními i nefytopatogenními mikroorganismy.

Již v roce 1960 při studiu chladuvzdornosti kukuřice bylo stanoveno, že fytopatogenní houby poškozují více vzcházející rostliny po dočasném snížení teploty půdy v důsledku změn populací bakterií v okolí semen a že tyto změny lze ovlivnit mořením semen (Segeřa a Staněk, 1960). Později bylo prokázáno, že tyto změny jsou podmíněny změnou exudace semen (Vančura, 1967) a tvorby fytotoxických látek fytopatogenními houbami (Staněk, 1970) při dočasném snížení teploty.

Zajímavým modelem pro studium zmíněných interakcí v rhizosféře rostlin se ukázala bakterie *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans*, která z infikovaných semen může kontaminovat rhizosféru rostlin fazole a ovlivnit jejich růst metabolity vytvářenými vně kořenů (Lasík a Staněk, 1963). Růst *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* v okolí semen a kořenů vzcházející fazole byl příznivě ovlivněn biologicky aktivními polypeptidy v semenných a kořenových exudátech (Vančura et al., 1970). Později se ukázalo, že fytopatogenní mikroorganismy mohou být ovlivněny v okolí klíčících semen také plynnými metabolity rostliny (Čatská, 1978).

Složitějším a v současnosti více používaným modelem pro studium fytopatogenů v rhizosféře je houba *Gaeumannomyces graminis*, původce černání kořenů pšenice (Bednářová et al., 1979; Lasík et al., 1979). Ukazuje se, že tato a jiné houby podobných vlastností se vyskytují v přirozeném prostředí v asociacích s jinými mikroorganismy, které v závislosti na podmínkách jim usnadňují, nebo zamezují proniknout do kořenů. Je pravděpodobné, že asociace hub a průvodných bakterií (*Agrobacterium* spp., *Pseudomonas* spp.) vytvářející „hyfoserní efekt“ (Staněk, 1976) lépe odolávají účinkům jiných mikroorganismů (na odolnost asociací mikroorganismů v půdě vůči konkurenční mikroflóře upozornili Káš a Žák (1955).

V cílovém úseku studia fytopatogenů v půdě se v poslední době intenzivně studují nejvýhodnější metody biologického boje proti nim. Zjišťují se možnosti ovlivnění populace mikrobů rhizosféry pšenice v neprospěch fytopatogenních hub, např. foliární aplikací močoviny a jiných látek proti *Fusarium* spp., *Gaeumannomyces graminis* (Vraný, 1972, 1977). Ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze 6 - Ruzyni se provádějí zmíněné pokusy s mykoparazitickou houbou *Pythium oligandrum*.

Výčet výsledků Mikrobiologického ústavu ČSAV a dalších pracovišť, které byly přímo ovlivňovány působností prof. Káše, je třeba doplnit poznámkou o výsledcích našich fytopatologických pracovišť zabývajících se chorobami kořenů rostlin. Řada z nich je významná nejen z hlediska praktické ochrany rostlin, nýbrž současně přispívá k poznání obecných vztahů a zákonitostí působících při vzniku a průběhu onemocnění kořenů.

Literatura

- ABD-EL-MOITY, T. H. — SHALTA, M. N.: Biological control of white rot of onion (*Sclerotium cepivorum* Berk.) by *Trichoderma harzianum* Rifalaggar. 3rd Int. Congr. Plant Pathology, München 16-23 August 1978. 1979, Abstracts, s. 197.
- AGNIHOTRI, V. P. — VAARTAJA, O.: Effect of seed exudates of *Pinus resinosa* on the germination of sporangia and the population of *Pythium irregulare* in the soil. Plant and Soil, 32, 1970, s. 246-249.
- ALEXANDER, M.: Biochemical ecology of soil microorganisms. Ann. Rev. Microbiol., 18, 1964, s. 217-252.
- AMELUNG, D. — DERMOUMI, H. — SEIDEL, D.: Wirkung einer Düngung mit Rindergülle auf *Ophiobolus graminis*. Arch. Pfl. Sch., 7, 1971, s. 103-108.
- BAKER, K. F. — SNYDER, W. C.: Ecology of soil-borne plant pathogens. Foreword. University of California Press, Berkeley, Los Angeles 1965.
- BEDNÁŘOVÁ, M. — STANĚK, M. — VANCURA, V. — VESELÝ, D.: Microorganisms in the rhizosphere of wheat colonized by *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx et Olivier. Folia microbiol., 18, 1979 (v tisku).

- BEDNÁŘOVÁ, M. — VESELÝ, D.: Změna populace mikroorganismů v rhizosféře pšenice za přítomnosti hub *Gaeumannomyces graminis* a *Pythium oligandrum*. 13. sjezd Čs. spol. mikrobiol., Gottwaldov, 26. 4. 1977. Souhrny referátů, 1979, s. 129.
- BROWN, M. E. — HORNBY, D. — PEARSON, V.: Microbial populations and nitrogen in soil growing consecutive cereal crops infected with take-all. *J. Soil Sci.*, 24, 1973, s. 296-310.
- CAYLOR, J. C.: Compte-rendu d'essais du „Lyso-champ“ pour la désinfection préventive des champignonnières. *Bull. Fed. Nat. Synd. Agricoles des Cultivateurs de Champignons*, 9, 1977, s. 1171-1173.
- CLARK, F. E.: The concept of competition in microbial ecology. *Ecology of soil-borne plant pathogens*. Univ. Calif. Press, Los Angeles (ed. K. F. Baker, W. C. Snyder), 1965, s. 339-344.
- COOK, R. J.: Biology and control of soil-borne plant pathogens. Foreword. *Amer. Phytopath. Society*, St. Paul, Minnesota, 1975.
- COOK, R. J. — ROVIRA, A. D.: The role of bacteria in the biological control of *Gaeumannomyces graminis* by suppressive soils. *Soil Biol. Biochem.*, 8, 1976, s. 269-273.
- ČATSKÁ, V.: Volatile and gaseous metabolites of germinating seeds and their role in fungus-plant relationships. 3rd Intern. Congr. Plant Pathology. München, 16-23 August 1978. Abstracts, 1978, s. 173.
- ČATSKÁ, V.: Výskyt a izolace bakterií antagonistických vůči *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger. *Čs. mikrobiologie*, 2, 1959, s. 318-323.
- DEACON, J. W.: Biological control of the take-all fungus, *Gaeumannomyces graminis*, by *Phialophora radiculicola* and similar fungi. *Soil Biol. Biochem.*, 8, 1976, s. 275-283.
- DEACON, J. W.: *Phialophora radiculicola* and *Gaeumannomyces graminis* on roots of grasses and cereals. *Trans. Brit. mycol. Soc.*, 61, 1973, s. 471-485.
- DROBNÍKOVÁ, V. — PŘÍKRYL, Z.: The effect of allylthiocyanate on microflora in greenhouse soil. *Zbl. Bakt. Abt., II*, 1974, s. 430-438.
- FAULL, J. L. — CAMPBELL, R.: Biological control of "take-all" disease of wheat: Field trials with bacteria antagonistic to *Gaeumannomyces graminis*. 3rd Intern. Congr. Plant Pathology, München, 16-23 August 1978. Abstracts, 1978, s. 184.
- FERREZ, J. P. P.: Influence of the soil atmosphere on appear of *Ophiobolus graminis* along wheat roots. *Trans Brit. Mycol. Soc.*, 61, 1973, s. 237-249.
- GÄUMANN, E.: Pflanzliche Infektionslehre. Basel, 1946.
- GARRETT, S. D.: Biology of root-infecting fungi. Cambridge Univ. Press, London and New York, 1956.
- GARRETT, S. D.: Factors affecting the severity of take-all. I. The importance of micro-organisms. *J. Agr. S. Australia*, 37, 1934, s. 664-674.
- GARRETT, S. D.: Toward biological control of soil-borne plant pathogens. *Ecology of soil-borne plant pathogens*. Univ. Calif. Press, Los Angeles (ed. BAKER, K. F. — SNYDER, W. C.), 1965, s. 4-17.
- GRIFFIN, G. J. — ROTH, D. A.: Nutritional aspects of soil mycostasis. 3rd Int. Congr. Plant Pathology, München, 16-23 August 1978. Abstracts, 1978, s. 166.
- HARTLEY, C.: Damping-off in forest nurseries. *US. Dept. Agr. Bull.*, 934, 1921, s. 99.
- HORNBY, D.: Microbial antagonisms in the rhizosphere. *Ann. Appl. Biol.*, 89, 1978, s. 97-100.
- HOVADÍK, A.: Příspěvek ke studiu antagonistické schopnosti půd. *Rostl. Výroba*, 29, 1956, č. 7.
- CHAPMAN, H. D.: Chemical factors of the soil as they affect soil microorganisms. *Ecology of soil-borne pathogens*. Calif. Univ. Press, Los Angeles (ed. BAKER, K. F. — SNYDER, W. C.), 1965, s. 120-138.
- JACKSON, R. M.: Some aspects of soil fungistasis. *J. Gen. Microbiol.*, 19, 1958, s. 390-401.
- KÁŠ, V.: Částečná sterilizace půdy. *Vědy přírodní*, 7, 1926, s. 1-5.
- KÁŠ, V.: Předběžné výsledky pokusů s podkulturou ve vinicích. *Rostl. Výroba*, 28, 1955, s. 213-220.
- KÁŠ, V. — ŽÁK, J.: Vývoj a činnost azotobaktera ve vztahu ke konkurenční mikroflóře v půdě a v rhizosféře různých rostlin. *Rostl. Výroba*, 28, 1955, s. 33-44.
- KOVÁČIKOVÁ, E.: Moření semen čočky a hrachu se zřetelem na možnosti baktérizace. *Ochrana, rostlin*, 6, 1970, s. 287-292.
- KRASILNIKOV, N. A.: Mikroorganismy почвы i vyššije rastenija. Moskva 1958.

- KREUTZER, W. A.: The reinfestation of treated soil. In: Ecology of soil-borne plant pathogens. Univ. Calif. Press, Los Angeles (ed. BAKER, K. F. — SNYDER, W. C.), 1965, s. 495-507.
- LASIK, J. — STANĚK, M.: *Xanthomonas fuscans* (Burk.) Burk. v rhizosféře fazole. Rostl. Výroba, 9, 1963, s. 715-721.
- LASIK, J. — STANĚK, M. — VANČURA, V. — SURST, M.: Effect of bacterial polysaccharides on the growth of *Gaeumannomyces graminis*, var. *tritici* and of wheat roots. Folia microbiol., 1979 (v tisku).
- LINGAPPA, B. T. — LOCKWOOD, J. L.: The nature of the widespread soil fungi-stasis. J. Gen. microbiol., 26, 1961, s. 473-485.
- LOUVET, J.: Fusarium wilt-suppressive soils. 1-Transfer of suppressive effect and prospect of biological control. 3rd Int. Cong. Plant Pathology, München, 16-23 August 1978. Abstracts, 1978, s. 170.
- MACURA, J.: Interrelations between microorganisms and plant in the rhizosphere. Plant microbes relationship. Publ. House Czech. Acad. Sci., Prague (ed. MACURA, J. — VANČURA, V.): 1965, s. 26-33.
- MOORE, L. W.: Biocontrol of crown gall. 3rd Int. Congr. Plant Pathology, München, 16-23 August 1978. Abstracts, 1978, s. 183.
- MURUGANANDHAM, V. — KALYANASUNDARAM, R.: Preimmunity in Fusarium wilt of cotton. 3rd Int. Congr. Plant Pathology, München, 16-23 August 1978. Abstracts, 1978, s. 198.
- NAIR, N. G. — FAHY, P. C.: Commercial application of biological control of mushroom bacterial blotch. Austr. J. Agr. Res., 27, 1976, s. 415-422.
- NOVOTNÝ, J.: Vzájemný vztah mezi *Phialophora radicicola* var. *graminicola* var. *graminicola* Deacon a některými houbami z kořenů pšenice. In: Sborník věd. prací 6. čs. konference ochrany rostlin. Č. Budějovice, 1976, s. 255-258.
- ONDŘEJOVÁ, H.: Některé aspekty použití AITK proti nádorovitosti košťálovin. In: Sborník vědeckých prací 6. čs. konference ochrany rostlin. Č. Budějovice, 1976, s. 343-346.
- RISHBETH, J.: Stump protection against *Fomes annosus*. III. Inoculation with *Peniophora gigantea*. Ann. Appl. Biol., 52, 1963, s. 68-77.
- ROVIRA, A. D.: Plant root exudates and their influence upon soil microorganisms. Ecology of soil-borne plant pathogens. Univ. Calif. Press, Los Angeles (ed. K. F. Barker — W. C. Snyder), 1965, s. 170-184.
- SANFORD, G. B.: Some factors affecting the pathogenicity of *Actinomyces scabies*. Phytopathology, 16, 1926, s. 525-547.
- SEGEŤA, V. — STANĚK, M.: Chladuvzdornost kukuřice a patogenní mikroflóra. Rostl. Výroba, 6, 1960, č. 12, s. 1639-1656.
- SIMMONDS, P. M. — SALLANS, B. P. — LEDINGHAM, R. J.: The occurrence of *Helminthosporium sativum* in relation to primary infection in common root rot of wheat. Sci. Agr., 30, 1950, s. 407-417.
- SHIPTON, P. J.: Experimental evidence for the effect on crop diseases of changes in techniques of crop and soil cultivation. 3rd Int. Congr. Plant Pathology, München, 16-23 August 1978. Abstracts, 1978, s. 174.
- SCHROTH, M. N. — SNYDER, W. C.: Effect of host exudates on chlamydospore germination of the bean root rot fungus *Fusarium solani* f. *phaseoli*. Phytopathology, 51, 1961, s. 389-393.
- SLOPE, D. B. — COX, J.: Continuous wheat growing and the decline of take-all. Rep. Rothamsted Exp. Sta. for 1963. 1964, s. 108.
- SMILEY, R. W.: Take-all of wheat as influenced by organic amendmets and nitrogen fertilizers. Phytopathology, 64, 1974, s. 822-825.
- STANĚK, M.: Bacteria associated with mushroom mycelium in hyposphere. Mushroom Science, 9, 1976, s. 197-298, Jap. Sci. Press, Tokyo.
- STANĚK, M.: Conditions of toxin formation by the fungus *Pythium debaryanum*. Folia microbiol., 15, 1970, s. 216.
- STANĚK, M.: *Gaeumannomyces graminis* and bacteria in the rhizosphere of wheat. 3rd Int. Congr. Plant Pathology, München, 16-23 August 1978. Abstracts, 1978, s. 173.
- STANĚK, M.: Klíčení chlamydospor houby *Ustilago zeae* (Beck.) Unger v rhizosféře kukuřice. Rostl. Výroba, 9, 1963, č. 7-8, s. 715-720.
- STANĚK, M.: Úkoly půdní mikrobiologie ve fytopatologické praxi. Rostl. Výroba, 28, 1955, s. 288-298.
- STANĚK, M. — ŘÍDKÝ, K.: Mikrobiologie půdy desinfikované přípravkem dinthroothokresolu. Rostl. Výroba, 28, 1955, s. 306-309.

STANĚK, M. — UJEVIČ, I.: Klíčení chlamydospor houby *Ustilago zeae* (Beck.) Unger v půdě a na povrchu semen kukuřice. Rostl. Výroba, 4, 1958, č. 1, s. 91-100.

STANĚK, M. — UJEVIČ, I. — NOVÁKOVÁ, J. — HAMPLOVÁ, H.: Moření semen kukuřice přípravkem TMTD a jeho vliv na rozvoj parazitické, saprofytické a mykolytické mikroflóry v okolí semen zasetych do půdy. Rostl. Výroba, 10, 1964, č. 4, s. 423-433.

TOUSSOUN: Fusarium-suppressive soils. Biology and control of soil-borne plant pathogens. Amer. Phytopath. Soc., St. Paul (ed.: G. W. Bruehl), 1975, s. 145-151.

VANČURA, V.: Root exudates of plants. III. Effect of temperature and cold "shock" on the exudation of various compounds from the seeds and seedlings of maize and cucumber. Plant and Soil, 27, 1967, s. 319-328.

VANČURA, V. — HOVADÍK, A.: Composition of root exudates in the course of plant development. Plant microbes relationship. Publ. House Czech. Acad. Sci. Prague (ed. J. Macura — V. Vančura), 1965, s. 21-25.

VANČURA, V. — STANĚK, M.: Root exudates of plants. V. Kinetics of exudates from bean roots as related to the presence of reserve compounds in cotyledons. Plant and soil, 43, 1975, s. 547-559.

VANČURA, V. — STANĚK, M. — HANZLÍKOVÁ, A.: The effect of seed and root exudates of plants on the growth of *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans*. Folia microbiol., 12, 1970, s. 23-26.

VESELÝ, D.: Potential biological control of damping-off pathogens in emerging sugar beet by *Pythium oligandrum* Drechsler. Phytopath. Z., 90, 1977, s. 113-115.

VESELÝ, D.: Use of *Pythium oligandrum* Drechsler in protection of emerging sugar beet. 3rd Int. Congr. Plant Pathology, München 16-23 August 1978, Abstracts, 1978, s. 197.

VRANÝ, J.: Reaction of rhizosphere microflora of wheat grown on the soil artificially contaminated with *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx et Olivier to spraying the plants with Aminex, Benomyl and urea. Folia microbiol., 22, 1977, s. 455.

VRANÝ, J.: The effect of foliar application of urea on the root fungi of wheat growing in soil artificially contaminated with *Fusarium* spp. Folia microbiol., 17, 1972, s. 500-504.

VUURDE, J. W. L. van — SCHIPPERS, B.: Bacterial colonization of wheat roots in relation to root infection. 3rd Int. Congr. Plant Pathology, München 16-23 August 1978. Abstracts, 1978, s. 172.

WONG, P. T. W. — SOUTHWELL, R. J.: Biological control of wheat take-all in the field using *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* and related fungi. 3rd Int. Congr. Plant Pathology, München, 16-23 August 1978. Abstracts, 1978, s. 184.

WAKSMAN, S. A.: Soil microbiology. New York 1952.

WEIDLING, R.: *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi. Phytopathology, 22, 1932, s. 837-845.

ZENTMYER, G. A.: Chemotaxis of zoospores for root exudates. Science, 133, 1961, s. 1595-1596.

Došlo dne 4. 7. 1979

СТАНЕК, М. (Микробиологический институт АН ЧССР, Прага): Экология фитопатогенных микроорганизмов в почве. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11): 1139-1146.

В кратком обзоре сделана попытка описать состояние научно-исследовательских работ в области фитопатогенных микроорганизмов в почве с учетом направления деятельности чехословацких микробиологических и фитопатологических лабораторий.

фитопатогены в почве; биологическая защита; взаимодействие между микроорганизмами; ризосфера

STANĚK, M. (Microbiological Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences, Praha): Ecology of the Phytopathogenic Micro-organisms in the Soil. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11): 1139-1146.

An attempt is made to describe the development and present state of the research on phytopathogenic micro-organisms, occurring in the soil, with respect to the orientation of the activities of Czechoslovak microbiological and phytopathological research institutions.

soil-borne plant pathogens; biological protection; phytopathogen interactions; micro-organism interaction; rhizosphere

Adresa autora:

RNDr. Miroslav Staněk, CSc., Mikrobiologický ústav ČSAV, Vídeňská 270/1083, 142 20 Praha 4 - Krč

VLIV HNOJENÍ NA KOLOBĚH DUSÍKU U LUČNÍCH EKOSYSTÉMŮ V OBLASTI ČESKOMORAVSKÉ VRCHOVINY

B. Ůlehlová

ŮLEHLOVÁ, B. (Botanický ústav ČSAV, Brno): Vliv hnojení na koloběh dusíku u lučních ekosystémů v oblasti Českomoravské vrchoviny. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1147-1156.

Deštěm vstupuje do lučních ekosystémů 13 až 16 kg N na ha za rok. Horní vrstvy půdy nehnojeného společenstva *Polygalo-Nardetum strictae* fixují kolem 5 kg N na ha za rok; uvádějí se sezónní dynamiky dusíku v nadzemní zelené biomase a opadech u nehnojené varianty a u dvou variant hnojených 100 a 200 kg N na ha za rok v průběhu vegetačního období. Dále se uvádějí změny v obsahu organického dusíku a minerálních forem dusíku v půdách během šestiletého hnojení. V hnojených variantách vzrůstá obsah nitrátů a ve variantě s nižší hladinou hnojení i obsah organického dusíku. Do spodních vod je vyplavováno 5 až 32 kg N na ha za rok.

koloběh N; luční ekosystémy; transport N deštěm; fixace atmosferického N; N v opadu; ztráty N vyplavováním

Řada autorů se zabývá celkovými koloběhy dusíku v různých prostředích (Hutchinson, 1954; Delwiche, 1970; Söderlund a Swenson, 1976). Stále je však poměrně málo měření a údajů o kolobězích dusíku v konkrétních typech ekosystémů (Rodin a Bazilevič, 1968). Clark a Paul (1970) shrnují znalosti o přeměnách dusíku v půdě pod lučními ekosystémy obecně. Krátkostébelný préríjný ekosystém s dominantní *Bouteloua gracilis*, studovaný na Pawnee Site v průběhu Mezinárodního biologického programu, je nejlépe popsán z hlediska koloběhu dusíku (Woodmansee et al., 1977; Clark, 1977; Reuss a Innis, 1977). Aluviální louky v oblasti jižní Moravy byly z tohoto hlediska studovány rovněž v rámci Mezinárodního biologického programu (Ůlehlová, 1973).

Dusík je klíčový prvek v lučních ekosystémech. Dostupnost dusíku většinou jednoznačně limituje produktivitu luk při dostatečné vlhkosti. Dusík minerálních hnojiv je travními porosty lépe využíván než kulturními plodinami, neboť část je ho využita porostem a část je immobilizována v organické půdní hmotě, která se v lučních půdách vždy hromadí. Minerální formy dusíku jsou v lučních půdách jen v nízkých koncentracích, a to převážně v amoniakální formě. Nitrifikace bývá většinu roku silně snižena (Harmsen a Schreven, 1955; Ůlehlová, 1973; Števlíková, 1976).

V současné době intenzivní zemědělská výroba používá vysoké dávky minerálních hnojiv. Nitráty, které jsou lehce rozpustné ve vodě, a proto snadno pohyblivé v půdě, jsou vyplavovány do spodních vod a vod-

ních toků. Způsobují eutrofizaci vod a té je třeba se vyhnout zvláště v pramenných oblastech, dále způsobují těžkosti při úpravách pitných vod a v konečných důsledcích methemoglobinemií dokonce ohrožení na životech [Commoner, 1972]. Ze všech těchto důvodů poznání koloběhu dusíku v přirozených a obhospodařovaných lučních ekosystémech je nezbytné pro optimální využívání travních porostů a zachování jejich trvalé nebo zvyšující se produktivity. Předložená práce uvádí některé výsledky měření nejdůležitějších struktur a toků dusíku v přirozeném lučním ekosystému a jeho dvou hnojených variantách na Českomoravské vrchovině v pramenné oblasti evropského rozvodí v chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy.

MATERIÁL A METODY

Popis stanoviště: výzkumy byly prováděny v letech 1973 až 1978 na polním pokuse Katedry pícninářství a výroby krmiv Vysoké školy zemědělské v Brně, nacházejícím se v lučním komplexu na mírném jihovýchodním svahu Volákova kopce nedaleko obce Kameničky (s. š. 49° 43' 40", v. d. 15° 58' 20", 624 m n. m.) v okrese Chrudim, Východočeský kraj.

Klimatická charakteristika oblasti podle Končekovy klasifikace je mírně teplá (B), okresek je mírně teplý, velmi vlhký, vrchovinný (B 10), Končekův vláhový index 420 I₂ 300. Dlouhodobý průměr roční teploty je 6,3 °C, srážek 780 mm. Langův dešťový faktor je 118,7.

I. Některé charakteristiky luční půdy v Kameničkách — Some characteristics of meadow soil at Kameničky

Vrstva půdy	Zrnitostní složení půdy — velikost částic v mm				Sorpční kapacita		
	<0,01	0,01—0,05	0,05—0,25	0,25—2,00	S	T	V
0—10	41,8	39,9	16,2	2,1			
10—25	30,4	32,6	19,3	17,6			
25—60	26,5	27,8	26,1	19,5			
Vrstva půdy cm	Spec. hmot. g cm ⁻³	MVK %	pH H ₂ O	pH KCl	μekv.100 g ⁻¹ %		
					S	T	V
0—10	2,48	51,4	4,65	3,75	11,2	63,7	30
10—25	2,69	32,3	4,88	3,70	5,5	11,5	47,8
25—60	2,71	32,1	4,84	3,57	4,5	9,0	50

Půda stanoviště je oglejená půda na orthorulách. Některé charakteristiky udává tab. I. Po stránce zrnitostního složení je půda písčitá, vzniklá větřáním matečné horniny ruly. Vysoká pórovitost drnového horizontu je způsobena hromaděním organických zbytků. Půdní reakce je silně kyselá. Půda je silně sorpčně nenasycená. Obsah P je nedostatečný, obsah K je dobrý.

Sledování byla prováděna na nehnojeném lučním porostu „O“ fytocenologicky charakterizovaném jako *Polygalo-Nardetum strictae* Preising 1950 corr. Oberdor-

fer 1957 a na jeho dvou hnojených variantách: „100“ se 100 kg N, 22 kg P a 41,5 kg K, a „200“ se 200 kg N, 44 kg P a 83 kg K.

Hnojení výrazně ovlivňuje botanické složení travních porostů. Při obou dávkách ustupuje z porostů *Nardus stricta*. Při nižší dávce hnojení se stává dominantní *Deschampsia caespitosa*, při vyšší dávce hnojení *Agrostis tenuis*.

Stanovení dusíku v dešťových vodách: v průběhu 1976, 1977 a 1978 byly zachycovány všechny větší srážky a analyzovány na obsah amonných a nitrátových iontů podle standardních čs. metod pro analýzy vod (Hoffman et al., 1965).

Stanovení fixace atmosférického dusíku bylo prováděno acetylenovou redukční metodou plynově chromatograficky (Albrechtová, Teklá, 1977; Šimek et al.) v půdních monolitech ve vrstvě půdy 0 až 2,5 cm a 0 až 5 cm na podzim 1976, případně 0 až 4 a 0 až 8 cm v průběhu 1978.

Stanovení dusíku v porostech a odběr a uvolňování dusíku porostem

V průběhu 1975 a 1976 v jednoměsíčních intervalech byly stanoveny změny v obsahu zelené a mrtvé biomasy ve třech shora uvedených pokusných variantách destrukční metodou podle Wiegerta a Evanse (1964, cit. Krist, 1977). Usušený rostlinný materiál živý i mrtvý z jednotlivých odběrů a variant pokusu byl homogenizován a po mineralizaci byl v nich stanoven obsah dusíku metodou podle Kjehldala. Odběr a uvolňování dusíku zelenou biomasou a opadem byly počítány na základě údajů o množství obou biomas na jednotce plochy (m^2) a na základě údajů o obsahu živin v nich a jejich časových změnách (Bidmon, 1977).

Stanovení dusíkatých forem a jejich změn v půdě

Od roku 1973 až dosud jsou třikrát až sedmkrát do roka stanoveny obsahy celkového, amoniakálního a nitrátového dusíku v čerstvých půdních vzorcích vždy do 24 hod. od odběru vzorků z terénu. Celkový dusík je stanovován Kjehldalem, amoniakální a nitrátový kolorimetricky. Velikosti přeměn jednotlivých forem dusíku jsou studovány v inkubačních pokusech: půda je zbavena živých rostlinných částí, jsou v ní stanoveny všechny formy dusíku v čase t_0 , pak inkubována asi šest týdnů jednak v laboratoři, jednak v terénu a v čase t_1 opět stanoveny všechny formy dusíku. Z rozdílu v obsazích jednotlivých forem dusíku v čase t_0 a t_1 se počítají velikosti amonifikace ze změn v NH_4-N , nitrifikace ze změn v NO_3-N a imobilizace ze změn v tot. dusík. Z údajů o koncentraci forem dusíku, z objemové hmotnosti půdy se počítají obsahy dusíkatých forem a jejich změny na jednotku plochy (Ůlehlová, 1977).

Stanovení dusíku v lyzimetrických vodách

V roce 1976 byly na všech variantách polního pokusu instalovány v hloubce 15 a 35 cm od povrchu půdy lyzimetry. Technický popis uvádí Ůlehlová a Ostrý (1972). V jednoměsíčních intervalech byly odebírány lyzimetrické vody, měřen jejich objem a v nich stanoveno množství amonného a nitrátového dusíku (Hoffman et al., 1965).

VÝSLEDKY A DISKUSE

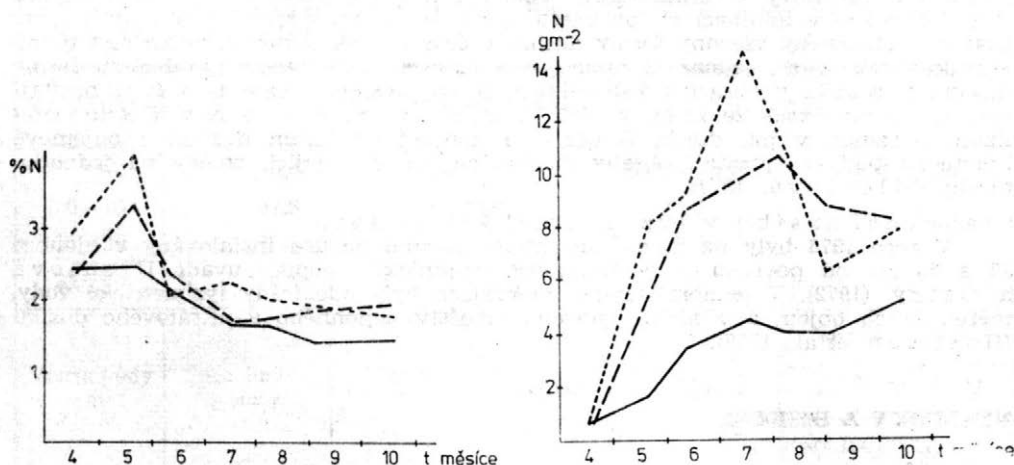
Tab. II uvádí průměrný obsah amoniakálního, nitrátového a minerálního dusíku v dešťových vodách a extrémní naměřené hodnoty v letech 1976, 1977 a 1978. Poměr obou forem dusíku i jejich koncentrace mohou být velmi rozdílné. Množství minerálního dusíku vstupujícího do lučních ekosystémů v Kamenických deštích bylo 13 kg za ha na rok v roce 1976 a 15,9 v roce 1977.

Z měření fixace atmosférického dusíku vyplynulo, že fixace je výrazně vyšší v horní vrstvě půdy, vyšší v půdním monolitu než v půdní drobenině. Zvyšuje se po přidavku glukózy k půdě, silně se snižuje hnojením a je závislá na vlhkosti půdy (Albrechtová, 1977; Šimek et al.). V půdním monolitu z vrstvy půdy 0 až 4 cm kolísá fixace v průběhu vegetačního období mezi 2,3 až 4,5 ng na g suché půdy po 72 hod.

II. Obsah amoniakálního, nitrátového a minerálního dusíku v dešťových vodách (průměr za rok 1976, 1977 a 1978) a nejextrémnější analýzy (mg l^{-1}) — The content of ammonium, nitrate and mineral nitrogen in rainwater (averages for 1976, 1977 and 1978) and the extreme analyses (mg l^{-1})

	1976		1977			1978		
NH ₄	0,8 ± 0,1		1,39 ± 0,69			1,7 ± 1,31		
NO ₃	1,14 ± 0,1		0,45 ± 0,06			0,75 ± 0,21		
Minerální N	1,95 ± 0,2		1,84 ± 0,75			1,92 ± 1,40		
Datum dešťových srážek	19. 7.	17. 9.	14. 6.	22. 8.	21. 9.	24. 6.	10. 7.	23. 9.
NH ₄	1,37	0,36	3,3	0,0	2,8	2,1	0,0	0,4
NO ₃	1,02	0,92	1,1	0,1	0,54	0,4	0,4	1,15

inkubace. V monolitu z vrstvy 4 až 8 cm kolísala fixace mezi 1 a 2 ng na g v sušině půdního vzorku. Přídavek 1% glukózy zvýšil fixaci na 300 ng na g v sušině půdního vzorku a přídavek 2% glukózy na 800 ng na g suché půdy vždy po 72 hod. inkubace. Další přídavek glukózy už zvyšoval fixaci jen málo. V nehnojené variantě může prostřednictvím fixace atmosférického dusíku vstupovat do nehnojeného lučního ekosystému až 5 kg N na rok.



1. Sezónní dynamika dusíku v nadzemních částech porostů — Seasonal dynamics of nitrogen in above-ground plant parts

— 0
 --- 100
 200

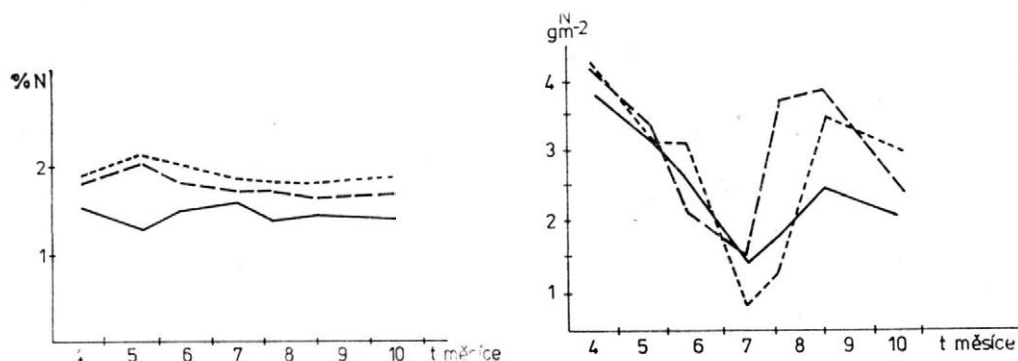
Obraťme nyní pozornost k porostu. Nemáme zatím dost údajů o podzemních částech studovaných lučních porostů. Jak se mění obsah dusíku v nadzemní zelené biomase během ontogenetického vývoje uvádí obr. 1 [levá část]. Se zvýšenou hladinou minerálního hnojení stoupá výrazně i obsah dusíku v nadzemní biomase. Největší rozdíly byly zaznamenány v mladých jarních pletivech. Obr. 1 [pravá část] ukazuje

III. Průměrné hodnoty vlhkosti a obsahu různých forem N v půdě v polním pokuse s různou intenzitou hnojení lučních porostů v Kamenických – Average values of moisture and content of different N forms in the soil in a field experiment with different fertilization rates in the grassland stands at Kameničky

	0				100				200			
Rok	Vlhkost %	Totální N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Vlhkost %	Totální N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Vlhkost %	Totální N	NH ₄ -N	NO ₃ -N
		mg 100 g ⁻¹				mg 100 g ⁻¹				mg 100 g ⁻¹		
1973	44,76 ± 7,15	553,6 ± 47,22	7,20 ± 2,22	0,60 ± 0,17	45,53 ± 5,86	587,90 ± 48,17	7,94 ± 2,88	0,72 ± 0,34	42,96 ± 7,01	549,20 ± 63,78	8,30 ± 2,86	0,65 ± 0,20
1974	44,84 ± 9,59	607,1 ± 7,46	8,57 ± 2,15	0,46 ± 0,20	48,09 ± 7,19	754 ± 116,84	8,30 ± 1,71	0,68 ± 0,40	48,71 ± 6,58	688,3 ± 93,22	11,26 ± 3,03	0,74 ± 0,76
1975	40,88 ± 8,45	544,2 ± 26,59	9,54 ± 4,97	1,05 ± 1,42	46,80 ± 2,96	695,4 ± 84,38	10,00 ± 4,49	0,99 ± 0,79	46,96 ± 5,07	552,20 ± 55,81	10,92 ± 4,87	1,29 ± 1,02
1976	40,20 ± 11,80	575,6 ± 40,66	7,68 ± 4,38	2,32 ± 1,80	42,08 ± 16,08	673,8 ± 72,63	8,11 ± 5,19	2,48 ± 1,80	38,40 ± 11,92	579,20 ± 30,84	8,73 ± 4,71	3,04 ± 2,21
1977	38,83 ± 4,39	496,7 ± 44,30	3,98 ± 0,68	1,99 ± 1,61	41,86 ± 6,33	655,7 ± 54,84	6,16 ± 1,07	2,65 ± 1,41	39,29 ± 5,39	561,3 ± 76,33	6,69 ± 2,09	3,85 ± 2,20
1978	56,60 ± 7,62	733,3 ± 126,16	7,82 ± 2,05	10,42 ± 9,22	55,48 ± 7,27	908,7 ± 273,9	8,96 ± 2,16	10,47 ± 7,87	60,67 ± 9,12	1042,7 ± 392,43	11,43 ± 1,00	24,34 ± 25,13

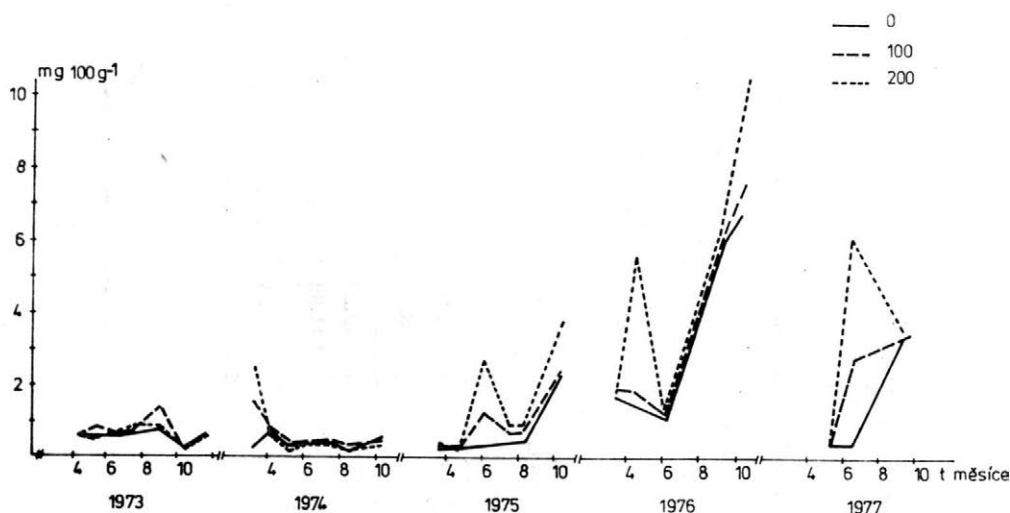
odběr dusíku v jednotlivých variantách v průběhu roku 1975. Zatímco přirozený porost inkorporuje v nadzemních zelených částech porostu asi 40 kg dusíku na ha za rok, porost varianty „100“ inkorporuje okolo 100 kg dusíku na ha za rok a nadzemní porost varianty „200“ už jenom okolo 140 kg dusíku na ha za rok při stejné agrotechnice.

Obr. 2 uvádí koncentrace dusíku (levá část) v opadech tří studovaných variant a uvolňování a narůstání dusíku v opadech během vegetačního období 1975 (pravá část). Opad hnojených variant má vyšší obsah dusíku než opad přirozené varianty. Z obr. 2 (pravá část) plyne, že v období maximálního rozkladu opadu od dubna do poloviny června se z opadu na nehnojené variantě uvolnilo asi 25 kg N na ha, na variantě „100“ asi 29 kg N na ha a na variantě „200“ asi 35 kg N na ha. Druhá významná fáze uvolňování N nastává na podzim po přísunu nového opadu.



2. Sezónní dynamika dusíku v opadech — Seasonal dynamics of nitrogen in plant litter

— 0
 - - - 100
 . . . 200



3. Změny v koncentraci nitrátů v půdě lučních ekosystémů s různou intenzitou hnojení — Changes in soil nitrate contents in the soil of grassland ecosystems with three levels of fertilization

Vývoj změn v obsahu různých forem dusíku v půdě v průběhu pokusu uvádí tab. III. Hodnoty v tab. III jsou průměrem ze tří až sedmi měření v průběhu každého roku. Z uvedených hodnot vyplývá, že dochází ke zvyšování minerálních forem dusíku v půdě v hnojených variantách, a že vývoj počasí v jednotlivých letech ovlivňuje stav minerálních forem dusíku. V obr. 3 jsou zaznamenány změny v obsazích

IV. Průměrná vlhkost a průměrný obsah různých forem dusíku (1973–1978) v půdách studovaných lučních ekosystémů — The average moisture content and average content of different nitrogen forms (1973–1978) in the soils of the studied grassland ecosystems

Varianta	Vlhkost %	Celkový N %	NH ₄ -N mg 100 g ⁻¹	NO ₃ -N mg 100 g ⁻¹	Minerální N
Před pokusem 1973–1978	52,86	0,64	7,93	0,56	8,48
0	44,35 ±5,92	0,59 ±0,07	7,46 ±1,73	2,83 ±2,47	10,29
100	46,50 ±4,61	0,70 ±0,1	8,25 ±1,16	3,0 ±2,44	11,25
200	46,16 ±7,48	0,65 ±0,18	9,46 ±1,83	5,65 ±8,44	15,11

V. Množství dusíku zachyceného v lysimetrických vodách v hloubce 35 cm v lučních porostech v průběhu roku 1976, 1977 (kg ha⁻¹) — The amount of nitrogen caught in lysimetric waters at a depth of 35 cm under grassland stands in 1976, 1977 (kg per ha)

Perioda sběru	0	100	200
1976			
24. 5. — 21. 6.	0,45	1,79	1,12
21. 6. — 5. 8.	0,50		
5. 8. — 7. 10.	0,43	0,64	5,9
7. 10. — 30. 10.	0,70	1,12	3,57
$\sqrt{\Sigma}$	2,8	3,55	10,59
1977			
13. 4. — 3. 5.	0,35	3,82	0,51
3. 5. — 7. 6.	0,82	0,91	26,69
7. 6. — 10. 8.	1,23	1,11	1,90
10. 8. — 7. 9.	1,14	0,50	0,83
7. 9. — 10. 10.	1,19	0,61	0,97
10. 10. — 18. 11.	0,37	0,58	1,69
Σ	5,10	7,54	32,59

nitrátů ve studovaných půdách v průběhu 1973 až 1977. Lze odlišit dvě různá období zvýšených koncentrací nitrátů v půdách: v průběhu vegetačního období po aplikaci minerálních hnojiv se vyskytují v půdách variant se zvyšujícími se dávkami minerálních hnojiv zvyšující se koncentrace nitrátů v půdě. Jsou to nejpravděpodobněji přímo nitráty z aplikovaných hnojiv. Pak existují jiná období zvýšení nitrátů, která můžeme pozorovat u všech variant, a která se vyskytují po delších obdobích sucha a v obdobích menší růstové rychlosti travních porostů (na podzim, na jaře).

Tab. IV ukazuje vliv hnojení na obsahy všech forem dusíku v půdách studovaných travních porostů: narůstá především obsah nitrátů v půdě, při nižší hladině hnojení se výrazně zvyšuje i obsah celkového dusíku v půdě, vyšší dávka hnojení ovlivňuje příznivě mineralizaci organické půdní hmoty. Tab. V uvádí některé výsledky lyzimetrických měření a ukazuje únik dusíku do spodních vod ze studovaných lučních ekosystémů. Vyplavování především nitrátů narůstá s hnojením. Údaje z ro-

VI. Přísuny, odběry, úniky a vnitřní koloběhy dusíku ve třech lučních porostech s různou intenzitou hnojení — The inputs, uptakes, outputs, and internal cycling of nitrogen in three meadow stands fertilized with different rates

Varianta	0	100	200	
Přísun N srážkami kg ha ⁻¹ rok ⁻¹	+13–16	+13–16	+13–16	
Hnojením kg ha ⁻¹ rok ⁻¹	0	+100	+200	
Fixací kg ha ⁻¹ rok ⁻¹	+5	—	0	
Odběr N nadzemními částmi porostu kg ha ⁻¹ rok ⁻¹	–40	–100	–140	
Podzemními částmi porostu kg ha ⁻¹ rok ⁻¹	—	—	—	
Uvolňování N z nadzemního opadu kg ha ⁻¹ rok ⁻¹	+25	+ 29	+ 35	
Z podzemního opadu kg ha ⁻¹ rok ⁻¹	—	—	—	
Únik N do spodních vod kg ha ⁻¹ rok ⁻¹	– 5	– 7,5	– 32,6	
Volatilizací, denitrifikací kg ha ⁻¹ rok ⁻¹	—	—	—	
Množství N v půdě kg ha ⁻¹	10 300	12 600	11 400	do hloubky
NH ₄ -N v půdě kg ha ⁻¹	132	146	165,3	25 cm
NO ₃ -N v půdě kg ha ⁻¹	15,9	54,4	98,7	

ku 1976 jsou neúplné, protože jarní vody nebyly zachyceny, lyzimetry byly instalovány až koncem května.

Tab. VI shrnuje dosavadní výsledky studia koloběhů dusíku u travního ekosystému *Polygalo-Nardetum strictae* a jeho dvou hnojených variant. Ukazuje přísuny dusíku deštěm, fixací atmosferického dusíku a hnojením, odběry dusíku sklízni a nadzemními částmi porostů, ukazuje rozměr jednoho z vnitřních koloběhů dusíku při rozkladu nadzemního opadu, dále úniky dusíku z ekosystémů do spodních vod a dále do vodních toků. Ukazuje množství organického a minerálních forem dusíku nahromaděných travními porosty v půdách. Ukazuje také, kam je třeba zaměřit analytické úsilí, které procesy je třeba sledovat, aby celková bilance koloběhu dusíku mohla být úplná.

Srovnáme-li dosažené výsledky s výsledky, které uvádí např. Woodmansee (1977), můžeme shrnout, že jak zásoba dusíku v půdě, tak dusík stanovený v produkčních a dekompozičních procesech v krátkostébelné stepi, jsou asi třikrát menší než výsledky z travního porostu s dominantní *Nardus stricta*. Procentické rozložení zásob dusíku v různých strukturách travního ekosystému je poměrně shodné.

Literatura

- ALBRECHTOVÁ-TEKLÁ, M.: Příspěvek ke studiu fixační aktivity nitrogenázy. [Diplomová práce.] Praha, Přírodovědecká fakulta UK 1977, s. 1-73.
- BIDMON, J.: Uvolňování minerálních látek během rozkladu rostlinných zbytků u travních porostů. [Diplomová práce.] Brno, VŠZ 1977, s. 1-57.
- CLARK, F. E.: Internal cycling of ¹⁵nitrogen in shortgrass prairie. *Ecology*, 58, 1977, s. 1322-1333.
- CLARK, F. E. — PAUL, E. A.: The microflora of grasslands. *Advanc. Agron.*, 22, 1970, s. 375-435.
- COMMONER, B.: The Closing Circle. New York, Knopf 1972, 326 s.
- DELWICHE, C. C.: The nitrogen cycle. *Sci. Amer.*, 223, 1970, č. 3, s. 137-146.
- HARMSSEN, G. W. — SCHREVEN, D. A.: Mineralization of organic matter in soil. *Advanc. Agron.*, 7, 1955, s. 299-398.
- HOFFMAN, P. et al.: Jednotné metody chemického rozboru vod. Praha, SNTL 1965, 449 s.
- HUTCHINSON, G. E.: The biochemistry of the terrestrial atmosphere. In: Kuiper, G. P. (ed.): The Earth as a Planet. Chicago, University of Chicago Press 1954, s. 371-433.
- KRIST, J.: Význam hnojení travních porostů pro humifikaci rostlinných zbytků. [Diplomová práce.] Brno, VŠZ 1977, s. 1-48.
- REUSS, J. O. — INNIS, G. S.: A grassland nitrogen flow simulation model. *Ecology*, 58, 1977, s. 379-388.
- RODIN, L. E. — BASILEVICH, N. I.: World distribution of plant biomass. In: Functioning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level. Paris, UNESCO 1968, s. 45-50.
- SÖDERLUND, R. — SVENSSON, B. H.: The global nitrogen cycle. *Ecol. Bull. (Stockholm)*, 22, 1976, s. 23-73.
- ŠIMEK, M. — ŮLEHLOVÁ, B. — TESÁŘÍK, K.: Fixation of atmospheric nitrogen in upland grassland. In: RYCHLOVSKÁ, M. (ed.): Progress Report on MAB Project No. 91: Function of Grasslands in Spring Region. Kamenický Project (v tisku).
- ŠTEVLÍKOVÁ, T.: Vplyv minerálních hnojiv na půdnomikrobiologické procesy v póde pod trvalým trávnyim porostom. [Kandidátská dizertační práce.] Nitra, VŠP 1976, s. 1-108.
- ŮLEHLOVÁ, B.: Alluvial grassland ecosystem. Microorganisms and decay processes. *Acta Sci. Nat. Brno*, 1973, č. 5, s. 1-43.
- ŮLEHLOVÁ, B.: The influence of fertilization on nitrogen transformations in a grassland soil. *Zbl. Bakt. Abt., II*, 132, 1977, s. 505-514.
- ŮLEHLOVÁ, B. — OSTRÝ, I.: Pluviometric and lysimetric measurement in Landžhot alluvial grasslands. In: RYCHNOVSKÁ, M. edit. IBT/TT — PP Report No. 2 Brno 1972, s. 61-74.

УЛЕГЛОВА, Б. (Ботанический институт АН ЧССР Брно): Влияние удобрения на круговорот азота в луговых экосистемах на Чешскоморавской возвышенности. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11): 1147-1156.

Посредством дождя в луговые экосистемы попадает 13–16 кг азота в год. Верхние слои почвы под неудобренным сообществом *Polygalo-Nardetum strictae* задерживают около 5 кг азота в год. Приводятся сезонные динамики азота в наземной биомассе, в подстилке неудобренного варианта и в 2 вариантах, удобренных 100 и 200 кг азота в год в вегетативный период. Приводятся, кроме того, изменения в содержании органического азота и минеральных форм азота в почвах в ходе 6-летнего удобрения. На удобренных вариантах возрастает содержание нитратов, а на варианте с низким уровнем удобрения — и содержание органического азота. В грунтовые воды попадает 5–32 кг азота в год.

круговорот азота; луговые экосистемы; миграция азота с дождем; фиксация атмосферного азота; азот в опаде; смыв азота

ÚLEHLOVÁ, B. (Botanical Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences, Brno): The Influence of Fertilization on the Cycling of Nitrogen in Grassland Ecosystems of the Bohemian-Moravian Uplands. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11): 1147-1156.

Rain enriches the grassland ecosystems with 13–16 kg N per ha annually. The upper layers of the soil under the non-fertilized association *Polygalo-Nardetum strictae* fix about 5 kg N per ha per annum; seasonal nitrogen dynamics in the above-ground green biomass and plant litter are mentioned, as observed in the non-fertilized variant and in two variants fertilized with 100 and 200 kg N per ha per annum during the growing season. Further, there is a description of changes in the content of mineral and organic nitrogen in the soils over a six-year period of fertilization. The content of nitrates increases in the fertilized variants and in the lower-fertilization variant an increase is observed also in the content of organic nitrogen. Every year, 5 to 32 kg N per ha per year is washed into ground waters.

N cycling; grassland ecosystems; N transport by rain; fixation of atmospheric N; N in plant litter; N losses due to outwash

ÚLEHLOVÁ, B. (Botanisches Institut der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Brno). Einfluß der Düngung auf den Stickstoffkreislauf bei den Wiesenökosystemen im Gebiet der Böhmischo-mährischen Höhen. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11): 1147-1156.

Mit dem Regen wird in die Wiesenökosysteme 13 bis 16 kg N pro ha und Jahr gebracht. Die oberen Bodenschichten der ungedüngten Pflanzengesellschaft *Polygalo-Nardetum strictae* fixieren etwa 5 kg N pro ha und Jahr; es werden die Saisonstickstoffdynamika in der oberirdischen grünen Biomasse und im Abfall bei der ungedüngten Variante und bei zwei mit einer Gabe von 100 und 200 kg N pro ha und Jahr im Verlaufe der Vegetationsperiode gedüngten Varianten angeführt. Weiterhin führt man die Veränderungen des Gehaltes an organischem Stickstoff und an den Mineralformen des Stickstoffs in den Böden während einer sechsjährigen Düngung an. In den gedüngten Varianten steigt der Nitratgehalt und in der Variante mit einem niedrigeren Düngungsspiegel auch der Gehalt an organischem Stickstoff. In das Grundwasser werden 5 bis 32 kg N pro ha und Jahr ausgewaschen.

N-Kreislauf; Wiesenökosysteme; N-Transport durch das Regen; Fixierung des atmosphärischen Stickstoffs; N im Abfall; N-Verluste durch Auswaschung

Adresa autora:

RNDr. Blanka Úlehlová, CSc., Botanický ústav ČSAV, Stará 18, 662 61 Brno

R. Ulrich, J. Seifert

ULRICH, R. — SEIFERT, J. (Ústav pro zemědělský průzkum půd, Praha-Suchbát; Univerzita Karlova, Praha): *Nitrifikace – producent nitrátového dusíku půd*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1157-1161.

Intenzita nitrifikace je u sledovaných půd vysoká, s výjimkou půd lesních. Zjištěné hodnoty produkce nitrátového dusíku v půdách sledovaných vodárensky významných oblastí v podzimním období ukazují, že půdní mikroflóra velmi významně ovlivňuje hladinu nitrátového dusíku v půdě. Porovnání hodnot produkce nitrátového dusíku půdní mikroflórou a dávek dusíku používaných k podzimnímu hnojení prokazatelně ukazuje, že vliv obou těchto faktorů na výživu rostlin i na možné znečištění vodárensky významných vod je zcela srovnatelný, a v mnohých případech má pro výživu rostlin rozhodující vliv dusík uvolněný z půdní organické hmoty činností půdních mikroorganismů. nitrifikace; výživa; voda; intenzita

Cílem předkládané práce bylo stanovit intenzitu nitrifikace v půdách zájmových oblastí a zjistit, zda má nitrifikace význačný či rozhodující vliv na množství nitrátového dusíku v půdě, a tím také na vyplavování nitrátů do povrchových a podzemních vod, nebo zda tuto část koloběhu dusíku můžeme v našich úvahách zanedbat. Představa o tom, kolik nitrátového dusíku jsou půdy schopny vyprodukovat v důsledku činnosti nitrifikujících mikroorganismů, je důležitá nejen z hlediska ochrany povrchových a podzemních vod před znečištěním, ale i pro výživu rostlin obecně. Proto jsme provedli u souboru půd z povodí vodárenských nádrží Římov na řece Malši v Jihočeském kraji (vzorky číslo 1 až 41) a Opatovice na Malé Hané v Jihomoravském kraji (vzorky číslo 42 až 46) jednorázové stanovení intenzity nitrifikace. Protože bilance živin je zpravidla založena na tom, kolik živin obsahuje jeden hektar půdy, převedli jsme naše údaje na kilogramy nitrátového dusíku v jednom hektaru půdy. Brali jsme v úvahu nejen celkovou hmotnost, ale i vlhkost a teplotu, při které nitrifikace v půdě probíhala. Proti podmínkám v laboratoři jsme uvažovali v terénu s poloviční hodnotou produkce nitrátů půdní mikroflórou. Vypočtené hodnoty odpovídají přibližně produkci za dobu od 1. října do 15. listopadu roku 1977.

MATERIÁL A METODY

Odebrali jsme v terénu 46 půdních vzorků, z toho 41 vzorků na povodí vodárenské nádrže Římov a pět vzorků na povodí vodárenské nádrže Opatovice. Odběr vzorků byl proveden podle metodiky vzorkování půd pro mikrobiologické práce

I. Přehled výchozích nitrátů a hladina nitrátů po skončení inkubace v přepočtu na hektar orných půd — A survey of the starting nitrate levels and the nitrate level after the termination of incubation, in conversion per ha of arable land

Číslo vzorku	Výchozí obsah $\text{NO}_3\text{-N}$ (kg ha^{-1})	Hladina $\text{NO}_3\text{-N}$ po inkubaci (kg ha^{-1})	Hladina $\text{NO}_3\text{-N}$ (kg ha^{-1}) po inkubaci s $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
1	30,6	58,2	89,7
2	43,2	83,1	111,8
4	28,5	53,4	81,0
6	39,3	88,8	110,1
7	42,9	57,5	80,8
9	15,9	107,1	137,9
10	60,9	143,9	187,1
13	49,2	79,2	113,4
14	28,8	56,3	61,1
18	24,0	98,6	120,7
19	140,4	154,2	197,0
20	147,6	221,6	225,5
22	64,5	107,5	159,7
23	57,3	78,0	108,3
24	31,5	77,1	101,1
25	79,8	96,8	121,0
28	28,2	58,2	83,7
29	52,8	87,9	107,3
30	12,3	27,3	52,8
31	51,0	85,8	104,6
34	82,2	119,1	126,6
35	27,0	27,0	57,0
36	24,6	62,7	95,3
37	31,2	55,4	88,4
42	36,0	78,6	96,9
43	39,3	92,9	118,6
44	49,2	96,9	118,8
45	145,2	180,6	215,1
46	48,0	97,0	125,4
	$n = 29$ $\bar{x} = 52,1$ $\sigma n = 35,4$	$n = 29$ $\bar{x} = 90,7$ $\sigma n = 41,6$	$n = 29$ $\bar{x} = 117,1$ $\sigma n = 42,7$

(Drobník et al., 1957). Výběr míst pro odběry půdních vzorků jsme provedli dle půdních map v měřítku 1:5000 (Kalenda et al., 1972) s cílem zachytit všechny hlavní druhy a typy půd ve sledovaných oblastech. Při odběru vzorků jsme jednotlivá odběrová místa v terénu upřesňovali s cílem zachytit i různé druhy vegetačního krytu půd a způsoby přípravy půd ve zvolenou roční dobu, tj. podzim roku 1977. Vzorky jsme odebírali z orničního horizontu, u lesních půd z A₁

(E) horizontu po odkrytí hrabanky. U vzorků byla určena počáteční hladina nitrátového dusíku, hladina nitrátů po 14denní inkubaci v termostatu při teplotě 22 °C a vlhkosti 60 % PVK, a hladina nitrátů po 14denní inkubaci za stejných podmínek, ale s přidavkem síranu amonného v přepočtu na dávku 120 kg čistého dusíku na hektar. Podrobný popis metody Ulrich (1975). Nitráty byly stanoveny kolorimetricky pomocí kyseliny fenoldisulfonové ve vodném výluhu. Vzorky půd, které jsme testovali, patřily jednak k půdám zemědělským, jednak k půdám lesním. Ze zemědělských půd byla většina půd orných a menší část byla pod drnovým

II. Přehled výchozích nitrátů a hladina nitrátů po skončení inkubace v přepočtu na hektar u půd drnového pokryvu — A survey of the starting nitrate levels and the final nitrate level after the termination of incubation in conversion per ha of land with sod cover

Číslo vzorku	Výchozí obsah $\text{NO}_3\text{-N}$ (kg ha^{-1})	Hladina $\text{NO}_3\text{-N}$ po inkubaci (kg ha^{-1})	Hladina $\text{NO}_3\text{-N}$ (kg ha^{-1}) po inkubaci s $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
3	24,3	87,2	91,9
5	30,9	174,9	191,1
8	13,8	89,1	107,4
11	75,0	159,0	187,8
12	19,2	71,0	99,8
15	36,9	37,7	43,9
21	61,8	61,8	67,7
26	37,5	84,0	105,8
32	63,0	213,3	237,5
33	29,4	29,4	74,4
38	45,9	174,9	204,5
39	37,2	97,4	128,2
41	189,9	204,9	204,9
	$n = 13$ $\bar{x} = 51,1$ $\sigma n = 43,6$	$n = 13$ $\bar{x} = 114,2$ $\sigma n = 60,5$	$n = 13$ $\bar{x} = 134,2$ $\sigma n = 60,4$

III. Přehled výchozích nitrátů a hladina nitrátů po skončení inkubace v přepočtu na hektar u lesních půd — A survey of the starting nitrate levels and the nitrate level after the termination of incubation in conversion per ha of forest land

Číslo vzorku	Výchozí obsah $\text{NO}_3\text{-N}$ (kg ha^{-1})	Hladina $\text{NO}_3\text{-N}$ po inkubaci (kg ha^{-1})	Hladina $\text{NO}_3\text{-N}$ (kg ha^{-1}) po inkubaci s $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
16	12,3	15,2	15,2
17	6,3	6,3	6,3
27	8,7	8,7	8,7
40	11,4	11,4	11,4
	$n = 4$ $\bar{x} = 9,7$ $\sigma n = 2,4$	$n = 4$ $\bar{x} = 10,4$ $\sigma n = 3,3$	$n = 4$ $\bar{x} = 10,4$ $\sigma n = 3,3$

pokryvem. Přehled o výchozích nitrátech a hladině nitrátů po skončení inkubace v přepočtu na hektar půd orných je v tab. I. Přehled o výchozích nitrátech a hladině nitrátů po skončení inkubace v přepočtu na hektar u půd drnového pokryvu udává tab. II. Přehled o výchozích nitrátech a hladině nitrátů po skončení inkubace v přepočtu na hektar u půd lesních udává tab. III.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Intenzita nitrifikace je u většiny sledovaných půd zemědělsky využívaných značná. Vliv přidavku amonných iontů do půdy se na nitrifikaci projevil, není však při celkovém hodnocení výsledků nijak výrazný. Zde se nabízí vysvětlení v momentálním „poolu“ amonných iontů půdy v době odběru, který činil v průměru 39,1 kg NH_4^+ na hektar, a hlavně v mineralizaci organické hmoty půdy, která poskytuje amonné ionty jako substrát pro nitrifikaci. Půdy obsahovaly průměrně 2,7 % humusu, což při přepočtu dává množství 81 t humusu na hektar, tedy přibližně 8 t dusíku vázaného v organické hmotě půdy. Za předpokladu mineralizování jenom nepatrné části půdní organické hmoty je zde značný zdroj dusíkatých látek, jejichž produktem při mineralizaci je nakonec nitrátový iont. U půd trvalých travních porostů vykazují výsledné hodnoty vyšší variabilitu, a u některých vzorků dosahují značně vysokých hodnot. To je třeba vzít v úvahu při navrhování trvalých travních porostů jako prostředku ke snížení kontaminace vod nitrátovým dusíkem. Je zřejmé, že půdy trvalých travních porostů v podmínkách příznivých pro nitrifikaci se mohou stát i pravým opakem své původní funkce v okolí vodních zdrojů, tedy z konzumenta nitrátů se změni v producenta, a to nikoliv zanedbatelného. Na druhé straně je však pravda, že laboratorní test probíhá za podmínek, které se výrazně odlišují od nitrifikace pod travním porostem. Zcela jednoznačná je situace u půd lesních, kde všechny sledované hodnoty jsou velmi nízké, a půdy na přidání amonných iontů nereagují zvýšením produkce nitrátového dusíku. To je v dobrém souladu s výsledky, které uvádí Seifert (1958). Autor zjišťoval nitrifikaci v různých lesních půdách, a nejnižší hodnotu získal u půd pod jehličnatými porosty.

I když naše práce má více méně orientační charakter, přece jen ukazuje, jak pro posouzení potřeb hnojení by bylo užitečné zjišťovat kromě obsahu minerálních forem dusíku i schopnost půdy uvolňovat tyto formy během mineralizačního procesu. To je totiž jediný způsob, který může zabránit používání neúměrně vysokých dávek dusíku vedoucích ke zbytečným ztrátám a nežádoucí kontaminaci pitných vod a jejich zdrojů.

Literatura

- DROBNÍK, J. — KOZDERKOVÁ, V. — BERNÁT, J.: Praktikum z půdní mikrobiologie. Praha, SPN 1957.
KALENDA, M. a kol.: Komplexní průzkum zemědělských půd ČSSR. Praha, ÚZPP 1972.
SEIFERT, J.: Nitrifikace v lesních půdách. Rozpravy ČSAV, 68, 1958, s. 1-48.
ULRICH, R.: Závislost intenzity nitrifikace na vlhkosti a teplotě. [Rigorózní práce.] Praha, UK 1975.

Došlo dne 4. 7. 1979

УЛРИХ, Р. — САЙФРТ, Я. (Институт агроисследования почв, Прага - Сухдол; Карлов университет, Прага): *Нитрификация — продуцент нитратного азота*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1157-1161

Интенсивность нитрификации у изучаемых почв высокая, за исключением лесных почв. Установленные значения продукции нитратного азота в почвах обследованных водосборных областей в осенний период показывают, что микрофлора почвы сильно обуславливает уровень нитратного азота. Сравнение его продукции микрофлорой почвы с азотными дозами, вносимыми как осеннее удобрение, показывает влияние обоих факторов на питание растений и на возможное загрязнение важных в хозяйственном значении вод, которое вполне сопоставимо, и во многих случаях решающее значение для питания растений имеет азот, возникающий из почвенного органического вещества в результате активности почвенных микроорганизмов.

нитрификация; питание; вода; интенсивность

ULRICH, R. — SEIFERT, J. (Institute for Agricultural Soil Survey, Praha - Suchdol; Charles University, Praha): *Nitrification — Nitrate Nitrogen Producer*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1157-1161.

Nitrification rate is high in the soils under study, with the exception of forest soils. The obtained values of nitrate nitrogen production in the soils in the regions of water-management importance studied in the autumn season show that the soil microflora exerts a very significant influence on the level of soil nitrate nitrogen. The comparison of the values of the production of nitrate nitrogen by the soil microflora and nitrogen doses used for autumn fertilizing clearly indicates that the effect of both these factors on plant nutrition and on the possible pollution of drinking water resources is fully comparable and that in many cases the nitrogen produced by soil micro-organisms from the soil organic matter is of decisive importance for plant nutrition.

nitrification; nutrition; water; intensity

ULRICH, R. — SEIFERT, J. (Institut für landwirtschaftliche Bodenuntersuchung, Praha - Suchdol; Karlsuniversität, Praha): *Nitrifikation — Produzent des Nitrat-Stickstoffs*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1157-1161.

Die Intensität der Nitrifikation ist bei den untersuchten Böden hoch, mit Ausnahme der Waldböden. Die festgestellten Werte der Produktion von Nitrat-Stickstoff in den Böden der untersuchten bedeutsamen Wasserwerkgebiete im Herbstzeitabschnitt zeigen, daß die Bodenmikroflora den Spiegel des Nitrat-Stickstoffs im Boden im bedeutenden Maße beeinflusst. Vergleich der Werte der Produktion vom Nitrat-Stickstoff durch die Bodenmikroflora und der im Herbst angewendeten Stickstoffgaben beweist signifikant, daß der Einfluß dieser beiden Faktoren auf die Pflanzenernährung und auf eine eventuelle Verunreinigung der Gewässer (für die Wasserwerke bedeutsamen) gleich ist, und in vielen Fällen ist für die Pflanzenernährung der aus der organischen Bodenmasse durch die Tätigkeit der Bodenmikroorganismen entstehende Stickstoff von entscheidender Bedeutung.

Nitrifikation; Ernährung; Wasser; Intensität

Adresy autorů:

RNDr. Roman Ulrich, Ústav pro zemědělský průzkum půd, Bažantní 697, 165 00 Praha 6 - Suchdol

Prof. dr. Jaromír Seifert, DrSc., Univerzita Karlova, Viničná 5, 120 00 Praha 2

INTRODUCTION TO SOIL MICROBIOLOGY

M. Alexander

(Second Edition). John Wiley and Sons, New York, Santa Barbara, London, Sydney, Toronto, 1977, 468 s.

Když se před 16 lety objevilo první vydání úvodu do půdní mikrobiologie Dr Alexandera, bylo výrazně vyplněno vakuum v oblasti základních moderních půdně-mikrobiologických příruček. Dynamické pojetí této vědní disciplíny z biochemicko-ekologického hlediska bylo právě to nové, čím autor přispěl do pokladnice literatury půdní mikrobiologie. Vzhledem k interdisciplinárnímu charakteru tohoto odvětví prezentoval jej autor jako vyvážené pletivo, vycházející zejména z mikrobiologie, biochemie a půdoznalství. Druhé vydání díla je členěno do 26 kapitol týkajících se charakteristiky mikroorganismů v půdě, mikrobiálních látkových přeměn a jejich ekologických důsledků a konečně vztahů mezi složkami půdní mikrobiální populace navzájem, mezi mikroorganismy, vyššími rostlinami a komplexním půdním prostředím. V souladu s rozvojem poznatků tohoto vědního oboru v posledních letech si autor v novém vydání hlouběji všimá problematiky prostředí, otázek způsobu mikrobiálního rozkladu pesticidů, organického odpadu a polutantů a naopak i tvorby toxických produktů mikrobiálního původu. Do knihy je zařazena i nová kapitola o mikrobiálním metabolismu pesticidů. V celém textu je zmiňována návaznost na praktickou problematiku a možnosti využití poznatků půdní mikrobiologie v zemědělství či při řešení otázek životního prostředí. Pro knihu jsou charakteristické precizní formulace a jasné osvětlení příslušných termínů a jevů. Najdou v ní poučení nejen studenti, ale i výzkumní pracovníci každého věku. Odkazy na přehledné články a nejvýznamnější práce původní u každé kapitoly zvyšují hodnotu díla i po této stránce. Dokonalé technické vypravení knihy je pro nakladatelství příznačné. Ačkoliv knihu Dr Alexandera je možno označit už dnes jako klasickou, je stále živá a velmi potřebná. V příhrádkách s knihami se pozná zpravidla podle toho, že svazky jejích prvních vydání jsou ohmatány častým používáním. Je to poznatek, který jsem si osobně ověřil na půdně mikrobiologických pracovištích v různých zemích. Ani 2. vydání by nemělo chybět mezi základními knihami každé příruční knihovny tam, kde se zabývají výzkumem v oblasti půdní mikrobiologie, půdoznalství, ekologie a životního prostředí, fyziologie rostlin a fytopatologie.

RNDr. František Kunc, CSc.,
Mikrobiologický ústav ČSAV, Praha - Krč

VLIV INHIBITORU NITRIFIKACE NA PŘEMĚNU A POHYB DUSÍKU V PŮDĚ

J. Apltauer

APLTAUER, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Vliv inhibitoru nitrifikace na přeměnu a pohyb dusíku v půdě*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1167-1174.

V práci jsou uvedeny výsledky se sledováním vlivu inhibitoru nitrifikace *N-Serve* na přeměnu a pohyb dusíku močoviny v polních modelových pokusech bez porostu na třech stanovištích v období 1975 až 1978. Modelovými pokusy bylo prokázáno, že přeměna a následující pohyb dusíku z profilu ornice byly v jednotlivých letech ovlivněny teplotami, množstvím srážek a jejich rozložením během pokusných období. Inhibitor nitrifikace *N-Serve* se v modelových pokusech projevil výrazně inhibičně. Silně omezoval průběh nitrifikace amoniakálního dusíku a snižoval pohyb dusíku v ornici i z ornice do spodních vrstev půdního profilu.

modelové pokusy; inhibitor nitrifikace *N-serve*; amonizace; nitrifikace; pohyb dusíku v půdě

V posledních letech se výrazně zvyšuje pozornost věnovaná přeměně a pohybu dusíku v půdě především z hlediska omezování ztrát dusíku vyplavováním a tím také případnému negativnímu vlivu na kvalitu vody. Jednou z možností omezování přeměny a tím i pohybu dusíku v půdě

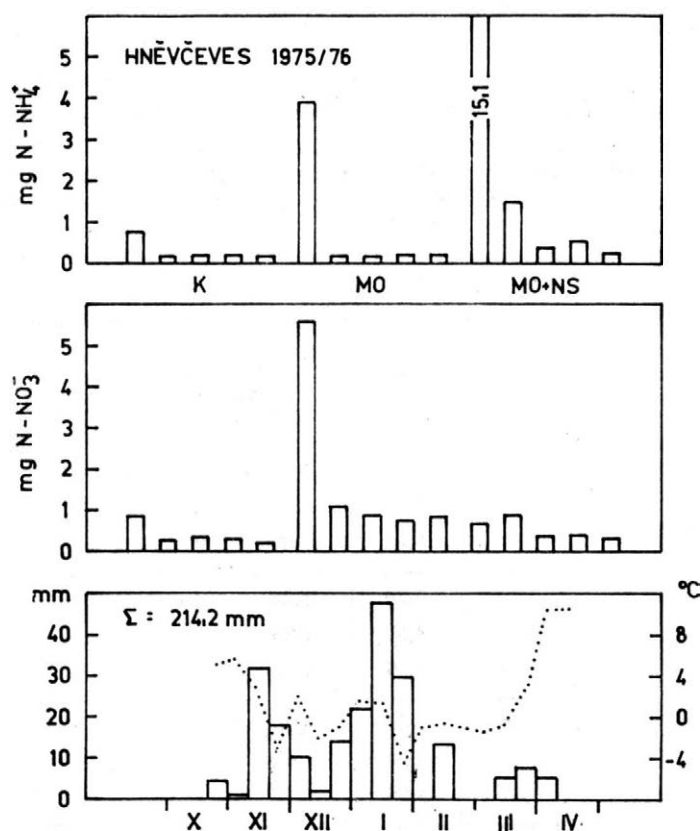
I. Vliv inhibitoru nitrifikace na množství minerálního dusíku v půdě — The action of the nitrification inhibitor on the level of mineral nitrogen in the soil

Stanoviště	Období	N-NH ₄ ⁺ v mg/100 g ve variantě MO MO+NS		Zvýšení v mg	N-NH ₄ ⁺ +N-NO ₃ ⁻ v mg/100 g ve variantě MO MO+NS		Zvýšení v %
Hněvčeves	1975/76	0,96	3,57	2,61	2,81	4,13	47
	1976/77	0,30	4,91	4,61	0,74	5,37	626
	1977/78	0,15	2,03	1,88	1,57	2,97	89
Humpolec	1975/76	0,17	2,43	2,26	3,24	3,14	0
	1976/77	0,44	4,11	3,67	1,23	4,45	262
	1977/78	0,28	3,53	3,25	1,38	4,03	192
Ruzyně	1975/76	2,24	4,84	2,60	4,96	5,62	13
	1976/77	0,18	4,08	3,90	1,62	4,32	167
	1977/78	0,12	3,67	3,55	1,64	4,04	146

je použití látek, které omezují průběh nitrifikace a jsou označovány jako inhibitory nitrifikace.

Problematika inhibitorů nitrifikace, především jejich vliv na průběh nitrifikace, je uvedena v několika přehledných pracích (Lišťanská, 1972; Anonym, 1977). V řadě publikací bylo prokázáno, že efektivnost inhibitorů nitrifikace významně ovlivňují půdní podmínky (Boswell a Anderson, 1974; Bundy a Bremner, 1973; Lewis a Stefanson, 1975; Varsa a Kapusta, 1973). V posledních letech jsou publikovány práce o vlivu inhibitorů nitrifikace na nitrifikační bakterie (Laskowski a Bidlack, 1977) a na ztráty dusíku (Smirnov et al., 1977). Velmi intenzívně jsou studovány inhibitory nitrifikace také ve vztahu k pěstovaným plodinám, především obilovinám (Goh a Young, 1975; Harrison et al., 1977; Makarov a Geraščenko, 1977).

Problematika dusíku včetně působení inhibitorů nitrifikace byla studována v pokusech nejrozličnějších typů — laboratorních (Lišťanská, 1974; Lišťanská, Apltauer, 1976), modelových (Apltauer a Mouchová, 1977; Boswell a Anderson, 1974) a v pokusech s lyzimetry (Teske a Matzel, 1976; Jürgens-Gswind a Jung, 1977), přehled nejnovějších prací uvádí Matzel et al. (1978).



1. Přeměna a pohyb dusíku v půdě (Hněvčeves, 1975–1976) — Nitrogen conversion and movement in the soil (Hněvčeves, 1975–1976)

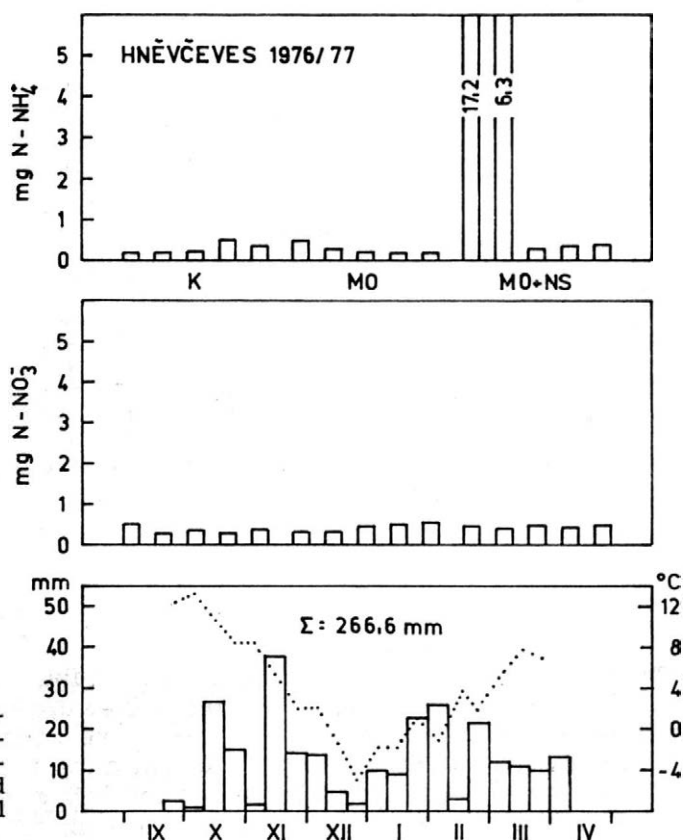
MATERIÁL A METODY

Polní modelové pokusy se sledováním vlivu inhibitoru nitrifikace na přeměnu a pohyb dusíku močoviny v půdě bez porostu byly založeny a sledovány na třech stanovištích s odlišnými půdně-klimatickými podmínkami na dvou pracovištích odd. pokusných stanic OVR VÚRV v Hněvčevsi (hnědozem), v Humpolci (hnědá půda) a na pracovišti VÚRV v Ruzyni (hnědozem), v obdobích 1975/1976, 1976/1977 a 1977/1978. Ve všech pokusech byly sledovány: varianta kontrolní (K), varianta s močovinou (MO) a varianta s močovinou + *N-Serve* (MO + NS).

Hnojivo (5 g N) bylo aplikováno do 5cm vrstvy půdy na plochu 50×50 cm ohraničenou rámy vždy v měsíci říjnu. Půdní vzorky byly odebrány z profilu ornice po 5cm vrstvách do hloubky 25 cm (případně 20 cm) v dubnu následujícího roku. Inhibitor nitrifikace *N-Serve* (2-chlór-6/trichlórmetyl/-pyridin) byl aplikován současně s hnojivem v dávce 2‰ z jeho množství. V odebraných vzorcích zeminy byl stanovován amoniakální dusík kolorimetricky (pomocí Nesslerova činidla) a nitratový dusík kolorimetricky s kyselinou fenoldisulfonovou.

VÝSLEDKY A DISKUSE

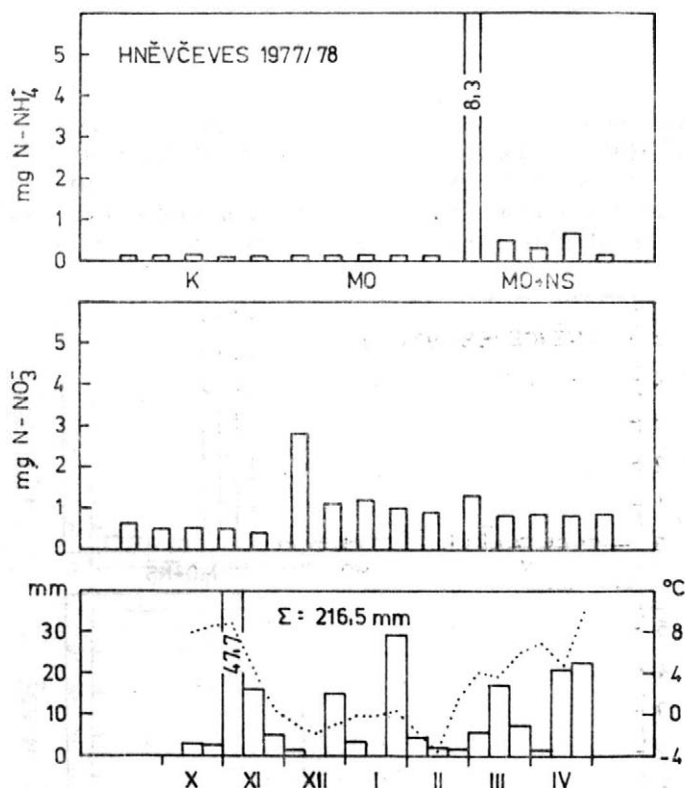
Na základě výsledků uvedených v tab. I, ve které je uvedeno průměrné množství amoniakálního dusíku v jednotlivých vrstvách ornice dvou hnojených variant, zvýšení $N-NH_4^+$ (v mg) ve variantě s močovinou + *N-Serve* (MO + NS) v porovnání s močovinou samotnou a průměrné množství minerálního dusíku ($N-NH_4^+ + N-NO_3^-$) v jednotlivých



2. Přeměna a pohyb dusíku v půdě (Hněvčevs, 1976–1977) – Nitrogen conversion and movement in the soil (Hněvčevs, 1976–1977)

vrstvách ornice a jeho zvýšení v % ve variantě s MO + NS, můžeme říci, že se ve všech případech projevil výrazný inhibiční vliv *N-Serve*, který omezoval průběh nitrifikace. Je však zřejmé, že jeho působení bylo ovlivněno půdně-klimatickými podmínkami stanoviště a povětrnostními podmínkami jednotlivých pokusných let.

Zvýšení amoniakálního dusíku (tab. I) se pohybovalo v rozmezí 1,88 až 4,91 mg N-NH₄⁺ na 100 g suché zeminy. Nejmenší zvýšení bylo zjištěno v Hněvčevsi v období 1977/1978, největší naopak na témže stanovišti



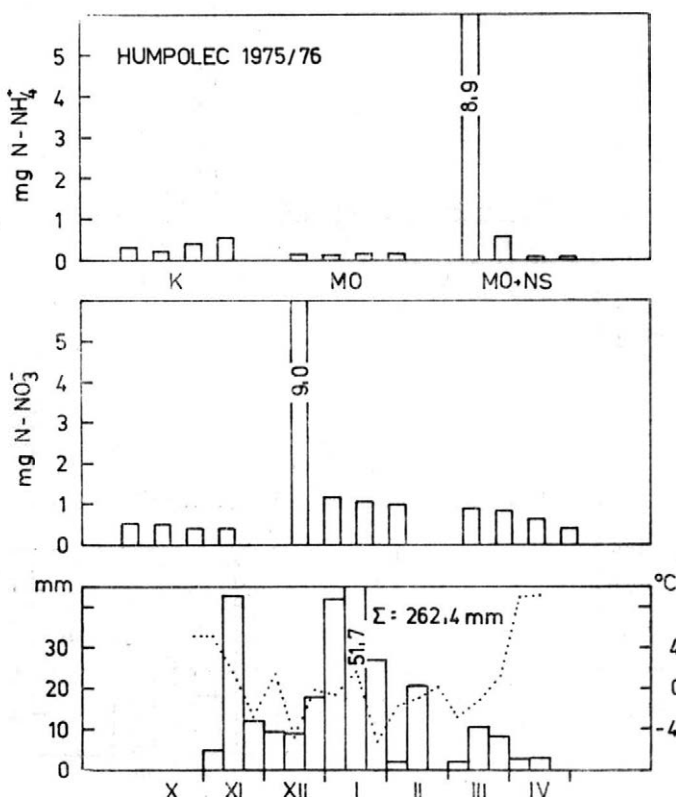
3. Přeměna a pohyb dusíku v půdě (Hněvčevs, 1977–1978) — Nitrogen conversion and movement in the soil (Hněvčevs, 1977–1978)

v období 1976/1977. Zvýšení minerálního dusíku ve variantě s močovinou + *N-Serve* se pohybovalo v rozmezí 0 až 626 %. Na stanici v Humpolci bylo sice zřetelné omezení nitrifikace ve variantě MO + NS v porovnání s močovinou, avšak vyšší vyplavení nitrátů ve variantě s *N-Serve* způsobilo, že průměrné množství minerálního N v jednotlivých vrstvách ornice bylo v obou variantách na stejné úrovni.

V obr. 1 až 9 jsou uvedeny hodnoty amoniakálního a nitratového dusíku v jednotlivých 5cm vrstvách ornice, doplněné teplotami a množstvím srážek na jednotlivých stanovištích v průběhu sledovaných období.

V pokusném období 1975/1976 (obr. 1, 4, 7) byla přeměna dusíku v půdě vzhledem ke značnému poklesu teplot v měsíci listopadu a nízkým teplotám v průběhu téměř celého období značně omezená. Vyšší hodnoty amoniakálního dusíku ve variantě s močovinou v tomto období ve srovnání s ostatními lety byly zjištěny v modelových pokusech

4. Přeměna a pohyb dusíku v půdě (Humpolec, 1975–1976) — Nitrogen conversion and movement in the soil (Humpolec, 1975–1976)

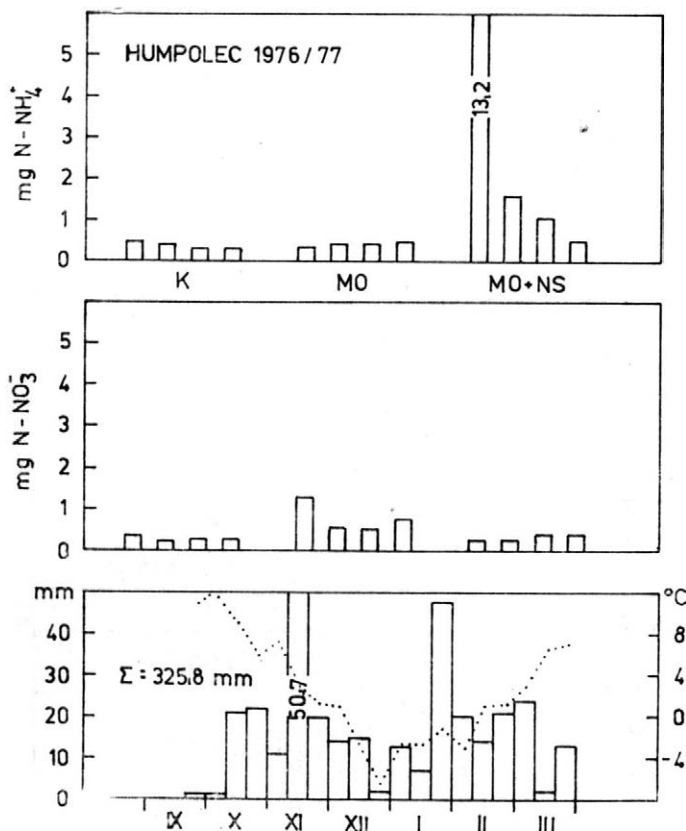


v Hněvčevsi a Ruzyni (obr. 1, 7), naopak rychlý průběh nitrifikace byl zjištěn v Humpolci. Tomu odpovídají minimální hodnoty amoniakálního dusíku v půdě (obr. 4).

Hodnotíme-li vliv inhibitoru *N-Serve* na intenzitu nitrifikace v tomto období můžeme konstatovat, že se jeho inhibiční vliv sice projevil, avšak ze sledovaných tří období nejméně výrazně.

V modelovém pokusu v Humpolci (obr. 4) byl sice zjištěn inhibiční vliv *N-Serve*, avšak značný pohyb nitrátů ve variantě s MO + NS způsobil, že obsah minerálního dusíku v této variantě byl nepatrně nižší než ve variantě s močovinou.

Poměrně vysoké teploty v měsíci říjnu a listopadu, kterými se vyznačovalo pokusné období 1976/1977 měly za následek rychlý průběh nitrifikace v půdě. Svědčí o tom nízké hodnoty amoniakálního dusíku ve variantě s močovinou zjištěné ve vrstvách ornice. Rychlá přeměna dusíku



5. Přeměna a pohyb dusíku v půdě (Humpolec, 1976–1977) — Nitrogen conversion and movement in the soil (Humpolec, 1976–1977)

močoviny a vyšší srážky v měsíci listopadu měly za následek velmi intenzivní pohyb nitrátů, což se projevilo velkým úbytkem minerálního dusíku z ornice (obr. 2, 5, 8).

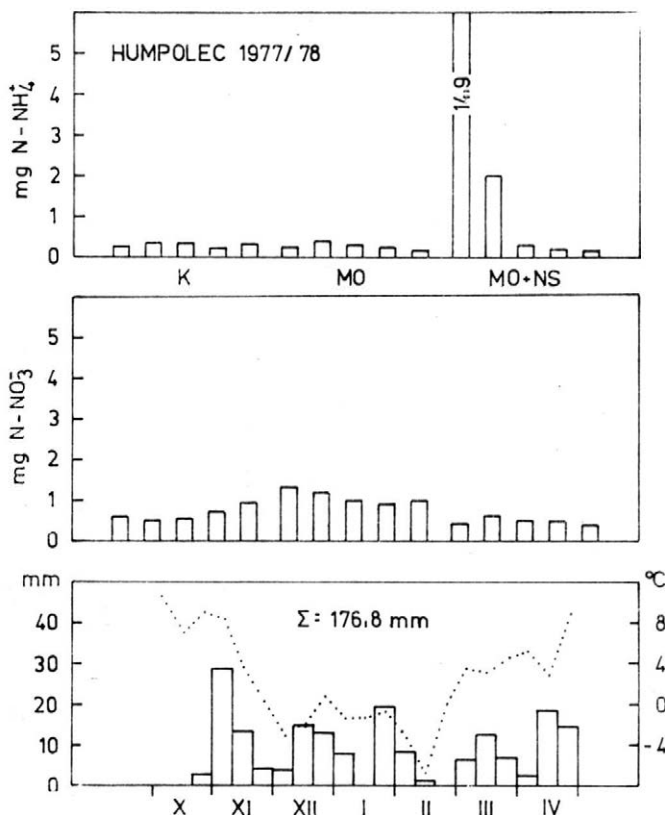
Průběh povětrnostních podmínek tohoto období byl velmi vhodný pro aplikaci inhibitoru nitrifikace. Byly zjištěny vysoké hodnoty amoniakálního dusíku ve variantě s MO + NS především ve vrchní 5cm vrstvě ornice, do které byla močovina zapravena. Zvýšení minerálního dusíku

ve variantě MO + NS v porovnání s močovinou bylo na všech stano-
vištích ze tří sledovaných období nejvyšší (tab. I, obr. 2, 5, 8).

Velmi příznivý vliv na přeměnu dusíku v půdě měly povětrnostní
podmínky podzimního období 1977/1978 (obr. 3, 6, 9). Dokladem toho
jsou nízké hodnoty amoniakálního dusíku ve vrstvách ornice varianty
s močovinou a na všech stanovištích.

I když celkové množství srážek v podzimním období na jednotli-
vých pokusných místech nebylo příliš vysoké, přesto byl zaznamenán

6. Přeměna a pohyb du-
síku v půdě (Humpolec,
1977–1978) – Nitrogen
conversion and move-
ment in the soil (Hum-
polec, 1977–1978)

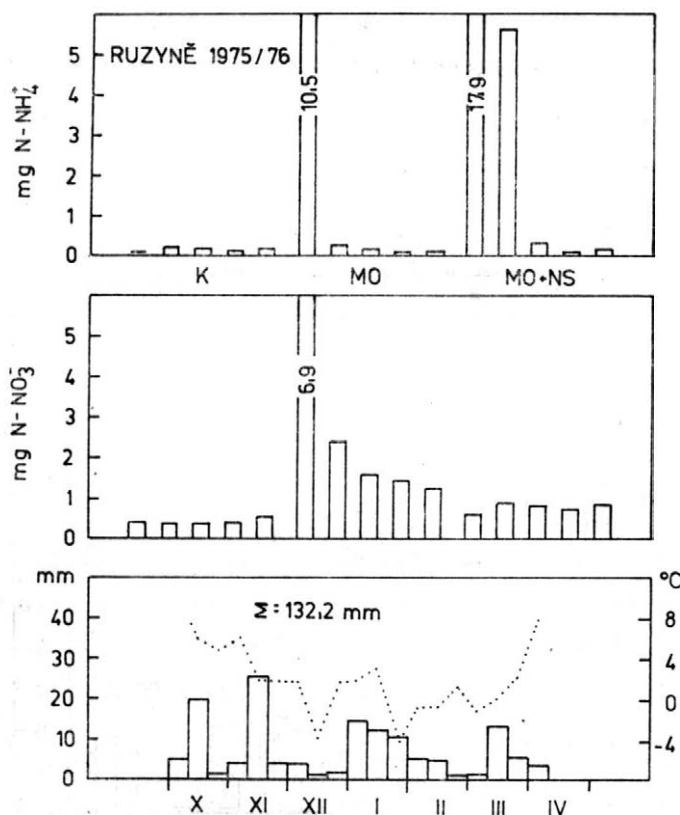


značný pohyb minerálního dusíku především nitrátů v profilu ornice
(obr. 3, 6, 9).

Také v uvedeném posledním období 1977/1978 se projevil inhibitor
nitrifikace *N-Serve* kladně. Snížil rychlost nitrifikace amoniakálního du-
síku a tím i pohyb dusíku v půdě a jeho posun do spodních půdních
vrstev. Zvýšení množství minerálního dusíku ve variantě MO + NS ve
srovnání s močovinou se pohybovalo v rozmezí 89 až 192 % (tab. I).

V příspěvku jsou uvedeny výsledky modelových polních pokusů s inhibitorem nitrifikace *N-Serve* aplikovaným společně s močovinou, který se v minulých letech osvědčil nejen na našem pracovišti, ale také na mnoha pracovištích zahraničních (Lišťanská, 1972; Bundy, Bremner, 1973; Anonymous, 1977). Kladné výsledky s tímto preparátem byly získány i v mezinárodní spolupráci zemí RVHP (Metzel et al., 1978).

7. Přeměna a pohyb dusíku v půdě (Ruzyň, 1975–1976) — Nitrogen conversion and movement in the soil (Ruzyň, 1975–1976)



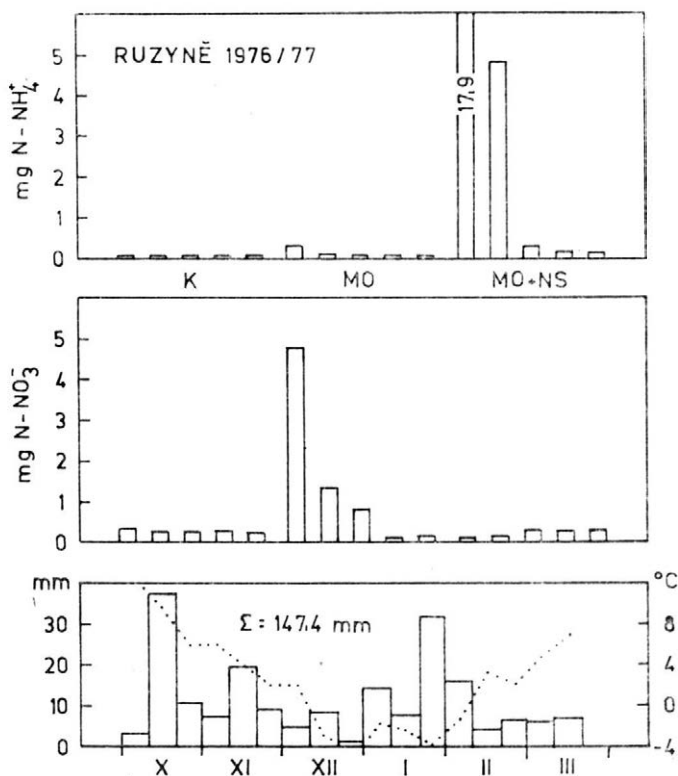
Na základě výsledků uváděných v literatuře a výsledků získaných na našem pracovišti v laboratorních pokusech (Lišťanská, Apltauer, 1976) jsme přistoupili k jeho prověřování v různých půdně-klimatických podmínkách. Záměrně jsme polní modelové pokusy umístili na půdně a klimaticky odlišných stanovištích, na kterých byl *N-Serve* prověřován také ve srovnávacích pokusech s ozimou pšenicí.

V polních modelových pokusech jsme sledovali přeměnu a pohyb dusíku v profilu ornice ve dvou variantách — s močovinou a inhibitorem

nitrifikace a s močovinou samotnou. Cílem bylo zjistit vliv inhibitoru *N-Serve* na omezení průběhu nitrifikace, pohybu dusíku v profilu ornice a jeho posunu do spodních půdních vrstev. Pro tato sledování byla záměrně zvolena období, kdy je půda bez porostu nebo s porostem, který odčerpává minimální množství dusíku, tj. období od října (aplikace hnojiv) do dubna následujícího roku (odběr půdních vzorků).

Na základě dosažených výsledků jsme došli v souladu s řadou zahraničních autorů k jednoznačnému závěru, že se použitý inhibitor nitrifi-

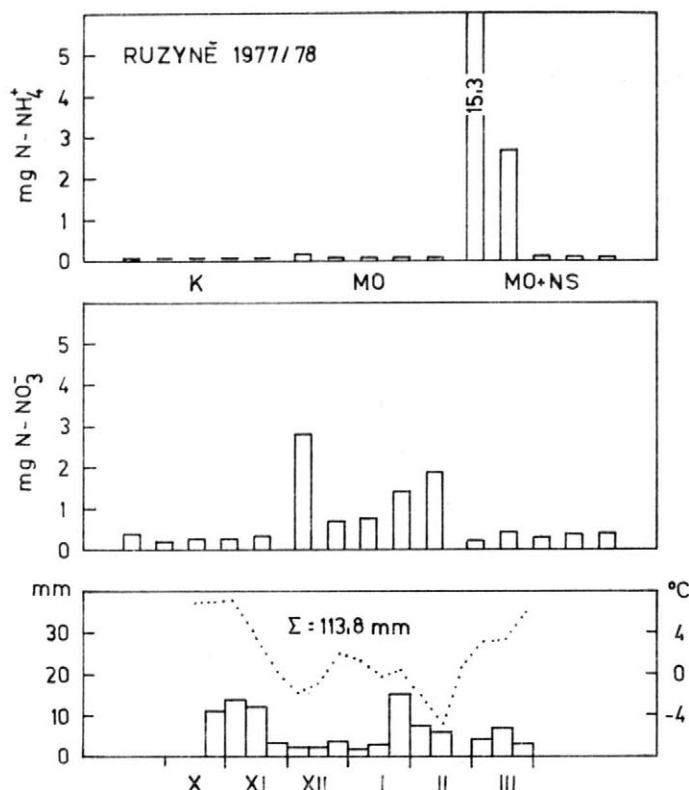
8. Přeměna a pohyb dusíku v půdě (Ružyně, 1976–1977) — Nitrogen conversion and movement in the soil (Ružyně 1976–1977)



fikace *N-Serve* plně osvědčil. Výrazně inhiboval průběh nitrifikace, tím omezoval pohyb dusíku v půdě a zmenšoval možnost vyplavování dusíku do spodních půdních vrstev.

Příznivějších výsledků s použitím inhibitoru nitrifikace lze dosáhnout podle našich dosud získaných výsledků především v roce, ve kterém jsou v podzimním období vhodné podmínky pro rychlý průběh nitrifikace.

9. Přeměna a pohyb dusíku v půdě (Ruzyně, 1977–1978) — Nitrogen conversion and movement in the soil (Ruzyně, 1977–1978)



Literatura

- APLTAUER, J. — MOUCHOVÁ, H.: Přeměna a pohyb dusíku v různých půdně-klimatických podmínkách. [Dílčí závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1977.
- BOSWELL, F. C. — ANDERSON, O. E.: Nitrification inhibitor studies of soil in field buried polyethylene bags. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 38, 1974, č. 5, s. 851-852.
- BUNDY, L. G. — BREMNER, J. M.: Inhibition of nitrification in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 37, 1973, č. 3, s. 396-398.
- GOH, K. M. — YOUNG, A. W.: Effects of fertilizer nitrogen and 2-chloro-6-/trichloromethyl-/pyridine (*N-Serve*) on soil nitrification, yield, and nitrogen uptake of "Araiva" and "Hilgendorf" wheats. *New Zealand J. of Agric. Res.*, 18, 1975, č. 3, s. 215-225.
- HARRISON, R. P. — SEVERSON, D. A. — CRABTREE, R.: Results from fall applied *N-Serve* nitrogen stabilizers with ammonium nitrogen fertilizers on winter wheat in the North-west. *Down to earth*, 33, 1977, č. 1, s. 1-6.
- JÜRGENS-GSCHWIND, S. — JUNG, J.: Ergebnisse von Lysimeteruntersuchungen in der Großanlage Limburgerhof. *BASF, Mitteilungen für den Landbau*, 1977, č. 1, s. 8-16.
- LASKOWSKI, D. A. — BIDLACK, H. D.: Nitrification recovery in soil after inhibition by Nitrapyrin. *Down to earth*, 33, 1977, č. 1, s. 7-17.
- LEWIS, D. C. — STEFANSON, R. C.: Effect of "*N-Serve*" on nitrogen transformations and wheat yields in some Australian soils. *Soil Sci.*, 119, 1975, č. 4, s. 273-279.
- LIŠTANSKÁ, J.: Inhibitory nitrifikace. *Studijní informace*, Praha, ÚVTI, řada Půdoznalství, Meliorace a výživa rostlin, 5, 1972.
- LIŠTANSKÁ, J.: The effect of nitrification inhibitors on the transformation of the nitrogen of urea in grey brown podzolic soil. [Vědecké práce.] Praha-Ruzyně, VÚRV, 19, 1974, s. 147-154.

- LIŠTANSKÁ, J. — APLTAUER, J.: Ovlivnění přeměny dusíku močoviny inhibitory nitrifikace AM a N-Serve. Rostl. Výroba, 22, 1976, č. 2, s. 151-162.
- MAKAROV, B. N. — GERAŠČENKO, L. B.: Vlijanije ingibitorov nitrifikacii na urožaj ovsa i gazoobraznyje potěri azota udobrenij Agrohimiija, 1977, č. 9, s. 32-37.
- MATZEL, W. a kol.: Prevraščeniye azota v počvě i ispolzovaniye ego rastenijami. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften DDR, 1978, s. 136.
- SMIRNOV, P. M. — KIDIN, V. V. — PEDIŠJUS, R. K. — NAZAROVA, V. N.: Poteri azota udobrenij iz počvy i sniženiye ich s pomoščju ingibitorov nitrifikacii. Izv. TSCHA, 1977, č. 6, s. 58-70.
- TESKE, W. — MATZEL, W.: Stickstoffauswaschung und Stickstoffausnutzung durch die Pflanzen in Feldlysimetern bei Anwendung von ^{15}N -markiertem Harnstoff. Arch. Acker-u. Pflanzenbau u. Bodenkd. Berlin, 20, 1976, č. 7, s. 489-502.
- VARSA, E. C. — KAPUSTA, G.: N-Serve nutrient stabilizer and nitrogen distribution in claypan soil. Down to earth, 29, 1973, č. 1, s. 37-39.
- ANONYM: Nitrogen stabilizer increases effectiveness of fertilization. Nitrogen, 110, 1977, s. 43.

Došlo dne 4. 7. 1979

АПЛТАУЭР. Й. (НИИ растениеводства, Прага - Рузыне): Влияние ингибитора нитрификации на превращение и миграцию азота в почве. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1163-1174

Приводятся результаты определения влияния ингибитора нитрификации N-Serve на превращение и миграцию азота мочевины в полевых модельных опытах без посева на 3 участках в период 1975—1978 гг. Как показали опыты, превращение и последующая миграция азота из профиля пахотного слоя зависят в отдельные годы от температур, суммы осадков и их распределения в ходе опытных периодов. Действие ингибитора было сильным, он заметно ограничивал нитрификацию аммиачного азота, его движение в пахотном слое и из него в нижние слои профиля почвы.

модельные опыты; ингибитор нитрификации N-Serve; аммонизация; нитрификация; миграция азота в почве

APLTAUER, J. (Research Institute for Crop Production, Praha - Ruzyně): *The Effect of a Nitrification Inhibitor on the Conversion and Movement of Nitrogen in the Soil*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1163-1174.

The results of the study of the action of the N-Serve nitrification inhibitor on the conversion and movement of urea nitrogen in the soil are presented. To obtain these results, model field experiments were performed at three localities without crop stand in the period from 1975 to 1978. The model experiments demonstrated that the conversion and the following movement of nitrogen from the topsoil profile were influenced, in the different years, by temperatures, precipitation, and their distribution within the experimental period. The N-Serve nitrification inhibitor proved its high inhibitory action during the model experiments. It considerably reduced the nitrification of ammonia nitrogen and arrested the movement of nitrogen in the topsoil and its leakage from the topsoil to the lower strata of the soil profile.

model experiments; N-Serve nitrification inhibitor; ammonization; nitrification; nitrogen movement in the soil

APLTAUER, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): *Einfluß des Nitrifikationsinhibitors auf die Stickstoffveränderung und -bewegung im Boden*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1163-1174.

In der Arbeit werden die Ergebnisse der Untersuchung des Einflusses des Nitrifikationsinhibitors N-Serve auf die Stickstoffveränderung und -bewegung im Harnstoff in den Modellenfeldversuchen ohne Bestand auf drei Standorten im Zeitraum der Jahre 1975 bis 1978 angeführt. Durch die Modellenversuche wurde nachgewiesen, daß die Veränderung und Folgebewegung vom Stickstoff aus dem Krümenprofil in den einzelnen Jahren durch die Temperaturen, Niederschlagsmenge und ihre Verteilung während der Versuchsperioden beeinflusst waren. Der Nitrifikationsinhibitor N-Serve machte sich in den Modellenversuchen deutlich inhibitorisch bemerk-

bar. Er beeinflusste deutlich den Verlauf der Nitrifikation des Ammonium-N und setzte die Stickstoffbewegung in der Krume und auch aus der Krume in die unteren Schichten des Bodenprofils herab.

Modellenversuche; Nitrifikationsinhibitor N-Serve; Ammonisation; Nitrifikation; N-Bewegung im Boden

Adresa autora:

Ing. Jiří Apltauer, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ružyně

VLIV VNĚJŠÍCH FAKTORŮ NA BIOLOGICKOU FIXACI DUSÍKU A JEJÍ VYUŽITÍ V ZEMĚDĚLSTVÍ

H. Marečková

MAREČKOVÁ, H. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Vliv vnějších faktorů na biologickou fixaci dusíku a její využití v zemědělství*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1175-1181.

Primárním prostředkem zvyšování fixace N_2 v celosvětovém měřítku je symbiotická fixace u leguminóz, kde mikrosymbiontem jsou rhizobia. Genetická kompatibilita mezi hostitelem a rhizobii řídí tvorbu hlízek, schopnost fixovat dusík i intenzitu této fixace a má značný praktický význam při výrobě očkovacích látek. Fyzikální faktory působí na symbiotickou fixaci buď přímo, nebo nepřímo působením na hostitelskou rostlinu. V půdě musí být dále dostupné všechny živiny, které hostitelská rostlina vyžaduje. Z makroelementů je nejdůležitější P a Ca, zatímco minerální N má na fixaci inhibiční vliv. Ze stopových prvků jsou důležité Mo, Fe, B, Cu a Co. Vznik efektivní symbiomy a uspokojivá nodulace vyžaduje aplikaci efektivních kmenů rhizobií do půdy při seti. V současné době se považuje za nejvhodnější preparát na bázi rašeliny. Jsou uvedena kritéria pro výrobu očkovacích preparátů i pro výběr vhodných kmenů, dále je podán přehled hlavních skupin bakterií fixujících dusík a uvedeny souhrnné údaje o fixaci dusíku jednotlivými ekosystémy naší planety.

biologická fixace dusíku; leguminózy; rhizobia; nodulace; inokulační preparáty

Význam leguminóz pro vznik a uchování půdní úrodnosti byl znám již od samých počátků zemědělství. Nálezy semen luskovin v archeologických vykopávkách jsou dokladem dávného původu těchto kultur. Jsou doložené zprávy o jejich pěstování i ve střední Evropě v letech 6000 před naším letopočtem. V období po druhé světové válce počala stoupat výroba cenově dostupných minerálních dusíkatých hnojiv a zájem o leguminózy a jiné systémy biologicky fixující dusík se zmenšil. V současné době však perspektiva progresivně se snižujících zásob fosilních energetických zdrojů na jedné straně a stoupající obavy z možného znečišťování životního prostředí aplikací vysokých dávek minerálních dusíkatých hnojiv na straně druhé obrátily znovu pozornost k možnostem maximálního využívání biologické fixace dusíku. Průkopníky této problematiky u nás byli Stoklasa a Káš. Káš (1927, 1930) studoval vývojový cyklus hlízkových bakterií a popsal jednotlivá stadia vzniku bakteroidů. V další práci sledoval proces infekce a tvorby hlízek u sóji a seradely.

Závažným faktorem, který omezoval širší rozvoj výzkumu biologické fixace dusíku byl nedostatek dostatečně citlivých analytických metod. Stanovení dusíku podle Kjeldahla má pro tyto účely značné omezení. Proto objevení skutečnosti, že nitrogenáza může redukovat i jiné látky než N_2 , poskytlo rychlou a expeditivní metodu a vedlo k hlavnímu pokroku ve výzkumu biologické fixace dusíku.

Vedle vody je dusík obvykle uváděn jako nejčastější limitující faktor v zemědělské výrobě a jeho nedostatek je zvláště pocíťován při získávání surovin s vysokým obsahem bílkovin při stoupajících požadavcích na výživu lidstva. Potřeba začlenit zvýšený podíl dusíku do potravinového cyklu je zcela zřejmá.

Ze stále vzrůstajícího počtu informací je v současné době jasné, že biologická fixace dusíku je v přírodě mnohem rozšířenější a intenzivnější než se původně předpokládalo. Organismy, které mohou asimilovat vzdušný dusík tvoří zcela nesourodou směs bakterií, řas, sinic, hub a vyšších rostlin. Byly zjištěny dusík fixující mikroorganismy v zažívacím traktu savců a jsou zprávy i o fixaci v arktických oblastech.

I. Rody bakterií fixující dusík (podle Postgatea) — Genera of nitrogen-fixing bacteria (according to Postgate)

Heterotrofní bakterie	
Aerobní	<i>Azotobacter</i> , <i>Azotomonas</i> , <i>Azotococcus</i> , <i>Beijerinckia</i> , <i>Arthrobacter</i> , <i>Corynebacterium</i> , <i>Derrxia</i> , <i>Mycobacterium</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Methylococcus</i> , <i>Methylobacter</i> , <i>Methylosinus</i> , <i>Methylocystis</i> , <i>Spirillum</i>
Fakultativně anaerobní	<i>Bacillus</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Klebsiella</i>
Anaerobní	<i>Clostridium</i> , <i>Desulfovibrio</i> , <i>Desulfotomaculum</i>
Fotosyntetické bakterie	<i>Rhodospseudomonas</i> , <i>Rhodomicrobium</i> , <i>Rhodospirillum</i> , <i>Ectothiorhodospira</i> , <i>Chlorobium</i> , <i>Chromatium</i>
Chemoautotrofní bakterie	<i>Thiobacillus</i>

Vedle rhizobií je známá celá řada dalších bakterií, které fixují dusík. Hlavní skupiny jsou uvedeny v tab. I. První tři skupiny heterotrofních bakterií jsou jak aerobní, tak i fakultativně anaerobní organismy, poslední skupiny autotrofních bakterií mohou fixovat dusík pouze za podmínek anaerobních. Heterotrofní formy se mohou vyskytovat volně v půdách, nebo naplaveninách. Z nich jsou nejrozšířenější zástupci *Azotobacteraceae*, *Clostridia* a *Spirillum*. Obecně jejich kapacita fixace dusíku je poměrně malá. Další způsob výskytu heterotrofních bakterií je v rhizosférických asociacích, někdy i uvnitř kořenů vyšších rostlin. Tyto asociativní symbiózy se v poslední době dostávají do popředí zájmu, a to zvláště tropické asociativní symbiózy mezi *Azotobacter paspali* a druhy *Spirillum* s některými kulturními travami. Fofosyntetické bakterie fixují pouze za anaerobních podmínek a nemají zřejmě veliký ekologický význam mimo anaerobní nádrže, bahna apod.

Fixace u sinic byla zjištěna u 23 rodů. Jsou pravděpodobně rozšířenější než volně žijící N_2 fixující bakterie, neboť jsou schopné se adaptovat i v krajně nepříznivých podmínkách prostředí.

U neleguminózních symbióz angiospermů jsou dosud určité pochybnosti ve vztahu k identifikaci mikrosymbionta, nejčastěji byly izolovány z těchto kořenových hlízek aktinomycety.

Symbiotické fixace u leguminóz pro jejich značné rozšíření, jednoduché a přímé využití fixovaného dusíku je primární prostředek zvyšování fixace N_2 v celosvětovém měřítku. V současné době velmi umírněné odhady celosvětové biologické fixace dusíku uvádějí 175 miliónů tun N_2 ročně, z toho asi 40 % (ca 70 mil. tun) připadá na symbiotickou fixaci leguminóz. V tab. II jsou uvedeny údaje o fixaci jednotlivých ekosystémů podle Burnse a Hardyho (1976), založené na velmi širokém dokladovém materiálu.

Leguminózy přispívají zemědělské produkci hlavně ve třech směrech. 1. Luskoviny poskytují zrno pro lidskou výživu a krmení hospodářských zvířat. 2. Pícniny

	ha 10 ²	kg N ₂ /ha/rok	t/rok × 10 ⁶
Leguminosy	250	140	35
Rýžoviště	135	30	4
Ostatní zeměděl. půda	1 015	5	5
Louky a pastviny	3 000	15	45
Lesy	4 100	10	40
Nezemědělská půda	4 900	2	10
Celkem půda	14 900		139
Moře	36 000	1	36
Celkem	51 000		175

poskytují píci pro zvířata. 3. Zvyšují zásobu půdního dusíku pro rostliny pěstované ve směsích nebo pro následnou plodinu.

Symbióza leguminózy s mikrosymbiontem vzniká obecně v několika fázích: 1. infekce kořenových buněk hostitele rhizobii; 2. proniknutí infekčního vlákna do cortexu hostitele; 3. vznik hlízky dělením rostlinných buněk; 4. proniknutí rhizobií do buněk hostitele, vytváření vesikulů s cytoplasmatickou membránou; 5. přeměna rhizobií na bakteroidní formy. Typické kroucení infikovaných kořenových vlásků je připisováno působení kyseliny β -indolyloctové, která pravděpodobně vzniká působením rhizobií z tryptofanu vylučovaného kořeny. Rhizobia netvoří pektinázy nebo celulázy, avšak jejich přítomnost v rhizosféře indukuje v kořenech schopnost tvořit polygalakturonázu.

Symbiotická fixace dusíku u leguminóz je ovlivňována faktory biologickými, fyzikálními a výživou (Marečková a Dvořáková, 1975; Marečková a Našinec, 1978; Našinec et al., 1977). Genetická kompatibilita mezi hostitelem a rhizobii řídí tvorbu hlízek, schopnost fixovat dusík i intenzitu této fixace. Rhizobia se rozlišují podle svého specifického hostitele na šest inokulačních skupin (*Rhizobium trifolii*, *Rhizobium meliloti*, *Rhizobium leguminosarum*, *Rhizobium phaseoli*, *Rhizobium lupini*, *Rhizobium japonicum*), v posledních letech se zavádí další sedmá skupina pro vynu zahrnující několik set hostitelských rodů převážně tropických rostlin, tato skupina je velmi blízké příbuzná skupině *Rhizobium japonicum*, do níž byla dosud začleňována. Mezi specifitou k hostiteli a morfologickými a kulturními vlastnostmi rhizobií není žádná korelace, jediná cesta identifikace kmenů je inokulací různých hostitelů. Řada kmenů vytvoří s určitým hostitelem hlízky, avšak nefixují buď žádný dusík, nebo jen zcela nepatrně, tato neefektivní symbióza se může vyskytovat u většiny druhů a byly popsány příslušné geny u jetele červeného, sóji a dalších. Některé kmeny rhizobií fixují efektivně dusík pouze s určitými druhy nebo kultivary hostitele v rámci těžce inokulační skupiny. Velmi úzká specifictnost je u řady tropických druhů, u skupiny *Rhizobium meliloti* a podle našich zkušeností u sóji a lupiny. Tyto případy genetické inkompatibility mají značný praktický význam při výrobě očkovacích látek (Marečková a Kott, 1977).

Fyzikální faktory působí na symbiotickou fixaci buď přímo, nebo nepřímo působením na hostitelskou rostlinu.

Teplota. Nízké teploty jsou nepříznivé pro tvorbu hlízek a zpomalují symbiotickou fixaci. Nejnižší teplota pro možnost vzniku infekce a tvorbu hlízek se u rostlin mírného pásma uvádí 7 až 10 °C, u sóji 15 až 18 °C. Významnou roli však mohou hrát i vlastnosti jednotlivých kmenů. U jetele bílého byla zjištěna fixace i pod 10 °C a existují kmeny *Rhizobium trifolii* adaptované na nízké teploty, které mohou tvořit bakteroidy i v teplotách pod 7 °C. U jetele červeného jsme zaznamenali v přirozeném stanovišti nitrogenázovou aktivitu při teplotě 5,5 °C (Našinec et al., 1977). Teplota tedy působí nejen na vznik nebo rozsah nodulace, ale i na průběh a intenzitu fixace ve vytvořených hlízkách.

Vlhkost. Půdní vlhkost dostačující pro vyklíčení semen hostitelské rostliny bývá vhodná i pro vznik infekce a počátek tvorby hlízek. Sucho i nadměrná vlhkost působí na celý hostitelský organismus a přímo i nepřímo na řadu symbiotických procesů. Vliv sucha, pokud není ireversibilně poškozena hostitelská rostlina, bývá přechodného rázu, pokles symbiotické fixace v období sucha je v závislosti na omezené dostupnosti fotosyntetických produktů.

Světlo. Nižší světelná intenzita je příznivá pro raná stadia vzniku symbiózy u mnohých rostlin. Avšak jsou-li již hlízky vytvořeny, má světelná intenzita silný vliv na další rozvoj hlízek a na intenzitu fixace. Symbiotická fixace dusíku (redukce C_2H_2) korelovala v řadě sledovaných pokusů se světelnou intenzitou. Několik hodin po zvýšení světelné intenzity se zvýšila i symbiotická fixace, produkty fotosyntézy byly limitujícími faktory fixace a naopak snížení světelné intenzity má vliv na aktivitu fixace snížením přívodu produktů fotosyntézy (Marečková a Našinec, 1978). Podobný efekt má i defoliace nebo seče u jetele. Zde jsme však pozorovali, že původní úroveň nitrogenázové aktivity byla obnovena do 10 dnů po zásahu (Našinec, 1977).

pH. Kritické hodnoty pH pro symbiotickou fixaci jsou uváděny 3,5 až 4,7 podle jednotlivých rostlin. Zvláště citlivá je vojtěška, zřídka byly u ní nalezeny hlízky v půdách s pH nižším než 5,2. Na nízkou půdní reakci jsou citlivá zvláště raná stadia infekce. Nízké pH negativně ovlivňuje množení rhizobií. Rovněž dostupnost některých živin při nízkém pH je omezená. Půdní pH ovlivňuje i kompetici bakteriální populace. Po vzniku infekce je další průběh symbiózy již méně citlivý ke kyselosti prostředí.

Požadavky na minerální výživu. Intenzivní symbiotická fixace může probíhat pouze tehdy, jestliže jsou v půdě dostupné všechny živiny, které hostitelská rostlina vyžaduje. Z makroelementů je to v první řadě fosfor, který je zvláště důležitý pro nodulované rostliny. Životně důležitá funkce, kterou má ATP pro nitrogenázovou aktivitu, ukazuje na to, že rostliny fixující dusík mohou vyžadovat více fosforu než rostliny využívající minerální dusík. Vápník je považován za prvek důležitý při procesu infekce rostlin, vedle toho je však úzká souvislost mezi vápníkem a půdní reakcí, která bezprostředně tvorbu hlízek ovlivňuje. Ze stopových prvků molybden je obsažen v nitrogenáze, železo v nitrogenáze a leghemoglobinu. Bór je potřebný pro tvorbu hlízkových pletiv. Měď ovlivňuje vývoj bakterií a jejich aktivitu a kobalt, jak se předpokládá, je součástí kobalaminových koenzymů.

Působení sloučenin dusíku. Inhibiční vliv minerálního dusíku na nodulaci a symbiotickou fixaci u leguminóz je znám. Sloučeniny dusíku, zvláště nitráty, zpochybují nebo úplně inhibují infekci kořenů, pravděpodobně interferenčním působením na kyselinu indolylactovou, která je nutná pro počáteční infekční proces. Sloučeniny dusíku zpomalují i další vývoj již vznikajících hlízek, předpokládá se, že je to způsobeno nedostatkem uhlohydrátů, které jsou přednostně využívány na asimilaci nitrátů. Podobně deprese aktivity fixace v hlízkách již plně vyvinutých může být svázána nedostatečným přívodem uhlohydrátů v přítomnosti minerálního dusíku v prostředí. Stimulační efekt dusíkatých sloučenin v počátečním stadiu růstu rostlin a vývoje hlízek spočívá v tom, že jsou uspokojeny požadavky na dusíkatou výživu v období, kdy rostlina dosud není schopna poutat dusík symbiózou. Močovina a dusík organický je obvykle méně škodlivý než nitrátová a amonná forma.

Vznik efektivní symbiózy a uspokojivá nodulace rostlin nemůže v řadě případů být ponechána náhodě a vyžaduje aplikaci efektivních rhizobií do půdy při seti. Původní praxe zemědělců přenést půdu z pozemků s dobře zavedenou leguminózou na jiná pole byla postupně nahrazována očkováním semen komerčními inokulačními prostředky. Agarové a tekuté kultury hlavně dříve používané a lyofilizované kultury ještě dosud někde používané k přímé inokulaci se nepovažují za vhodné očkovací preparáty, protože žádná z těchto forem neumožňuje dobré přežívání rhizobií na semenech po vysetí. Mnoho z neúspěšných použití preparátů hlízkových bakterií bylo zaviněno nekvalitním preparátem, nevhodnou formou, nebo nevhodnými kmeny. Dobrá kvalita očkovacích preparátů závisí nejen na výši titru rhizobií v preparátu ale i na jejich efektivitě fixace dusíku s tím hostitelem, pro který jsou určena. Tam, kde mají být rhizobia zavedena nově do půdy v dobrých podmínkách se předpokládá, že 100 buněk rhizobií na semeno je dostatečný počet pro úspěšnou infekci, avšak tam, kde se jedná o aplikaci očkovacích látek do půd, které mají již vysoký počet neefektivních rhizobií, je nezbytný požadavek mnohonásobně většího počtu efektivních rhizobií (až 10^8) k překonání nepříznivého vlivu přirozené populace. V současné době se považuje za nejvhodnější preparát na bázi

rašeliny, sterilované v optimálním případě gama zářením, obvykle však autoklavováním s vlhkostí pohybující se v rozmezí 40 až 60 %. Pod tuto hranici je pozorováno velmi rychlé snižování titru živých buněk (Marečková a Kott, 1977). Rovněž způsoby inokulace mají základní význam pro další osud aplikovaných kultur rhizobií, jejich uplatnění v kompetici s půdní mikroflórou a vznik efektivní symbiózy. Za nejvhodnější metodu se považuje aplikace dobrého rašelínového preparátu v suspenzi s adhesivou, důsledně promíchaného s osivem např. v míchačkách na beton těsně před setím. Doporučuje se přidávat na preparátem ovlhčené osivo ještě obalovací materiál jako je uhlíkatý vápenatý, mletý vápenec apod. Takto připravené pelety se osvědčily jako nejvhodnější forma inokulace pro letecký způsob setí a pro inokulaci osiv v nepříznivých půdních a klimatických podmínkách (kyselé půdy, přílišné sucho při setí). Rhizobia si takto uchovávají maximální životnost a mohou být současně aplikovány i jiné látky (některé herbicidy, mikroelementy apod. (Roughley, 1970)).

Veškeré metody komerční preinokulace, které byly dosud prováděny, se nešetkaly s úspěchem. Přezívání rhizobií na semenech po dobu skladování a distribuce bylo ve všech případech neuspokojivé.

Na základě současných poznatků existuje celá řada kritérií, podle kterých mají být kmeny pro výrobu očkovacích preparátů vybírány. Vedle efektivity s příslušným hostitelským kultivarem musí být kmeny: 1. adaptovatelné na nové prostředí; 2. schopné rychlé kolonizace povrchu hostitelských kořenů; 3. být aktivní v kompetici s přirozenou populací rhizobií v půdě; 4. schopné nodulace i v přítomnosti mírných dávek dostupného půdního dusíku; 5. rezistentní k pesticidům aplikovaným na semeno nebo do půdy v období setí; 6. mít vhodné kultivační vlastnosti.

V řadě případů tkví důvody neuspokojivého využívání biologické fixace v samotném rostlinném materiálu. Nedostatečně vyvinutý symbiotický systém, ať již vlivem dědičných faktorů, nebo indukovaný prostředím, limituje celkový objem symbiotické fixace. Proto pouze komplexní přístup k této problematice může realizovat plný potenciál symbiotických asociací v pokrytí požadavků vyšších rostlin na výživu dusíkem.

Literatura

- BURNS, R. C. — HARDY, R. W. F.: Nitrogen Fixation in Bacteria and Higher Plants. In Molecular Biology and Biophysics, Springer-Verlag, Berlin, New York, 21, 1975.
- KÁŠ, V.: K otázce příbuznosti hlízkových bakterií. Infekční typ u hlízek sóje. Věstník ČAZ, VI, 1930, č. 10, s. 1073-1078.
- KÁŠ, V.: K vývojovému cyklu hlízkových bakterií. In: Sborník ČAZ, II, 1927, č. 4, s. 673-692.
- MAREČKOVÁ, H. — DVOŘÁKOVÁ, H.: Vliv genetických faktorů na symbiotickou fixaci dusíku u leguminos. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1975.
- MAREČKOVÁ, H. — KOTT, L.: Testace efektivity kmenů a očkovacích preparátů. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1977.
- MAREČKOVÁ, H. — NAŠINEC, V.: Studium vlivu exogenních faktorů na symbiotickou fixaci dusíku u leguminos. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1978.
- NAŠINEC, V. — ŠKRDLETA, V. — MAREČKOVÁ, H.: Enzymatická redukce acetylenu (fixace molekulárního dusíku) u jetele červeného (*Trifolium pratense* L.) v polních podmínkách. Rostl. Výroba, 23, 1977, č. 10, s. 1067-1072.
- POSTGATE, J.: Nitrogen fixation. In: ARNOLD, E.: The Institute of Biology's Studies in Biology No. 92. The Camelot Press Ltd., Southampton, 1978.
- ROUGHLEY, R. J.: The Preparation and Use of Legume Seed Inoculants. Plant and Soil, 1970, č. 32, s. 765-680.

Došlo dne 4. 7. 1979

МАРЕЧКОВА, Г. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Влияние внешних факторов на биологическую фиксацию азота и ее использование в сельском хозяйстве. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1175-1181.

Первичным средством повышения фиксации N_2 в мире является симбиотическая фиксация у бобовых, где микросимбионтами служат ризобии. Генетическая совместимость между хозяином и ризобиями управляет образованием клубеньков, способностью фиксировать азот и интенсивностью фиксации, что имеет немалое практическое значение при производстве прививочных веществ. Физические факторы воздействуют на симбиотическую фиксацию либо непосредственно, либо посредством растения-хозяина. Кроме того, в почве должны быть доступны все вещества, необходимые для растения-хозяина. Из макроэлементов важны P и Ca, тогда как минеральный азот ингибирует фиксацию. Из микроэлементов важны Mo, Fe, B, Cu, Co. Для обеспечения эффективных симбиоза и нодуляции требуется внесение эффективных штаммов ризобий во время сева. Самым подходящим считается препарат на базе торфа. Приводятся критерии для производства прививочных препаратов и для отбора штаммов, приводится обзор главных групп бактерий, фиксирующих азот, сводные данные о фиксации азота экосистемами нашей планеты.

биологическая фиксация азота; бобовые; ризобии; нодуляция; инокулирующие препараты

MAREČKOVÁ, H. (Research Institute for Crop Production, Praha - Ruzyně): *The Influence of External Factors on the Biological Fixation of Nitrogen and its Utilization in Agriculture*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1175-1181.

The primary source of increasing nitrogen fixation on a world scale is symbiotic fixation in legumes, in which rhizobia act as the microsymbiont. The genetic compatibility between the host and the rhizobia controls the production of nodules, the nitrogen-fixing capacity, and the rate of this fixation, and is of a considerable practical importance for the production of inoculants. Physical factors act on symbiotic fixation either directly or indirectly through acting on the host plant. Further, all nutrients required by the host plant must be available in the soil. As to macro-elements, those of the highest importance are P and Ca, whereas mineral N has an inhibitory effect on fixation. Mo, Fe, B, Cu, and Co are the most important trace elements. Efficient symbiosis and satisfactory nodulation require the application of effective Rhizobium strains to the soil during sowing. Nowadays a peat preparation is regarded as the most effective. Criteria for the production of inoculants and for the selection of suitable strains are presented and a survey is given, concerning the main groups of nitrogen-fixing bacteria. Data on nitrogen fixation by different ecosystems of the Earth are presented.

biological nitrogen fixation; legumes; rhizobia; nodulation; inoculants

MAREČKOVÁ, H. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): *Einfluß äußerer Faktoren auf biologische Stickstofffixierung und ihre Anwendung in der Landwirtschaft*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1175-1181.

Primäres Mittel der Erhöhung der N_2 -Fixation stellt im Weltmaßstab die symbiotische Fixation bei den Leguminosen dar, wo die Rhizobien als Mikrosymbiont dienen. Die genetische Kompatibilität zwischen dem Wirt und den Rhizobien leitet die Bildung von Knöllchen, die Fähigkeit, den Stickstoff zu fixieren, und auch die Intensität dieser Fixation, und sie hat eine ziemlich große praktische Bedeutung bei der Produktion von Impfstoffen. Die physikalischen Faktoren wirken auf die symbiotische Fixation entweder direkt oder indirekt, durch die Wirkung auf die Wirtspflanze. Im Boden müssen weiterhin alle für die Wirtspflanze benötigten Nährstoffe verfügbar sein. Von den Makroelementen sind P und Ca am wichtigsten, während der Mineral-Stickstoff auf die Fixation einen Einfluß als Inhibitor ausübt. Von den Spurenelementen sind Mo, Fe, Cu und Co von Bedeutung. Die Entstehung effektiver Symbiose und die befriedigende Nodulation erfordert eine Applikation der effektiven Rhizobien-Stämme in den Boden während der Aussaat. Gegenwärtig hält man es für äußerst geeignet, ein Präparat auf der Basis des Torfes anzuwenden. Man führt die Kriterien für die Produktion von Impfstoffen und auch für die Auswahl von geeigneten Stämmen an, weiterhin werden in einem Überblick

die Hauptgruppen der, den Stickstoff fixierenden Bakterien dargestellt und zusammenfassende Angaben über die Stickstofffixation durch die einzelnen Ökosysteme unseres Planeten angeführt.

biologische Fixation des Stickstoffs; Leguminosen; Rhizobien; Nodulation; Inokulationspräparate

Adresa autora:

RNDr. Hana Marečková, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

RECENZE

SOIL ENZYMES

R. G. Burns (Ed.)

Academic Press, London, New York, San Francisco, 1978, 380 s.

Půdní enzymologie je mladá vědecká disciplína. Její intenzivní rozvoj nastal v posledním čtvrtstoletí. Studium půdních enzymů se stalo atraktivním zejména proto, že některé poznatky naznačovaly souvislost enzymové aktivity s půdní úrodností. I když platnost tohoto postulátu není jednoznačná, bylo provedeno množství prací o systémech půdních enzymů, o stanovení, původu, tvorbě, stavu a funkci enzymatické aktivity v půdě. Bylo získáno mnoho údajů, z nichž mohou vycházet další výzkumy zaměřené na zvyšování úrodnosti a zlepšování užitečných vlastností půdy jakožto obnovitelného přírodního zdroje. V získávání dalších poznatků tohoto druhu spočívá i perspektiva půdní enzymologie. Ačkoliv bylo v této oblasti nauky o půdě nashromážděno mnoho základních poznatků, je kniha „Soil Enzymes“ první, která problematiku shrnuje komplexně a v takovém imponujícím rozsahu. Proto nesporně bude patřit k základním a svým způsobem i klasickým monografiím. Patnáct z nepovolanějších odborníků, jež jsou zároveň průkopníky a protagonisty půdní enzymologie z různých zemí, se podílelo na zpracování devíti částí knihy. V prvé z nich podal J. Skujinš (USA) historický přehled o vývoji výzkumu půdních enzymů i o jeho současné problematice, zaměření a významu (49 stran). J. N. Ladd (Austrálie) se ve druhé kapitole (46 stran) zabývá původem půdních enzymů a jejich systematickým členěním. Popisuje aktivitu enzymů *in situ* a jejich přetrvávání v půdě. Kinetika a následnost reakcí půdních enzymů je předmětem třetí kapitoly (19 stran). Její autor A. D. McLaren (USA) v ní uvedl matematická vyjádření kinetiky enzymových reakcí v půdě, jejich posloupnosti, vztahů ke klasické enzymatické kinetice, souvislosti s růstem mikroorganismů, jež ve svém celku představují základy teorie půdní enzymologie. S. Kiss, M. Dragan-Bularda a D. Radulescu (Rumunsko) jsou autory čtvrté kapitoly (31 stran), pojednávající o půdních polysacharidázách. Tyto enzymy (amylázy, celulóza, polygalakturonáza, dextranáza, xylanáza atd.) katalyzují hydrolytickou depolymerizaci polysacharidů, jež patří k nejhojnějším organickým látkám v půdě. Jsou zde shrnuty poznatky o významu polysacharidáz v koloběhu uhlíku a v tvorbě půdní struktury, o účinku plodin i zemědělských technik na obsah těchto enzymů v půdě. Pátou kapitolu (49 stran) o ureázové aktivitě v půdách napsali J. M. Bremner a R. L. Mulvaney (USA). Ureáza má unikátní roli v procesech koloběhu dusíku — katalyzuje hydrolýzu močoviny, která je důležitým hnojivem. Z hlediska agrochemické praxe nabývají na významu všechny poznatky o přirozených i antropogenních faktorech ovlivňujících aktivitu půdní ureázy, její tvorbu a stabilitu. Spolu s tím je autory vhodně akcentována též potřeba dalších intenzivních studií v této oblasti. Na enzymy významné v přeměnách sloučenin fosforu a síry v půdě, tj. půdní fosfatázu a sulfatázu, na jejich vlastnosti, kinetiku, stav, původ a úlohu v půdním prostředí, zaměřili pozornost T. W. Speir a D. J. Ross (Nový Zéland) v šesté kapitole (52 strany). Sedmá kapitola (44 strany) pojednává o vztazích mezi půdními enzymy a chemikáliemi, které člověk agrochemickými zásahy do půdy vnáší. Autoři S. Cervelli, P. Nannipieri a P. Sequi (Itálie) shrnují poznatky o tom, jak půdní enzymy mohou atakovat hnojiva a biocidy a o tom, jak těmito agrochemikáliemi mohou být samy ovlivněny. R. G. Burns (Anglie) v osmé kapitole (46 stran) se zabývá některými teoretickými a praktickými úvahami o aktivitě enzymů v půdě z hlediska charakteru půdního prostředí, interakcí mezi enzymem a substrátem či některými metodologickými otázkami. Metodologií měření a extrakci půdních enzymů speciálně věnoval M. R. Roberge (Kanada) devátou část knihy (Appendix; 30 stran). Metodické návody, týkající se 26 enzymů a respirační aktivity, jsou zároveň široce diskutovány a konfrontovány a jsou naznačeny možnosti jejich aplikace, případná omezení a potenciální význam. Nomenklatury enzymů a věcný rejstřík jsou vítanými doplňky knihy. Příručka umožní přístup k problematice studia půdních enzymů a poskytne přehled dosud známých fakt nejen studentům, ale i zkušeným odborníkům v oblasti půdní biochemie, mikrobiologie a jiných oborů půdoznalství, v rostlinné fyziologii a obecné enzymologii.

MARENDIAK, D. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Rizosféryny efekt*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1183-1189.

Rizosféryny efekt má v štúdiu vzájomných vzťahov medzi rastlinami a mikroorganizmami v pôde kľúčové miesto. Primárne je odrazom vplyvu rastliny na mikroorganizmy, no modifikovať ho môže prostredie (pôda), zásahy do neho a ďalšie činitele. Hlavnou energetickou bázou pre mikroflóru koreňov a rizosféry sú koreňové exudáty, ktoré svojou výživovou povahou vplývajú na selekciu a akumuláciu mikroorganizmov v rizopláne a rizosfére. Objasnením všetkých faktorov a podmienok kolonizácie povrchu koreňov a rizosféry mikroorganizmami ako aj funkcie mikroflóry v živote rastliny sa vytvárajú predpoklady pre perspektívnu reguláciu mikróbovej zložky v systéme pôda-mikroorganizmy-rastlina. Práca podáva stručný prehľad niektorých výsledkov výskumu v tejto oblasti u nás.

koreňová exudácia; selekcia; akumulácia mikróbov; rizoplán; rizosféra; rizosféryny efekt

Je známe, že na povrchu koreňov (rizopláne) a v pôde primknutej ku koreňom (rizosfére) sa selektujú a akumulujú určité typy a skupiny mikroorganizmov, ktoré sa svojím množstvom, druhmi a metabolickou aktivitou odlišujú od mikróbného spoločenstva v pôde. Tento jav, ktorý je dôsledkom metabolickej aktivity rastúcich koreňov, súhrnne označujeme ako rizosféryny efekt (Macura, 1965, 1971, 1972). Rizosféryny efekt možno považovať za všeobecne rozšírený a dokázaný jav v prírode. Je však v záujme vytvorenia vedecky opodstatnenej bázy pre reguláciu mikróbného zložky v ekosystéme pôda-mikroorganizmy-rastlina, aby sa rizosféryny efekt preskúmal zo všetkých aspektov.

KVALITATÍVNE ASPEKTY EXUDÁCIE KLÍČIACICH SEMIEN A KOREŇOV RASTLÍN

Semenom už od prvých okamžikov napučievania a od začiatku klíčenia uvoľňuje do prostredia rôzne látky, a to bielkoviny, aminokyseliny, cukry, organické kyseliny, alkoholy, aldehydy, CO₂, olefiny (Vančura, 1964, 1972; Vančura a Hovadík, 1963, 1965) a inhibítory (Hovadík, 1972). Z klíčiaceho semena sa uvoľňuje viac dusíka vo forme bielkovín a peptidov než vo forme aminokyselín. Tieto exudáty sa odlišujú aj v zložení aminokyselín, organických kyselín a predovšetkým cukrov v porovnaní s exudátmi koreňov, ktoré už vplyvom fotosyntézy na metabolizmus rastliny vylučujú viac redukujúcich látok a exudáty sa obohacujú o niektoré metabolity a špecifické látky (Van-

čura, 1972). Najväčšie rozdiely v koreňových exudátoch sa však viažu na fylogenetickú odlišnosť: rastliny z jednej čeľade majú zložením veľmi blízke exudáty a naopak (Hovadík et al., 1965). Zmeny v zložení exudátov nastávajú pri prechode spôsobu výživy zo zásobných látok semena na výživu fotosyntézou, ďalej vo fáze kvitnutia a fáze dozrievania plodov či semien (Vančura a Hovadík, 1965). Množstvo a zloženie exudátov sa modifikuje aj vplyvom podmienok pestovania (Čatská, 1965; Vančura, 1972). Celková osobitosť povrchu koreňov a rizosféry rastlín sa odráža aj na kvantitatívnom a kvalitatívnom zastúpení mikroflóry oboch týchto zón či už v začiatkových alebo neskorších rastových fázach rastliny (Macura, 1958; Vágnerová et al., 1960a, b; Čatská et al., 1960; Čatská, 1965, 1972; Vágnerová, 1965).

KOLONIZÁCIA KOREŇOV MIKROFLÓROU A ÚLOHA KOREŇOVÝCH EXUDÁTOV V AKUMULÁCII A SELEKCII MIKROFLÓRY

Zjavné rozdiely medzi zložením mikroflóry povrchu koreňov a voľnej pôdy sa dajú vysvetliť prítomnosťou rozličných zdrojov energie a tým aj špeciálneho druhu lokálneho prostredia pre mikróby. Biochemická diferenciácia, rôzna schopnosť kompetície o živiny a rôzna schopnosť využívať jednotlivé zložky koreňových exudátov mikroflórou koreňov, rizosféry a pôdy sa potvrdila aj v iných pokusoch. Limitujúcim faktorom sa všade ukázala koncentrácia energetických zdrojov v prostredí (Macura, 1965). Početnosť a fyziologické skupiny mikróbov v rizopláne a rizosfére sa v rámci ontogenézy rastliny menia; medzi dynamikou mikróbov na koreňoch a dynamikou exudácie sa zistil priamo úmerný vzťah (Hovadík et al., 1965). Po fáze kvitnutia a na začiatku fázy tvorby plodov ovplyvňuje rizosféru mikroflóru rozklad epidermálnych buniek a koreňových vlások a to viac ako mikroflóru povrchu koreňov. Látky uvoľňované z klíčiacych semien a koreňové exudáty podmieňujú kolonizáciu koreňov hubami; rastúce korene odstraňujú tzv. fungistatický efekt pri klíčení niektorých spór v pôde. Výsledný rizosféry efekt môžu významne ovplyvniť aj kompetícia a antagonizmus (Čatská a Macura, 1963; Čatská, 1965, 1972). Staněk a Lasík (1972) skúmali priebeh infekčného procesu pri osídľovaní rizosféry uhoriek hubami rodu *Pythium* a rizosféry fazule baktériou *Xanthomonas fuscans*. Vplyvom koreňových exudátov a priaznivým účinkom sprievodných baktérií rodu *Pseudomonas* pri vhodných pôdnych a klimatických podmienkach (nižšej teplote, nedostatku svetla) sa rizosféra rýchlo osídľovala patogénom a ochorenie prebehlo prudko. V takýchto podmienkach zvýšená exudácia stimulovala *Pythium*, ktoré produkovalo viac toxínov (Staněk a Vančura, 1975). *Xanthomonas fuscans* za vhodných podmienok kolonizovala povrch koreňov a svojimi metabolitmi produkovanými v rizosfére inhibovala ich rast. Nepriaznivé pôsobenie *Xanthomonas fuscans* sa obmedzilo na prvé obdobie rastu rastlín, dokiaľ rastliny nevytvorili dostatočný počet pravých listov. Inhibíciu vyvolávali predovšetkým polypeptidy, ktoré boli účinnejšie ako polysacharidy. Niektoré fytopatogénne baktérie spôsobujúce ochorenie nadzemných častí rastlín sa môžu vyskytovať aj v rizosfére nehostiteľských rastlín (Staněk a Lasík, 1972); zmeny v koreňovej exudácii napr.

vplyvom poškodenia či napadnutia rastlín patogénmi sa nutne odrážajú v zmenách zloženia a v prejavoch mikróbovej populácie. Nežiadúce typy mikróbov, vrátane patogénnych, prenikajú do rizosféry a niekedy môžu byť aj dominujúcou zložkou populácie. Tvorba proteázy proteolytickými baktériami, ktoré využívajú koreňové exudáty a rozmnožujú sa v rizosfére, je reprimovaná v závislosti od koncentrácie a zloženia koreňových exudátov. Ak sa zmenia výživové podmienky prostredia a odstránia sa reprimujúce zložky v exudátoch napr. zatienením rastlín, rastom v prostredí bez fosforu a i., zvyšuje sa aktivita proteázy na koreňoch. Zvýšenie tejto aktivity nebýva vždy prospešné pre rastlinu (Vágnerová, 1972). Mikrobiálnu produkciu proteázy na koreňoch pšenice, sorpciu enzýmu koreňmi, zníženie aktivity enzýmu v sorbovanom stave a protektívny účinok sorpcie proti degradácii enzýmu determinovali Vágnerová a Macura (1974a, b, c). Lasík a Kalachová (1972) izolovali priamo z rizosféry pšenice, fazule a uhorky polysacharidy a podali dôkaz o produkcii bakteriálneho slizu v rizosfére baktériou *Xanthomonas fuscans* kolonizujúcou povrch koreňov. Polyméry polysacharidov produkovaných koreňmi a rizosférnymi baktériami boli analyzované a stanovili sa ich vlastnosti, tvorba komplexov s kovmi a rozklad. Výskum vyústil do návrhu a overenia aplikácie bakteriálneho polyméru XF v praxi (Lasík a Staněk, 1974; Wurst et al., 1974). Spôsob získavania exocelulárneho uhlíkatého polyméru z baktérie ako aj nové kmene priemyselne produkčných baktérií získali patentové osvedčenia (Lasík a Kalachová, 1978; Lasík, 1974; Lasík a kol., 1974).

NIEKTORÉ ĎALŠIE ASPEKTY RIZOSFÉRNEHO EFEKTU

Rizosféru populáciu môžeme považovať za faktor vyvolávajúci prístupnosť a koncentráciu minerálnych živín v dosahu koreňov rastlín a to mikrobiálnymi transformáciami predovšetkým koreňových exudátov v rizosfére. O rozsahu týchto transformácií si však ťažko vieme vytvoriť obraz, pretože nemáme dostatok údajov o kvantite koreňovej exudácie (Vančura, 1964) a je prakticky nemožné oddeliť metabolickú aktivitu koreňov od metabolickej aktivity mikroflóry (Macura, 1966). Niektoré možnosti štúdia transformácií exudátov poskytla síce metóda kontinuálnej kultúry aplikovaná na štúdium pôdnomikrobiologických procesov (Macura, 1961), ale podmienky modelu bez aktivity koreňov nemohli odpovedať prirodzeným podmienkam. Ukázalo sa, že pre výskum niektorých aspektov rizosférneho efektu možno využiť poznatky z foliárnej aplikácie látok, keď sa výskum vplyvu takéhoto zásahu spojí s priamym zisťovaním vzťahu medzi zložením koreňových exudátov a populáciou rizosféry. Foliárne aplikovaná močovina, antibiotiká, rastové a iné látky vyvolali zmeny v zložení koreňových exudátov a v počte a zložení mikróbovej populácie povrchu koreňov; je to jedna zo sľubných ciest k perspektívnej kontrole zloženia rizosférneho populácie (Vraný, 1963, 1965, 1972, 1975; Vraný a Macura, 1971; Vraný et al., 1962). Na obmedzenie napadnutia koreňov parazitickými hubami a ich nepriaznivého pôsobenia na rastliny možno využiť aj interakcie medzi saprofytickými baktériami a fytopatogénnymi hubami, ktoré sa uskutočňujú na úrovni rizosférneho a hyfosférneho prostredia a v zá-

vislosti od vonkajších podmienok môžu byť antagonistické alebo synergické; v prípadoch *Agrobacterium rhizogenes* a *Phoma betae* ich možno regulovať (Staněk a Vančura, 1975). Medzi antagonistickými organizmami majú pre kontrolu hubových fytopatogénov nádejné postavenie mykolytické mikróby (Staněk a Lasík, 1972). Baktérie rodu *Pseudomonas* výrazne ovplyvňujú rast rastlín a príjem iónov koreňmi a to produkciou biologicky aktívnych látok. Výskyt týchto baktérií je vo vzťahu k určitému druhu únavy pôdy a jej odstráneniu. Nový kmeň tejto baktérie *Pseudomonas desmolytica* bol predmetom patentovej prihlášky (Lasík a Kalachová, 1978).

Výskum rizosféreho efektu v širšom ekologickom chápaní je veľmi komplikovaný. Káš (1966) oprávnene zdôrazňuje potrebu experimentovať s čo najväčším zreteľom na prirodzené podmienky, poprípade priamo v prirodzených podmienkach; výsledky modelových pokusov sa však na takéto podmienky musia správne aplikovať (Káš, 1924). Na túto okolnosť musia pamätať aj metodiky štúdia mikrobiologických pomerov v rizosfére (Káš, 1929; Lasík, 1956). Namáhavosť štúdia týchto pomerov v rizosfére rastlín pestovaných v prirodzených podmienkach nevyplýva len z toho, že samotný ekosystém pôda—mikroorganizmy—rastlina je veľmi dynamický a tým po každej stránke veľmi zložitý, ale aj tým, že ho navyše ovplyvňuje rad zásahov priamej pestovateľskej praxe a často aj veľmi účinne pôsobiaci vplyv poveternosti, ktoré prekrývajú, modifikujú či odsúvajú inak významné postavenie zóny rizosféry vo vzťahu k mikroflóre a jej aktivite (Marendiak, 1971, 1974, 1977; Marendiak a Horník, 1973, 1974a, b). Je však spoločensky žiadúce, aby sa výskumu vplyvu intenzifikačných faktorov na rastlinnú výrobu venovala po mikrobiologickej stránke zaslúžená pozornosť.

Literatúra

- ČATSKÁ, V.: Colonization of wheat roots by fungi in relation to root excretion. In: Plant microbes relationships, Praha, ČSAV 1965, s. 60-68.
- ČATSKÁ, V.: Houbová populace rhizosféry. In: Vzájemné vzťahy mikroorganizmů a rostlin v rhizosfére. Praha 1972, s. 63-70.
- ČATSKÁ, V. — MACURA, J.: Význam kořenových výměšků pro osídlování kořenů pšenice houbami. Rostl. Výroba, 9, 1963, č. 9, s. 692-696.
- ČATSKÁ, V. — MACURA, J. VÁGNEROVÁ, K.: Rhizosphere microflora of wheat. III. Fungal flora of wheat rhizosphere. Folia microbiol., 1960, č. 5, s. 320-330.
- HOVADÍK, A.: Nové pohledy na příčiny vzniku únavy půdy po pěstování paprik. In: Vzájemné vzťahy mikroorganizmů a rostlin v rhizosfére. Praha 1972, s. 25-32.
- HOVADÍK, A. — VANČURA, V. — VLČEK, F. — MACURA, J.: Bacteria in the rhizosphere of red pepper. In: Plant microbes relationships. Praha, ČSAV 1965, s. 109-119.
- KÁŠ, V.: Biologická činnost v přírodě a v laboratoři. Zeměd. archiv, 15, 1924, č. 9-10.
- KÁŠ, V.: Příspěvek k metodice studia poměrů v rhizosfére různých plodin. Věstník ČAZ, 5, 1929, č. 9.
- KÁŠ, V.: Současné směry v půdní mikrobiologii. Tématický přehled. Rostl. Výroba, 12, 1966, č. 12, s. 1311-1331.
- LASÍK, J.: Mikroflóra rhizosféry a metodiky jejího studia. Rostl. Výroba, 29, 1956, č. 9-10, s. 841-848.
- LASÍK, J.: Nový kmen průmyslového produkčního bakteriálního mikroorganismu *Achromobacter delicatulus* (Jordan) 1890 [Bergey et al., 1923], č. 39. A. o. 172 624, Praha 1978.
- LASÍK, J. — KALACHOVÁ, L.: Nový kmen průmyslového bakteriálního mikroorganismu *Pseudomonas desmolytica* Gray and Thornton, 1928, č. 3, A. o. č. 172 623, Praha 1978.

- LASÍK, J. — KALACHOVÁ, L.: Výskyt a funkce polysacharidů v rhizosféře. In: Vzájemné vztahy mikroorganismů a rostlin v rhizosféře. Praha 1972, s. 40-46.
- LASÍK, J. — STANĚK, M.: Nový kmen průmyslového produkčního bakteriálního mikroorganismu *Xanthomonas fuscans* (Burkholder/Burk XF1. PV (3110/Z3704), Praha 1974.
- LASÍK, J. a kol.: Způsob získávání exocelulárního uhlikatého polymeru glukomannuronového typu z bakteriálního mikroorganismu. PV5658 (Z3755), Praha 1974.
- MACURA, J.: Bacterial flora of the root surface of wheat grown in nutrient solutions deficient in nitrogen and phosphorus. *Folia microbiol.*, 1961, č. 6, s. 279-281.
- MACURA, J.: Interactions nutritionnelles plantes-bactéries et bases expérimentales de la bactériation des graines. *Ann. Inst. Past.* 111, suppl. 3, 1966, s. 9-28.
- MACURA, J.: Interrelation between microorganisms and plant in the rhizosphere. In: *Plant microbes relationships*, Praha, ČSAV 1965, s. 26-33.
- MACURA, J.: Seed and soil bacteria in relation to the rhizosphere effect. *Folia biol.*, 1958, č. 4, s. 274-280.
- MACURA, J.: Some biological and ecological aspects of the rhizosphere effect. *Folia microbiol.*, 16, 1971, č. 4, s. 328-336.
- MACURA, J.: Teoretické problémy a praktické důsledky rhizosférického efektu. In: Vzájemné vztahy mikroorganismů a rostlin v rhizosféře. Praha 1972, s. 7-16.
- MARENDIAK, D.: Beitrag zum Studium der Respiration im Boden und in der Winterweizenrhizosphäre. *Zbl. Bakt.*, II, 132, 1977, s. 461-471.
- MARENDIAK, D.: Štúdium rizosférické mikroflóry ozimnej pšenice pri delenom hnojení dusíkom. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP 1971.
- MARENDIAK, D.: Štúdium rizosférické mikroflóry ozimnej pšenice pri delenom hnojení dusíkom. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP 1974.
- MARENDIAK, D. — HORNÍK, A.: Mineralizácia dusíka v pôde. *Agrochémia*, 14, 1974, č. 1, s. 1-5.
- MARENDIAK, D. — HORNÍK, A.: Sezónna bilancia mikrobiologických a biochemických pomerov v pôde a rizosfére ozimnej pšenice. *Acta fytotechn. UA Nitra*, 27, 1973, s. 126-146.
- MARENDIAK, D. — HORNÍK, A.: Zmeny mikroflóry v pokuse s ozimnou pšenicou. *Agrochémia*, 14, 1974, č. 3, s. 78-83.
- STANĚK, M. — LASÍK, J.: Fytopatogenní mikroorganismy v rhizosféře. In: Vzájemné vztahy mikroorganismů a rostlin v rhizosféře. Praha 1972, s. 71-76.
- STANĚK, M. — VANCURA, V.: *Pythium debaryanum* Hesse v rizosféře rastlin. Dokl. VII. Mezdunar. kongr. zašč. rast., Moskva 1975.
- VÁGNEROVÁ, K.: Bakteriální populace rhizosféry. In: Vzájemné vztahy mikroorganismů a rostlin v rhizosféře. Praha 1972, s. 47-53.
- VÁGNEROVÁ, K.: Properties of seed and soil bacteria with reference to the colonization of roots by microorganisms. In: *Plant microbes relationships*. Praha, ČSAV 1965, s. 31-41.
- VÁGNEROVÁ, K. — MACURA, J.: Determination of protease activity of plant roots. *Folia microbiol.*, 19, 1974a, s. 322-328.
- VÁGNEROVÁ, K. — MACURA, J.: Relationships between plant roots, proteolytic organisms and activity of protease. *Folia microbiol.*, 19, 1974c, s. 525-535.
- VÁGNEROVÁ, K. — MACURA, J.: The effect of microorganisms and sorption on the protease activity of plant roots. *Folia microbiol.*, 19, 1974b, s. 329-339.
- VÁGNEROVÁ, K. — MACURA, J. — ČATSKÁ, V.: Rhizosphere microflora of wheat. I. Composition and properties of bacterial flora during the first stages of wheat growth. *Folia microbiol.*, 5, 1960a, s. 298-310.
- VÁGNEROVÁ, K. — MACURA, J. — ČATSKÁ, V.: Rhizosphere microflora of wheat. II. Composition and properties of bacterial flora during the vegetation period of wheat. *Folia microbiol.*, 5, 1960b, s. 311-319.
- VÁGNEROVÁ, K. — VANCURA, V. — LASÍK, J.: Rhizosférická mikroflóra pšenice. IV. Rozvoj mikroorganismů povrchu kořenů, rhizosférická a volná půda v prostředí s kořenovými výměškami.
- VANCURA, V.: Metabolické interakce mezi rostlinami a mikroorganismy. In: Vzájemné vztahy mikroorganismů a rostlin v rhizosféře. Praha 1972, s. 17-24.
- VANCURA, V.: Root exudates of plants. I. Analysis of root exudates of barley and wheat in their initial phases of growth. *Pl. Soil*, 21, 1964, s. 231-248.
- VANCURA, V. — HOVADÍK, A.: Composition of root exudates in the course of plant development. In: *Plant microbes relationships*. Praha, ČSAV 1965, s. 21-25.
- VANCURA, V. — HOVADÍK, A.: O kořenových výměšcích rostlin. *Rostl. Výroba*, 9, 1963, s. 683-686.
- VANCURA, V. — HOVADÍK, A.: Root exudates of plants. *Pl. Soil*, 22, 1965, s. 21-32.

VRANÝ, J.: Biological changes in the rhizosphere of wheat after foliar application of chlorocholinechloride, urea and 4-chloro-2-methylphenoxyacid. *Folia microbiol.*, 20, 1975, s. 402-408.

VRANÝ, J.: Effect of foliar application of urea on the root microflora. *Folia microbiol.*, 8, 1963, s. 351-355.

VRANÝ, J.: Effect of foliar application on the rhizosphere microflora. In: *Plant microbes relationships*, Praha, ČSAV 1965, s. 84-90.

VRANÝ, J.: Perspektivy modifikace rhizosféry mikroflóry. In: *Vzájemné vztahy mikroorganismů a rostlin v rhizosféře*. Praha 1972, s. 77-82.

VRANÝ, J. — MACURA, J.: Changes in bacterial population during the colonization of wheat following aseptic cultivation and foliar application. *Zbl. Bakt.*, II, 126, 1971, s. 399-408.

VRANÝ, J. VANČURA, V. — MACURA, J.: The effect of foliar application of some readily metabolized substances, growth regulators and antibiotics on rhizosphere microflora. *Folia microbiol.*, 7, 1962, s. 61-70.

WURST, M. — VANČURA, V. — KALACHOVÁ, L.: Analysis of the polysaccharides of some soil bacteria by gas chromatography. *J. Chromatography*, 91, 1974, s. 469-474.

Došlo dne 4. 7. 1979

МАРЕНДИАК, Д. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Ризосферный эффект. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (11) : 1183-1189.

Эффект ризосферы занимает первое место в изучении взаимоотношений между растениями и микроорганизмами в почве. В первичном порядке он является отражением влияния растений на микроорганизмы, но на него могут влиять среда (почва), вмешательства в него и др. факторы. Главная энергетическая база для микрофлоры корней и ризосферы — это корневые экссудаты, которые своим характером питателей воздействуют на селекцию и аккумуляцию микроорганизмов в ризоплане и ризосфере. Освещение всех факторов и условий колонизации поверхности корней и ризосферы микроорганизмами, а также функции микрофлоры в жизни растений дает предпосылки для перспективного регулирования микробного компонента в системе почва — микроорганизмы — растение. В работе дан краткий обзор некоторых результатов разработок данной области в Чехословакии.

корневая экссудация; селекция; аккумуляция микробов; ризоплан; ризосфера; эффект ризосферы

MARENDIAK, D. (University of Agriculture, Nitra): *The Rhizosphere Effect*. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (11) : 1183-1189.

The rhizosphere effect has a key position in the study of the relations between plants and soil micro-organisms. It reflects the influence of the plant on the micro-organisms; however, it may be modified also by the environment (soil), by external factors interfering with it, and by other conditions. The main energy base for the microflora of the roots and rhizosphere is represented by root exudates which by their nutritive effect influence the selection and accumulation of micro-organisms in the rhizoplane and rhizosphere. An explanation of all the factors and conditions of the micro-organism colonization of root and rhizosphere surface and explanation of the function of microflora in the life of the plant create prerequisites for future control of the microbial component of the soil — micro-organisms — plant system. Some research results of Czechoslovak research in this field are surveyed in brief.

root exudation; selection; accumulation of microbes; rhizoplane; rhizosphere; rhizosphere effect

MARENDIAK, D. (Hochschule für Landwirtschaft, Nitra): *Der Rhizosphäre-Effekt*. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (11) : 1183-1189.

Der Rhizosphäre-Effekt nimmt beim Studium der gegenseitigen Beziehungen zwischen den Pflanzen und Bodenmikroorganismen die Schlüsselstellung ein. Primär ist er eine Art der Widerspiegelung des Einflusses der Pflanze auf die Mikroorganismen, er kann jedoch durch das Milieu (Boden), Eingriffe ins Milieu und andere Faktoren modifiziert werden. Die energetische Hauptbasis für die Mikroflora der

Wurzel und der Rhizosphäre stellen die Wurzelexudate dar, die durch ihr Ernährungswesen auf die Selektion und Akkumulation der Mikroorganismen im Rhizoplan und in der Rhizosphäre einen Einfluß ausüben. Durch die Erklärung aller Faktoren und Bedingungen der Kolonisation der Wurzeloberfläche und der Rhizosphäre durch die Mikroorganismen und auch durch die Erklärung der Funktion der Mikroflora im Leben der Pflanze werden Voraussetzungen für perspektive Regulierung der Mikrobienkomponente im System Boden-Mikroorganismen-Pflanze geschaffen. Die Arbeit bietet eine kurzfassende Übersicht über einige Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet bei uns.

Wurzelexudation; Selektion; Akkumulation der Mikroben; Rhizoplan; Rhizosphäre; Rhizosphäre-Effekt

Adresa autora:

Doc. ing. Drahomír Marendiak, CSc. Vysoká škola poľnohospodárska, Nábřežie mládeže 1, 949 01 Nitra

**MEZINÁRODNÍ SYMPOZIUM O PERSPEKTIVÁCH POUŽÍVÁNÍ HNOJIV
Z HLEDISKA ZVYŠOVÁNÍ PŮDNÍ ÚRODNOSTI A VÝNOSŮ A Z HLEDISKA
OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

Ve dnech 15. až 19. ledna 1979 proběhlo v Ženevě sympozium (*Symposium on Prospects of the Use of Fertilizers with a View of Raising Soil Fertility and Yields and of Protecting the Human Environment*) organizované ECE/FAO. Sympozia se zúčastnilo 20 národních delegací (46 delegátů), 6 delegací nevládních mezinárodních organizací (12 delegátů), kromě pracovníků ECE a FAO.

Na základě přednesených referátů a zejména na základě velmi živé neformální diskuse lze charakterizovat současný stav poznatků s možnostmi jejich praktické interpretace pro zemědělskou výrobu takto:

- minerální hnojení je a patrně dlouhodobě zůstane důležitým intenzifikačním faktorem zemědělské výroby,
- dávky minerálních hnojiv však ve většině evropských zemí dosáhly svého optima, nebo je již překročily; hnojení se tak stává méně efektivní a přináší stoupající rizika pro životní prostředí,
- hnojení mikroelementy lze doporučovat jen v případech pozitivně prokázaného nedostatku příslušného mikroelementu,
- větší pozornost je třeba věnovat organickému hnojení, a to jak z hlediska kompenzace jednostranného používání minerálních (průmyslových) hnojiv tak i z hlediska skutečnosti, že stájová hnojiva (z velkochovů) přestala být univerzálním hnojivem a je třeba jejich aplikace přísně odměřovat a diferencovat,
- lze očekávat, že zavedením nových výkonných odrůd plodin nároky na intenzitu hnojení a výživy poněkud vzrostou,
- vhodná analytika půd a rostlin a interpretace výsledků pro správné vyměřování dávek hnojiv zůstává stále problémem,
- řada problémů hnojení, půdní úrodnosti i péče o životní prostředí se dá vyřešit zlepšením stavu (množství a jakosti) půdního humusu.

Pracovní materiály Sympozia si lze vypůjčit ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze - Ruzyni.

Doc. dr. ing. Bohumír Novák, DrSc.,
Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně

VANČURA, V. — ČATSKÁ, V. (Mikrobiologický ústav ČSAV, Praha): *Biologické aspekty únavy půdy*. Rostl. Výroba, 25, 1979 (11) : 1191-1202.

Práce shrnuje současné poznatky o příčinách biologické únavy půdy. Tento typ půdní únavy vzniká při dlouhodobém opakovaném pěstování rostlin stejného nebo podobného druhu na stejném pozemku. Porušená biologická rovnováha půdy, projevující se v rozvoji druhově chudšího společenstva půdních mikroorganismů, vzniká v důsledku uvolňování stále stejných zdrojů výživy i energie druhově omezeným rostlinným společenstvem. Tímto vzájemným působením dochází k selekci mikroorganismů a někdy i živočišných škůdců. Tato selekce vede k produkci stále stejných biologicky aktivních mikrobiálních metabolitů, které mohou působit nepříznivě na rostliny jednak přímo, jednak nepřímo tím, že omezují rozvoj ostatních půdních mikroorganismů významných při kontrole rozvoje fytopatogenních organismů.

únava půdy; monokultury; mikrobiální společenstvo; rhizosféra mikroflóra; selekce mikroorganismů; toxiny; toxikóza půdy

Únava půdy je vžitý termín v polním a lesním hospodářství, zahrádnictví, sadařství a vinařství. Tímto termínem se vyjadřuje defekt na úrodnosti půdy, spočívající v jejích vlastnostech, bez bližší specifikace příčin, který se projevuje buď náhlým nebo postupným klesáním výnosů plodin. Biologická půdní únava je určitým druhem onemocnění půdy. V některých cizojazyčných terminologiích se nazývá půdní nemocí. V poslední době se pro únava půdy způsobenou mikrobiálními toxiny užívá názvu toxikóza půdy (Beresteckij a Nadkerničnyj, 1978). Nebezpečí vzniku půdní únavy je tím větší, čím je rostlinná výroba intenzivnější, koncentrovanější a specializovanější; stoupá tudíž s modernizací zemědělské výroby (Novák, 1940; Kvěch, 1974).

Vyloučíme-li z příčin vzniku půdní únavy špatné fyzikální vlastnosti půdy nebo jednostranné vyčerpání makro- a mikrobiogenních prvků, či naopak nahromadění některých reziduálních iontů těžkých kovů, prvků selenu, fluóru, thalia, arsenu a sloučenin chloristanu draselného, sulfo- kyanidu a jiných látek při nadměrném hnojení intenzivní používání sterilizačních prostředků, pesticidů a kompostů z městských odpadů apod., jedná se o půdní únava biologického charakteru (Káš, 1962).

Biologická půdní únava vzniká zejména při opakovaném pěstování rostlin stejného nebo příbuzného druhu na stejném pozemku. Nedá se zcela odstranit ani organickým ani minerálním hnojením ani dalšími agrotechnickými zásahy, které obvykle zlepšují růst rostlin (Deal et al., 1972; Petrenko, 1974; Pokorný et al., 1975; Vorobjev

a Lešakov, 1976; Beresteckij a Nadkerničnyj, 1978). Tento typ půdní únavy je specifický pro určitou rostlinu nebo příbuzný druh, který na jiné rostliny zpravidla nepůsobí. V moderních zemědělských závodech s intenzivní výrobou a specializací plodin je často nutné z různých příčin pěstovat stejný druh rostlin řadu let na stejném pozemku. V oblastech se specifickými geografickými a klimatickými podmínkami bývá často monokulturní pěstování nutné zejména v ovocných sádkách a školkách, ve vinicích apod. Přitom je ovšem žádoucí, aby byl nepříznivý vliv monokulturního pěstování rostlin na vlastnosti půdy snížen na minimum a aby podstatně neklesaly výnosy plodin.

PŘÍČINY BIOLOGICKÉ ÚNAVY PŮDY

Vznik půdní únavy byl popsán u řady rostlin. Vzhledem k rozsahu práce je možné uvést jen některé (Káš, 1955; Chalvignac a Anselme, 1957; Börner et al., 1959; Savory, 1966; Hovadík, 1966, 1970; Gilles, 1968a, b, 1973; Hoestra, 1968; Deal et al., 1972; Katznelson, 1972a, b, c; Otto, 1972a, b, c, 1973; Mulder, 1973, 1975; Sláma, 1973; Suzuki et al., 1974; Kos, 1975, 1977). Únava půdy se nejvýrazněji projevuje z polních plodin u lnu, jetele, vojtěšky, cukrové řepy, brambor a pšenice, ze zahradních kultur u košťálovín, rajských jablek, papriky, tykve, okurky, chřestu, salátu a jahod, z ovocných stromů u jabloně, hrušně, broskvoně, meruňky, třešně, citroníku a vinné révy, dále u topolu, olše, smrku, růže a různých okrasných rostlin. Z rostlin, u kterých nemusí dojít při opakovaném pěstování na stejném pozemku k poklesu výnosů, bývá uváděna kukuřice, bavlník, někdy i rýže, konopí a tabák (Hovadík, 1970; Dobrovodský a Masler, 1972; Kvěch, 1974).

V minulosti existovalo několik teorií vysvětlujících příčinu únavy půdy. Nadměrné rozmnožení prvoků, kteří se v půdě žijí baktériemi, uvedli jako možnou příčinu únavy půdy v roce 1909 Russel a v roce 1918 Hutchinson (Káš, 1962). Káš však již v roce 1925 dokázal, že prvoci mají v půdě užitečnou úlohu a nemohou být příčinou půdní únavy. Určitou odezvu získaly zejména teorie toxinová a teorie organismová.

Podle toxinové teorie rostliny vylučují svými kořeny látky, které stejně tak jako látky uvolňované z rozkládajících se kořenů škodí zejména rostlinám stejného druhu (Börner, 1960; Garb, 1961). Tak např. u lnu byl popsán toxin linein (Becquerel a Rousseau, 1941, 1942), u vojtěšky látky saponinové povahy (Naumova, 1953), u broskvoně amygdalin, jehož rozkladem vzniká benzaldehyd a kyselina kyanovodíková (Patrick a Koch, 1958), u jabloní floridzin (Börner, 1959). Toxické produkty vznikající při rozkladu kořenů citrusů také Martin (1948) považoval za příčinu půdní únavy. Později však bylo prokázáno, že tyto látky v půdě nedosahují takových koncentrací, aby inhibovaly růst rostlin. Jsou totiž mikroorganismy poměrně rychle rozkládány, jak prokázal u floridzinu v nesterilní půdě Börner (1958). Koncentrace této látky v půdě jablonových sadů nebyla nikdy tak vysoká, aby inhibovala růst jabloní (Vojáček a Hudská, 1972). Převážnou část kořenových exsudátů tvoří organické kyseliny, cukry a aminokyseliny (Katznelson et al., 1955; Vančura, 1964), kterých mikroorganismy povrchu kořenů a rhizosféry půdy pohotově využívají jako zdroje energie a výživy (Rovira, 1965; Hovadík et al., 1964; Čatská, 1965; Kunc a Macura, 1966). Lze předpokládat, že při tomto procesu mohou být formou kometabolismu (Horvath, 1972) rozkládány i látky (toxiny), které bez přítomnosti jiných zdrojů uhlíku by byly vůči rozkladu odolnější.

Teorie organismová pokládá za příčinu půdní únavy živé organismy. Bronsart (1931) považuje za „pravou“ únavu půdy pouze tu, která je působena mikroorganismy s vyloučením fytopatogenních hub nebo živočišných škůdců. Toto pojetí příliš zjednodušuje celý problém. Dnes již víme, že jednou z příčin poklesu výnosů v monokulturách bývá právě selektivní rozmnožení určitého druhu mikroorganismu, např. houby napadající kořeny nebo jinou část rostliny, nebo nadměrné rozmnožení určitého druhu nematodů.

Káš (1962) připisuje únavě půdy komplexní charakter. Teorii toxinovou i organismovou modifikoval v tom smyslu, že za příčinu některých typů biologické půdní únavy označil metabolity mikroorganismů rozkládajících kořenové exsudáty

a odumřelá kořenová pletiva. Kořenové exsudáty i kořenová pletiva stejného nebo příbuzného druhu rostlin jsou z hlediska zdrojů výživy a energie mikroorganismů relativně jednoduchým substrátem, při jehož rozkladu v monokulturách rostlin dochází k selekci rhizosférického společenstva mikroorganismů. Toto společenstvo je druhově chudší, než je společenstvo v půdě se střídavým osevním postupem. Nervováha se dále prohlubuje zúžením spektra produkovaných mikrobiálních metabolitů, které mohou mít charakter biologicky aktivních látek se stimulačním nebo inhibičním účinkem na některé složky mikrobiálního společenstva. Ochuzení mikrobiálního společenstva bývá však provázeno zvýšenou toxicitou půdy, jak experimentálně prokázali Lasík (1957), Beresteckij a Nadkerničnyj (1978). Doplněním ochuzeného rhizosférického společenstva mikroorganismů u opakovaně pěstovaných rostlin na stejném pozemku bakteriizací semen rhizosférické mikroflóry stejné rostliny, ale pěstované na pozemku se střídavým osevním postupem, se Lasíkovi (1957) podařilo toxicitou unavené půdy podstatně omezit a výnosy rostlin zvýšit.

Se zhoršením vlastností půdy a snížením výnosů rostlin, ke kterému dochází v důsledku opakovaného pěstování rostlin, souvisejí i změny v rozvoji a aktivitě rhizosférické a půdní mikroflóry (Hirte, 1960, 1961a, b, 1962; Hovadík et al., 1963, 1964, 1966; Bunt a Mulder, 1973; Ambrožová, 1974; Barclay a Crosse, 1974; Lepidi et al., 1974; Lugauskas, 1974, 1975; Otto, 1973; Wicklow et al., 1974; Tepljakova a Chalitova, 1975; Otto a Winkler, 1977; Čatská et al., 1977; Vančura et al., 1977). Půdní únava byla studována i ve vztahu k mykorrhizním houbám (Otto, 1962a, b; La Rue et al., 1975).

V rhizosféře monokultur mohou převládnout mikroorganismy, které buď přímo napadají rostliny, nebo produkují metabolity inhibující růst, vývoj a zdravotní stav rostlin. Vliv obou faktorů bývá kombinován, jako je tomu např. u pšenice, cukrové řepy. Zvýšenou pozornost v současné době zasluhují mikroorganismy napadající kořeny a paty stébel obilovin, zejména pšenice. Toto onemocnění vyvolávají především houby *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx et Olivier a *Cerco-sporella herpotrichoides* Fron., v menší míře zástupci rodu *Fusarium*, *Helminthosporium* a *Rhizoctonia*. Po určité době, obvykle po čtyřech až šesti letech dochází ke stagnaci nebo i k poklesu onemocnění a výnosy jsou sice nižší, než při střídavém osevním postupu, ale stabilizují se a dále již potom neklesají. V literatuře existují údaje o tom, že zařazení jiné plodiny, tzv. přerušovače, v této fázi monokultury vrací celý vývoj zpět a onemocnění obvykle propuká plnou intenzitou jako u monokultury trvající dva až čtyři roky (Slope a Cox, 1964).

Výskytem a rozvojem půdních fytopatogenních hub u monokultur různých rostlin se zabýval Shipton (1977). Značná pozornost byla věnována v tomto ohledu rozvoji hub rodu *Fusarium* patogenních vůči obilovinám (Snyder, 1968). *Fusarium oxysporum* způsobujících vadnutí bavlníku (Toussoun, 1975), nebo brambor (Werner et al., 1944), *Fusarium solani* způsobujících hnilobu kořenů hrachu a fazolu (Burke a Kraft, 1974), *Plasmidiophora brassicae* původce nádorovosti u košťálovin (Colhoun, 1958), *Verticillium albo-atrum* a *V. dahliae* způsobujících vadnutí brambor (Nielson, 1948), vojtěšky a bavlníku (Hinkle a Fulton, 1963; Huisman a Ashworth, 1976), *Phytophthora fragariae* způsobujících skvrnitost jahodníku (Duncan, 1975), *Pyrenochaeta lycopersici* původce kořenové hniloby rajských jablek (Ebben, 1974) a *Thielaviopsis basicola* původce kořenové hniloby např. třešní (Sewell a Wilson, 1975). Ve vztahu k půdní únavě byl také sledován výskyt nejen fytopatogenní houby *T. basicola*, ale také háďátka *Pratylenchus penetrans* (Harr a Klinger, 1976). Společným výskytem těchto dvou organismů u monokultury citroníku se zabýval Martin (1960). Více pozornosti bylo potom věnováno samotným háďátkům s ohledem na půdní únavu (Wasilewska, 1970, 1971; Webster et al., 1972; Winkler a Otto, 1972; Marks, 1974; Carter a Nieto, 1975; Dziubenko et al., 1975). Bylo zjištěno, že příliš častým zařazováním cukrové řepy do osevního postupu došlo k přemnožení háďátka *Heterodera schachtii* (Vinduška, 1975), u brambor háďátka *H. rostochinensis*, u obilovin a některých ovocných stromů háďátka rodu *Pratylenchus*. U některých rostlin však bylo přesvědčivě prokázáno, že háďátka nejsou příčinou půdní únavy, např. u broskvoní, jabloní nebo ve vinicích (Montoin a Boyle, 1958; Winkler a Otto, 1972; Erbenová, 1976), jak se dříve předpokládalo.

Z mikroorganismů produkujících metabolity toxické pro rostliny jsou uváděny zejména houby. Monaci a Torini již v roce 1932 zjistili, že 60 % hub rhizosféry pšenice produkovalo toxické látky. Mirčink (1976) nalezla mykotoxiny především

u hub rodu *Penicillium* a *Aspergillus* a *Beresteckij* (1978) uvedl ještě další rody hub — *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Stachybotris*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Paecilomyces*. Mykotoxiny mohou vyvolávat u rostlin různé změny ve struktuře protoplastu, v propustnosti buněčných stěn, v dýchání buněk a v syntetických a jiných metabolických procesech (Kubista, 1978). Mykotoxiny mohou být heterocyklické sloučeniny mající v jádře kyslík nebo dusík, různé aromatické a alifatické kyseliny, terpenoidy, chinony, fenoly, peptidy apod. Z mykotoxinů byl důkladně studován patulin produkovaný některými druhy rodu *Penicillium*, *Aspergillus* a *Rhizopus*, který kromě silného inhibičního účinku na celou řadu rostlin, také inhibuje některé grampozitivní a gramnegativní bakterie, četné aktinomycety, houby i prvky. Z rostlin velmi citlivých při klíčení semen k patulinu jsou známy ředkvička, ječmen, hrách a lupina. Citrinin produkovaný některými druhy rodu *Penicillium* a *Aspergillus* má slabé antimikrobiální, ale silné fytotoxické účinky. Z nejcitlivějších rostlin jsou uváděny pouze hořčice a kolenec. Kyselinou penicilinovou s širokým antimikrobiálním spektrem a silným fytotoxickým účinkem produkují mnohé druhy rodu *Penicillium*. Některými druhy tohoto rodu je tvořen také rubratoxin B a griseofulvin. Za producenty kyseliny alternariové jsou uváděny houby *Alternaria tenuis* a *A. solani*. U griseofulvinu a kyseliny alternariové jsou uváděny jen slabé antimikrobiální účinky; u rubratoxinu B žádné. Specifické fytotoxické vlastnosti má kyselina pikolinová, produkovaná houbou *Fusarium latevitium* a kyselina fusariová produkovaná některými druhy rodu *Fusarium*. Fytotoxické účinky jsou také známy u kyseliny methylsalicylové, skořicové a šťavelové. Z kultury *Penicillium granulatum* byl izolován peptid inhibující klíčení semen ředkvičky, ředkvičky a hrachu a brzdící růst klíčících rostlin kukuřice (Beresteckij, 1978).

Producenty toxických látek v půdách s jetelovou půdní únavou jsou podle některých autorů nesporeující bakterie (Krasilnikov a Garkina, 1946). Z bakteriálních toxinů byly izolovány a identifikovány zejména fenazin-1-karboxylát, produkovaná *Pseudomonas putida* a *P. aureofaciens* (Toohey et al., 1965; Beresteckij et al., 1975) a 2-oxyfenazin-1-karboxylát kyselinou produkovaná také *P. aureofaciens*. Tyto látky mají široké spektrum antimikrobiálního účinku a v koncentraci 150 μg na ml inhibují klíčení semen ředkvičky a ředkvičky a růst klíčících rostlin kukuřice a okurek.

Fytotoxické účinky byly také zjištěny u některých aktinomycet (Kononjuk, 1978). Aktidion — antibiotikum produkované *Actinomyces griseus* a *A. naraensis* v koncentraci 50 μg na ml plně inhibuje růst klíčících rostlin pšenice (Muromcev et al. 1977).

Kromě přímého účinku toxinů na kořeny rostlin může dojít i k dalšímu nepříznivému jevu, kdy např. salicylaldehyd zvyšuje citlivost kořenů pšenice nebo cukrové řepy k napadení houbou rodu *Pythium* (Rands a Dopp, 1938; Graham a Greenberg, 1939). Podobně jako některé bakteriální houbové toxiny (Daly et al., 1978) i některé enzymy (Cooper, 1978; Mussel et al., 1978) mohou mít význam v patogenezi rostlin zřejmě i v biologické půdní únavě.

Významným faktorem způsobujícím půdní únavu mohou být mikroorganismy, které se rozmnožují v rhizosféře rostlin pěstovaných buď v monokulturách, nebo bez střídání plodin a které jsou schopné produkovat metabolity s fytotoxickým účinkem (McGalla a Haskins, 1964; Beresteckij, 1971, 1974, 1975, 1978; Beresteckij a Borovkov, 1977; Mamedov a Borovkov, 1978). Tyto mikroorganismy zřejmě ovlivňují biologickou rovnováhu v půdě, nebo prostřednictvím svých metabolitů působení inhibičně nejen na rostliny, ale i na ostatní mikroorganismy (Smyk, 1974). Značnou konkurenční schopnost těchto mikroorganismů v komplexu půdní či rhizosféry mikroflóry potvrdil Velikanov (1978).

ZPŮSOBY PŘEDCHÁZENÍ VZNIKU BIOLOGICKÉ ÚNAVY PŮDY, JEJÍ ZMÍRNĚNÍ A ODSTRANĚNÍ

Při monokulturním nebo dlouhodobém pěstování stejného druhu rostlin, které bývá mnohdy ekonomicky nutné, dochází v půdě k hromadění stejného typu kořenových výměšků a rostlinných zbytků a v důsledku toho dochází k selekci mikrobiálního společenstva a tedy i ke hromadění určitého typu metabolitů. K odstranění biologické půdní únavy nebo k zabránění jejího vzniku biologickými prostředky je třeba půdu obohatit jiným typem organických látek formou organického hnojení, chlévskou mrvou, zeleným hnojením apod. Na pozemcích nedostatečně zásobených vodou K os (1977) nedoporučuje použít mezplodiny k zelenému hnojení. Pokud

nelze zajistit vhodný střídavý osevní postup v případě ekonomicky zdůvodněného specializovaného hospodaření může být v některých případech alespoň zařazení smíšených kultur, mezíplodin anebo vhodných podkultur (Káš a Platonová, 1946; Káš, 1955). Tímto způsobem lze obvykle zajistit biologickou rovnováhu v půdě dlouhodoběji a méně nákladněji na rozdíl od fyzikální nebo chemické dezinfekce půdy. Dezinfekce půdy používaná ke zničení škodlivých organismů bývá ekonomicky vhodná jen v některých případech, jako u skleníkových kultur, ve vinicích apod. Pokud nejsou odstraněny příčiny vzniku půdní únavy, ale pouze zmírněny její následky, jak tomu je v případě dezinfekce půdy, projevují se únava půdy znovu (Káš, 1926). V některých případech dezinfekce půdy může kromě toho vzniknout tzv. „bumerang“ efekt (Kreutzer, 1960; Staněk, 1976). K tomuto jevu dochází v částečně stelizované půdě, ve které se prostřednictvím semen, sazenic nebo rostlinných zbytků nemocných rostlin rozmnoží nepříznivé působící mikroorganismy na rostliny. Tyto mikroorganismy nemají v dezinfikované půdě přirozené antagonisty a konkurenty. Vytvoření vhodné biologické rovnováhy v takovém případě lze zajistit přihnojením dezinfikované půdy vyzrálým kompostem.

K příznivému vývoji mikrobiologických procesů v půdě bývá někdy doporučováno zaorání rozřezané slámy s kejdou (Kubista a Hons, 1977). Tímto opatřením může dojít ke snížení napadení kořenů a pat stébel pšenice houbou *Gaeumannomyces graminis*. Ke snížení napadení ozimé pšenice houbou *Carcospora hrepotrichoides* může dojít i po ošetření půdy kalý z čistíren odpadních vod (Seifert, 1978).

Lze také uvažovat o foliární aplikaci močoviny nebo jiných látek, které by mohly ovlivnit složení rhizosféry mikroflóry. U rostlin tímto způsobem ošetřených může být ovlivněn jejich metabolismus, kořenová exudace a tím i složení mikrobiálního společenstva povrchu kořenů a rhizosféry půdy (Vraný et al., 1962; Hovadík a Vraný, 1971; Čatská a Vraný, 1976). Foliární aplikací močoviny může být inhibován rozvoj hub a naopak stimulován rozvoj bakterií zejména mykolytických a s antagonistickými účinky (Vraný, 1977). U rajčat pěstovaných v uměle kontaminované půdě houbou *Fusarium oxysporum* po foliární aplikaci močoviny došlo ke zvýšení výnosů ve srovnání s rostlinami neošetřenými (Vraný, 1970). Také ke snížení rozvoje houby *Gaeumannomyces graminis* a naopak k rozvoji bakterií antagonistických vůči této houbě na kořenech pšenice může dojít po foliární aplikaci močoviny. Zvláště účinná byla kombinace foliární aplikace močoviny s inokulací semen bakteriemi rodu *Pseudomonas*.

Předpokladem účinného odstranění půdní únavy je nejen znalost příčin jejího vzniku, ale i způsob rychlé její identifikace. K tomuto účelu byla vypracována řada biologických testů (Gilles, 1974; Otto a Winkler, 1975a, b; Hudská, 1977; Kanivec, 1978). Ke stanovení stupně únavy půdy lze také využít specifické citlivosti některých rostlin a řas k mikrobiálním toxinům (Borovkov a Beresteckij, 1976; Muromcev et al., 1977; Borovkov et al., 1978).

Z literárních údajů je tedy zřejmé, že únava půdy monokulturně pěstovaných rostlin je biologické povahy. Mikrobiální původce může však být v závislosti na druhu či rodu rostliny, vlastnostech půdy a na dalších podmínkách prostředí různý. Objasnění vztahů rhizosféry mikroflóry k jednotlivým rostlinám může přispět k volbě vhodného opatření směřujícího k odstranění či zmírnění biologické půdní únavy nebo k zabránění jejího vzniku.

Literatura

- AMBROŽOVÁ, M.: Vliv monokulturního pěstování ozimé pšenice na mikrobiální život v půdě. Rostl. Výroba, 20, 1974, č. 3, s. 263-270.
 BARCLAY, G. A. — CROSSE, J. E.: Population of aerobic bacteria associated with the roots of apple and cherry plants. J. appl. Bacteriol., 37, 1974, č. 4, s. 475-486.
 BECQUEREL, P. — ROUSSEAU, J.: Sécrétions par les racines du lin d'une substance spécifique toxique pour une nouvelle culture de cette plante. Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris), 213, 1941, s. 1028-1030.
 BERESTECKIJ, O. A.: Fitotoksiny počvennych mikroorganizmov i ich ekologičeskaja rol'. Ve: Fitotoksičeskije svojstva počvennych mikroorganizmov. Beresteckij, O. A. (ed.), Leningrad, VNIISCHM 1978, s. 7-30.

- BERESTECKIJ, O. A.: Fitotoksičeskije svojstva mikroskopičeskich gribov, vydělen-
nych iz rizosfery starych derev'ev jabloni. Mikologija i fitopatologija, 8, 1974, s.
69-72.
- BERESTECKIJ, O. A.: Mikroorganizmy kak faktor toksičnosti počv pod mnogolet-
nimi plodovymi nasaždenijami. Počvovedenie, 4, 1975, s. 92-97.
- BERESTECKIJ, O. A.: Toksikoz počv pod mnogoletnimi plodovymi nasaždenijami.
Počvovedenie, 7, 1971, s. 56-64.
- BERESTECKIJ, O. A. — BOROVKOV, A. V.: Tipičnye mikromicety — toksinoobra-
zovateli počv Leningradskoj oblasti. In: Ekologičeskije osobennosti nizšich rastenij
Sovětskoj Pribaltiki. Viňjus, 1977, s. 15-16.
- BERESTECKIJ, O. A. — NADKERNIČNYJ, S. P.: Soderžanie gribov-producentov
fitotoksičeskich veščestv v počve pri bessmennom vyraščivanii sel'skochozjajstven-
nych kultur i v sevooborote. In: BERESTECKIJ, O. A. (Ed.) Fitotoksičeskije svoj-
stva počvennykh mikroorganizmov. Leningrad, VNIISCHM 1978, s. 94-104.
- BERESTECKIJ, O. A. — PATYKA, V. F. — MOČALOV, Ju. M. — GRAB, T. A.:
Fiziologo-bioch. osnovy vzaimod. rastenij v fitocenozech. Kiev, Naukova dumka, 6,
1975, s. 96-99.
- BÖRNER, H.: Liberation of organic substances from higher plants and their
role in the soil sickness problem. Bot. Rev., 26, 1960, č. 3, s. 393-424.
- BÖRNER, H.: The apple replant problem. I. The extraction of phlorizin from apple
root residues and its role in the soil sickness problem. Contr. Boyce Thompson
Inst., 20, 1959, s. 39-56.
- BÖRNER, H.: Untersuchungen über den Abbau von Phlorizin im Boden. Ein Beitrag
zum Problem der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. Die Naturwissenschaften, 45,
1958, č. 6, s. 138-139.
- BÖRNER, H. — MARTIN, P. — CLAUS, H. — RADEMACHER, B.: Experimentelle
Untersuchungen zum Problem der Bodenmüdigkeit am Beispiel von Lein und
Roggen. Z. Pfl. Krankh., 66, 1959, č. 11-12, s. 691-703.
- BOROVKOV, A. V. — BERESTECKIJ, O. A.: Ispol'zovanie fitotoksinov dlja bystroj
laboratornoj ocenki ustojčivosti rastenij k zabolevaniju. In: Ispol'zovanie mikroorga-
nizmov i ich metabolitov v sel'skom chozjajstve, 45, 1976, s. 15-10.
- BOROVKOV, A. V. — PRONSKAJA, L. P. — MAMEDOV, T. A.: Ispol'zovanie
khorelli dlja količestvennoj ocenki soderžanija fitotoksičeskich mikroorganizmov
v počve. In: Mikrobiologičeskije processy v počvach i urožajnost sel'skochozjajstven-
nych kultur. Inst. Bot. AN Lit. SSR, 1978, s. 54-55.
- BRONSART, H. von: Bodenmüdigkeit, ihre Ursache und Bekämpfung. Neudamm,
1931.
- BUNT, J. A. — MULDER, D.: The possible role of bacteria in relation to the apple
replant disease. Meded. Fac. Landb.-Wet.-Schap. Rijksuniv. Gent, 38, 1973, č. 3,
s. 1381-1385.
- BURKE, D. W. — KRAFT, J. M.: Responses of beans and peas to root pathogens
accumulated during monoculture of each crop species. Phytopathology, 64, 1974,
č. 4, s. 546-549.
- CARTER, W. W. — NIETO, S. Jr.: Population development of *Meloidogyne incog-
nita* as influenced by crop rotation and fallow. Pl. Disease Rep., 59, 1975, s. 402-403.
- COLHOUN, J.: Club root disease of crucifers caused by *Plasmodiophora brassicae*
Woron. A Monograph. Commonw. Mycol. Inst. Phytopathol. Pap., 3, 1958, s. 1-108.
- COOPER, R. M.: Factors affecting the production and activity of cell wall-degrading
enzymes in plant disease. 3rd Internat. Congress of Plant Pathology, München, 1978,
s. 205.
- ČATSKÁ, V.: Colonization of wheat roots by fungi in relation to root excretion.
In: Plant Microbes Relationships. Macura, J. — Vančura, V. (Eds.), Prague, publ.
House Cz. Acad. Sci., 1965, s. 60-68.
- ČATSKÁ, V. — VANČURA, V. — HUDSKÁ, G.: Development of Micromycetes in
fatigued soil of apple orchards. Folia microbiol., 22, 1977, č. 6, s. 458.
- ČATSKÁ, V. — VRANÝ, J.: Rhizosphere mycoflora of wheat after foliar application
of chloroline chloride, urea and 4-chloro-2-methylphenoxyacetic acid. Folia micro-
biol., 21, 1976, s. 268-273.
- DALY, J. M. — MATERN, U. — NISHIMURA, S. — PATIL, S. S.: Role of fungal and
bacterial toxins in pathogenesis. 3rd Internat. Congress of Plant Pathology, München,
1978, s. 209-210.
- DEAL, D. R. — MAI, W. F. — BOOTHROYD, C. W.: A survey of biotic relation-
ships in grape replant situations. Phytopathology, 62, 1972, č. 5, s. 503-507.
- DOBROVODSKÝ, J. — MASLER, V.: Výskyt niektorých škodlivých činiteľov pri
viacročnom pestovaní kukurice. In: Práce VÚ kukurice v Trnave, 1972, s. 105-120.

- DUNCAN, J. M.: Red core of strawberry. Ann. Rept. Scott. Hortic. Res. Inst., 1975, s. 55.
- DZIUBENKO, N. N. — KRUPA, L. I. — SIGAREVA, D. D.: About soil fatigue under field crops. (Accumulation of certain substances and plant nematodes as a result of monoculture.) Fiziol. Biochim. Osn. Vzaimod. Rast. Fitocen., 6, 1975, s. 40-44.
- EBEN, M. H.: Brown root rot of tomato. Rept. Glasshouse Crops Res. Inst., 1974, s. 127-135.
- ERBENOVÁ, M.: Nematofauna v kořenové zóně výsadby jabloní. In: Vědecké práce ovocnářské VÚO Holovousy, 5, 1976, s. 141-152.
- GARB, S.: Differential growth inhibitors produced by plants. Bot. Rev., 27, 1961, s. 422-433.
- GILLES, G. L.: Introduction à l'étude de la fatigue du sol en culture fructière. Parasitica, 24, 1968a, č. 1, s. 16-27.
- GILLES, G. L.: La fatigue du sol en culture fructière. Fruit Belge, 36, 1968b, č. 320, s. 135-141.
- GILLES, G. L.: La fatigue du sol en culture fructière. Editorial. Fruit Belge, 41, 1973, č. 364, s. 247-249.
- GILLES, G. L.: The use of a biological test to measure "soil sickness" in cases of specific apple replant disease. Agric. and Environment, 1, 1974, s. 221-226.
- GRAHAM, V. E. — GREENBERG, L.: The effect of salicylic aldehyde on the infection of wheat by *Pythium arrhenomanes* Drechsler, and the destruction of the aldehyde by *Actinomyces erythropolis* and *Penicillium* sp. Can. J. Res., 17, 1939, s. 52-56.
- HARR, J. — KLINGER, J.: Einfacher und kombinierter Effekt von *Pratylenchus penetrans* und *Thielaviopsis basicola* auf das Wachstum von Kirschen-Stecklingen. Z. Pfl.-Krankh. Pfl.-Sch., 83, 1976, č. 10, s. 615-619.
- HINKLE, D. A. — FULTON, N. D.: Yield and verticillium wilt incidence in cotton as affected by crop rotations. Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull., 674, 1963, s. 1-15.
- HIRTE, W.: Mikrobiologische Untersuchungen zum Problem der Rieselmüdigkeit. Arch. f. Gartenbau, 61, 1960, č. 3, s. 213-232.
- HIRTE, W.: Vergleichende mikrobiologische Untersuchungen an unterschiedlich rieselmüden Böden der Berliner Rieselfelder. 1. Mitteil.: Die Mikroorganismen-tätigkeit. (Mikroorganismenzahl und biochemische Aktivität). Zbl. f. Bakt., Paras., Inf. u. Hyg., 114, 1961a, s. 367-387.
- HIRTE, W.: Vergleichende mikrobiologische Untersuchungen an unterschiedlich rieselmüden Böden der Berliner Rieselfelder. 2. Mitteil.: Qualitative Untersuchungen. Zbl. f. Bakt., Paras., Inf. u. Hyg., 114, 1961b, s. 490-519.
- HIRTE, W.: Vergleichende mikrobiologische Untersuchungen an unterschiedlich rieselmüden Böden der Berliner Rieselfelder. 3. Mitteil.: Die Wirkung der veränderten Mikroflora auf die höhere Pflanze. Zbl. f. Bakt., Paras., Inf. u. Hyg., 115, 1962, s. 606-615.
- HOESTRA, H.: Replant diseases of apple in the Netherlands. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen, The Netherlands, 68, 1968, č. 13, s. 1-105.
- HORWATH, R. S.: Microbial co-metabolism and the degradation of organic compounds in nature. Bacteriol. Rev., 36, 1972, s. 146-155.
- HOVADÍK, A.: Příspěvek ke studiu únavy půdy u papriky. Bull. VÚZ Olomouc, 1966, č. 10, s. 74-83.
- HOVADÍK, A.: Půdní únava — otrávená půda? Zahrádkář, 1970, č. 8, s. 180-181.
- HOVADÍK, A. — VANČURA, V. — VLČEK, F. — MACURA, J.: Rhizosférická mikroflóra a kořenové výměšky papriky. In: Vědecké práce Výzkumného ústavu zelinářského v Olomouci, 1964, č. 3, s. 83-94.
- HOVADÍK, A. — VLČEK, F. — VANČURA, V.: Bakterie v rhizosféře papriky při dlouhodobé a opakované kultivaci. Bull. VÚZ Olomouc, 7, 1963, s. 87-102.
- HOVADÍK, A. — VLČEK, F. — VANČURA, V.: Rhizosféra rajčat. Bull. VÚZ Olomouc, 10, 1966, s. 85-97.
- HOVADÍK, A. — VRANÝ, J.: Vliv listové aplikace močoviny na rhizosférickou mikroflóru a růst rajčat a papriky. Bull. VÚZ, Olomouc, 14/15, 1970-1971, s. 118-127.
- HUDSKÁ, G.: Pokusy s testací a dezinfekcí unavených půd u peckovin. In: Vědecké práce ovocnářské VŠO Holovousy, 6, 1977, s. 235-246.
- HUISMAN, O. C. — ASHWORTH, L. J.: Influence of crop rotation on survival of *Verticillium albo-atrum* in soils. Phytopathology, 66, 1976, s. 978-981.
- CHALVIGNAC, M. A. — ANSELME, C.: Le problème de la fatigue de sols trop cultivés en lin. Bull. Tech. d'information des Ing. des Serv. Agric., 1957, č. 120, s. 3-7.

- KANIVEC, V. I.: Ob efektívnosti metodov mikrobiologičeskoj diagnostiky počvou-
tomlenija. In: Mikrobiologičeskie procesy v počvach i urožajnost' sel'skochozj. kultur.
Inst. Bot. AN Lit. SSR, 1978, s. 135-137.
- KÁŠ, V.: Částečná sterilizace půdy. Věda přírodní, 7, 1926, s. 1-5.
- KÁŠ, V.: Komplexní charakter tzv. únavy půdy. In: Sborník VŠZ v Praze, 1962, s.
63-68.
- KÁŠ, V.: Nepřátelé bakterií. Věda přírodní, 1925, č. 1/2.
- KÁŠ, V.: Předběžné výsledky pokusů s podkulturou ve vinicích. Rostl. Výroba,
28, 1955, č. 3/4, s. 213-220.
- KÁŠ, V. — PLATONOVÁ, R.: Příspěvek k biologii našich viničných půd. In: Sbor-
ník ČAZ, 19, 1946, s. 205-212.
- KATZNELSON, J.: Studies in clover soil sickness. I. The phenomenon of soil sick-
ness in berseem and Persian clover. Plant and Soil, 36, 1972a, č. 2, s. 379-393.
- KATZNELSON, J.: Studies in clover soil sickness. II. Evaluation of resistance to
clover sickness in various berseem lines. Plant and Soil, 36, 1972b, č. 3, s. 539-546.
- KATZNELSON, J.: Studies in clover soil sickness. III. The distribution of clover
soil sickness factors in soil layers and the response of factors to sterilization. Plant
and Soil, 37, 1972c, č. 1, s. 97-112.
- KATZNELSON, H. — ROUATT, J. W. — PAYNE, T. M. B.: The liberation of amino
acids and reducing compounds by plant roots. Plant and Soil, 7, 1955, s. 35-48.
- KONOJUK, L. A.: Soderžanie aktinomycetov-toksinoobrazovatelej v različnyh ti-
pach počv i pod raznymi rastenijami. In: Mikrobiologičeskie procesy v počvach
i urožajnost' sel'skochozjajstvennyh kultur. Inst. Bot. AN Lit. SSR, 1978, s. 165-166.
- KOS, M.: Pěstování ozimé pšenice v monokultuře na černozemní půdě v řepařské
oblasti. Rostl. Výroba, 23, 1977, č. 8, s. 823-829.
- KOS, M.: Sledy plodin při vyšším podílu obilnin. Úroda, 23, 1975, č. 10, s. 366-368.
- KRASILNIKOV, N. A. — GARKINA, N. R.: Mikrobiologičeskie faktory utomlenija
počv. Mikrobiologija, 15, 1946, č. 2.
- KREUTZER, A. A.: Soil treatment. In: Plant Pathology, an advanced treatise.
Horsfall, J. G. — DIMOND, A. E. (Eds.), New York, Academic Press Inc., 3, 1960,
s. 431-476.
- KUBISTA, K.: Únava půdy, posklizňové zbytky a půdní mikroflóra. [Habilitační
práce.] Praha, VŠZ 1978.
- KUBISTA, K. — HONS, P.: Některé mikrobiologické a biochemické aspekty roz-
kladu slámy v půdě. Rostl. Výroba, 23, 1977, č. 2, s. 601-609.
- KUNC, F. — MACURA, J.: Decomposition of root exudates in soil. Fol. microbiol.,
11, 1966, s. 239-247.
- KVEČH, O.: Moderní způsoby střídání plodin. Praha, Inst. pro vzdělávání pra-
covníků v zemědělství, 1974, s. 21-26.
- RUE, J. H. — McCLELLAN, W. D. — PEACOCK, W. L.: Mycorrhizal fungi and peach
nursery nutrition. California Agric., 29, 1975, č. 5, s. 6-7.
- LASÍK, J.: Příspěvek k řešení specifity rhizosféry mikroflóry se zřetelem na tzv.
únavu půdy. [Kandidátská práce.] Praha 1957.
- LEPIDI, A. A. — NUTI, M. P. — CITERNESI, U.: Microbiological aspects of the peach
replant disease: The rhizosphere effect in peach replanted in normal and diseasing
conditions. Ann. Phytopathol., 6, 1974, č. 1, s. 35-44.
- LUGAUSKAS, A. Ju. — BUBINENE, I. I. — MIKULSKENE, A. I.: Izučenie čislen-
nost i kačestva mikromicetov v raznyh počvach zanjatyh krasnym kleverom. In:
Dinamika mikrobiologičeskich processov v počve, Tallin, Inst. Eksp. Biol. AN ESSR,
2, 1974, s. 158-161.
- LUGAUSKAS, A. J. — MIKULSKENE, A. I. — BUBINENE, I. I.: Mikroflora rizo-
sfery krasnogo klevera, vzdelyvaemogo na raznyh počvach Litovskoj SSR. Trudy
AN Litov. SSR, Ser. v. Biol. Nauki, 2, 1975, s. 3-17.
- MAMEDOV, T. A. — BOROVKOV, A. V.: Toksičnost počv i fitotoksičeskie mikro-
micety pod nekotorymi ovoščnymi kulturami v uslovijach Apšeronu. In: Mikrobi-
ologičeskie procesy v počvach i urožajnost' sel'skochozjajstv. kultur. Inst. Bot. AN
Lit. SSR, 1978, s. 211-214.
- MARKS, G. F.: Nematodes — the underrated enemy. Canad. Fruitgrow., 30, 1974,
č. 4, s. 14-15.
- MARTIN, J. P.: Effect of fumigation, fertilization, and various other soil treat-
ments on growth of orange seedlings in old citrus soils. Soil. Sci., 66, 1948, s. 273-288.
- MARTIN, J. P.: Fungi and nematodes in South African citrus orchard soils in re-
lation to the citrus replant problem. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 24, 1960, č. 6, s. 469-
472.

- McCALLA, T. M. — HASKINS, F. A.: Phytotoxic substances from soil microorganisms and crop residues. *Bacteriol. Rev.*, 28, 1964, č. 2, s. 181-207.
- MIRČINK, T. G.: Počvonnaja mikrobiologija. Moskva, Izd. Mosk. Univ. 1976.
- MOUNTAIN, W. B. — BOYCE, H. R.: The peach replant problem in Ontario. VI. The relation of *Pratylenchus penetrans* to the growth of young peach-trees. *Can. Bot.*, 36, 1958, s. 135-151.
- MULDER, D.: Les maladies de replantation du pommier. *Fruit Belge*, 41, 1973, č. 364, s. 267-268.
- MULDER, D.: Les maladies de replantation du pommier. *Re. Hort. Suisse*, 48, 1975, č. 10, s. 293-294.
- MUROMCEV, G. S. — ZOLNIKOVA, N. V. — BOROVKOV, A. V.: Rjaska kak test-bekt dlja ocenki fitotoksičeskoj aktivnosti počvennyh mikroorganizmov. *Seľsko-chozjajstvennaja Biologija*, 12, 1977, č. 2, s. 227-230.
- MUSSELL, H. — MALONE, M. J. — CARROLL, P. A.: Cell wall characteristics correlated with disease tolerance. 3rd Internat. Congress of Plant Pathology, München, 1978, s. 205.
- NAUMOVA, A. N.: Nakoplenie toksičeskich večestv v serozemnoj počve pod kulturoj ljucerny. *Mikrobiologija*, 22, 1953, č. 3, s. 281-287.
- NIELSON, L. W.: Verticillium wilt of potatoes in Idaho. *Idaho Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* 13, 1948, s. 23.
- NOVÁK, V.: Úvahy o únavě půdy. *Věstník České akad. zemědělské*, 16, 1940, č. 6-7, s. 339-346.
- OTTO, G.: Das Auftreten und die Entwicklung der endotrophen Mykorrhiza an ein- bis dreijährigen Apfelsämlingen auf verschiedenen Standorten. I. Häufigkeit, Intensität und morphologische Merkmale der endotrophen Mykorrhiza. *Zbl. f. Bakt., Paras., Inf. u. Hyg.*, 115, 1962a, s. 404-438.
- OTTO, G.: Das Auftreten und die Entwicklung der endotrophen Mykorrhiza an ein- bis dreijährigen Apfelsämlingen auf verschiedenen Standorten. II. Beziehungen zwischen der endotrophen Mykorrhiza und den Faktoren Pflanze und Standort. *Zbl. f. Bakt., Paras., Inf. u. Hyg.*, 115, 1962b, s. 525-544.
- OTTO, G.: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. I. Versuche zur Übertragung der Bodenmüdigkeit durch Wurzeln. *Zbl. f. Bakt., Paras., Inf. u. Hyg.*, 127, 1972a, č. 3, s. 279-289.
- OTTO, G.: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. II. Versuche zur Übertragung der Bodenmüdigkeit durch wurzelfreien müden Boden. *Zbl. f. Bakt., Paras., Inf. u. Hyg.*, 127, 1972b, č. 6, s. 602-611.
- OTTO, G.: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. III. Versuche zur Beseitigung der Bodenmüdigkeit durch Dämpfung bei verschiedenen Temperaturen. *Zbl. f. Bakt., Paras., Inf. u. Hyg.*, 127, 1972c, č. 7-8, s. 777-782.
- OTTO, G.: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. V. Einfluß unterschiedlicher Dämpftemperaturen auf die Mikroflora eines müden Bodens. *Zbl. v. Bakt., Paras., Inf. u. Hyg.*, 128, 1973, č. 3-4, s. 377-382.
- OTTO, G. — WINKLER, H.: Die Reaktion einiger Apfelunterlagen und Sorten-Unterlagen-Kombinationen auf die Bodenmüdigkeit. *Arch. Gtnbau*, 23, 1975a, č. 7, s. 441-451.
- OTTO, G. — WINKLER, H.: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. VI. Nachweis von Aktinomyzeten in Faserwurzeln von Apfelsämlingen in Böden mit verschiedenen Müdigkeitsgraden. *Zbl. f. Bakt., Paras., Inf. u. Hyg.*, 132, 1977, s. 593-606.
- OTTO, G. — WINKLER, H.: Untersuchungen zur Präzisierung des Tests auf Bodenmüdigkeit in obstbaulich genutzten Böden. *Arch. Gtnbau*, 23, 1975b, č. 7, s. 453-461.
- PATRICK, Z. A. — KOCH, L. W.: Inhibition of respiration, germination and growth by substances arising during the decomposition of certain plant residues in the soil. *Can. J. Bot.*, 36, 1958, s. 621-647.
- PETRENKO, M. B.: Poslidžennja pryčyn toksyčnosti hruntu pid cukrovymy burjakamy. *Agrochimija i hruntoznavstvo*, 26, Kijev, Urožaj, 1974, s. 68-76.
- POKORNÝ, V. — BURDA, V. — FLEGER, V.: Vliv předplodin a hnojení na výnos ozimé pšenice ve výrobním typu řepařském. *Rostl. Výroba*, 21, 1975, č. 8, s. 1141-1148.
- RANDS, R. D. — DOPP, E.: Influence of certain harmful soil constituents on severity of Pythium root rot of sugar cane. *J. Agr. Res.*, 56, 1938, s. 53-68.
- ROVIRA, A. D.: Plant root exudates and their influence upon soil micro-organisms. In: Baker, K. F. — Snyder, W. C. (Eds.) *Ecology of Soil Borne Plant Pathogens. Prelude to Biological Control*. Berkeley, Los Angeles, University of Calif. Press., 1965, s. 170-184.

- SAVORY, B. M.: Specific replant diseases. Commonw. Agric. Bur., Farnham Royal, Bucks, England, 1966.
- SEIFERT, V.: Die Wirkung von Klärschlamm auf den Befall mit Halmbruch in Winterweizen. Z. f. Pflkrankh. u. Pflschutz, 85, 1978, s. 525-531.
- SEWELL, G. W. F. — WILSON, J. F.: The role of *Thielaviopsis basicola* in the specific replant disorders of cherry and plum. Ann. appl. Biol., 79, 1975, s. 149-169.
- SHIPTON, P. J.: Monoculture and soilborne plant pathogens. Ann. Rev. Phytopathol., 15, 1977, s. 387-407.
- SLÁMA, J.: Výsledky pokusů s pravou jetelovou únavou půdy. Rostl. Výroba, 19, 1973, č. 7, s. 663-672.
- SLOPE, D. B. — COX, J.: Continuous wheat growing and the decline of take-all. Rothamsted Exp. Stn. Rep., 1964, s. 108.
- SMYK, B.: Mykotoxine bildende Mikroorganismen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bedeutung in Agrarböden. Trudy X. Meždunarodnogo kongressa počvovedov, III, Moskva, Nauka, 1974, s. 143-149.
- SNYDER, W. C.: Relative incidence of *Fusarium* pathogens of cereals in rotation plots at Rothamsted. Trans. Br. mycol. Soc., 51, 1968, č. 3-4, s. 417-425.
- STANĚK, M.: Dezinfekce půdy a mikroorganismy. In: Sborník vědeckých prací VI. Čs. konf. ochrany rostlin, České Budějovice, II B, 1976, s. 195-198.
- SUZUKI, T. — MATSUGUCHI, T. — KUBOTA, M.: Microbiological studies on soil exhaustion caused by continuous cropping of rice in upland field. Trudy X. Meždunarodnogo kongressa počvovedov, T. 3, Moskva, Nauka, 1974, s. 150-156.
- TEPLÁKOVÁ, Z. F. — CHALITOVÁ, V. S.: K voprosu vlijanija sevooborotov i monokultur na mikrobiologičeski i biohimičeskie procesy v svetlo-kaštanovoj počve. Vest. sel.-choz. Nauki (Alma-Ata), 18, 1975, č. 8, s. 17-21.
- TOOHEY, J. I. — NELSON, C. D. — KROTKOV, G.: Isolation and identification of two phenazines from a strain of *Pseudomonas aureofaciens*. Can. J. Bot., 43, 1965, s. 1055.
- TOUSSOUN, T. A.: *Fusarium* suppressive soils. In: Biology and Control of Soil-borne Plant Pathogens, G. W. Bruehl (Ed.), St. Paul, The Amer. Phytopathol. Soc., 1975, s. 145-151.
- VANČURA, V.: Root exudates of plants I. Analysis of root exudates of barley and wheat in their initial phases of growth. Plant and Soil, 21, 1964, č. 2, s. 231-248.
- VANČURA, V. — ČATSKÁ, V. — HUDSKÁ, G.: Fluorescent *Pseudomonas* and soil fatigue in apple-tree orchards. Folia microbiol., 22, 1977, č. 6, s. 458.
- VELIKANOV, L. L.: K voprosu o biologičeskoj roli toksičeskich metabolitov *Helminthosporium sorokinianum* Sacc. In: Mikrobiologičeskie procesy v počvach i urožajnosť sel'skochozj. kultur. Inst. Bot. AN Lit. SSR, 1978, s. 69-71.
- VINDUŠKA, L.: Vliv zemědělských plodin na populaci hádátka řepného. Rostl. Výroba, 48, 1975, č. 10, s. 1033-1039.
- VOJÁČEK, V. — HUDSKÁ, G.: Únava půdy v ovocných výsadbách. Zahradnické listy, 65, 1972, č. 4, s. 99-100.
- VOROBĚV, S. A. — LOŠAKOV, V. G.: Specializace osevních postupů v intenzivní rostlinné výrobě a výzkumy v tomto směru. In: Sborník VŠZ, Praha a Timirjazev. Zem. akad. Moskva, 1976, řada A, s. 71-86.
- VRANÝ, J.: Biological changes in the rhizosphere of plants after foliar application of nutrients and herbicides. In: The Interactions of Soil Microflora and Environmental Pollutions. Myškov, W. (Ed.), Puławy, I., 1977, s. 120-125.
- VRANÝ, J.: Mykoflora rhizosféry rostlin po ošetření nadzemních částí roztokem močoviny. Rostl. Výroba, 16, 1970, č. s. 1275-1283.
- VRANÝ, J. — VANČURA, V. — MACURA, J.: The effect of foliar application of some readily metabolized substances, growth regulators and antibiotics on rhizosphere microflora. Folia microbiol., 7, 1962, s. 61-70.
- WASILEWSKA, L.: Nematodes in cultures of alfalfa. In: Proc. IX. Int. Nem. Symp. Warsaw, 1967. Zesz. probl. Post. Nauk. roln., Warszawa, Panstw. Wydaw. Nauk 1970, č. 92, s. 421.
- WASILEWSKA, L.: Wpływ wieku uprawy lucerny na liczebność pasozytniczych gatunków nicieni w mēlinach i glebie. Zesz. probl. Post. Nauk. roln., Warszawa, PWN 1971, č. 121, s. 133-138.
- WEBSTER, C. R. — ORCHARD, W. R. — HAWN, E. J.: *Pratylenchus projectus* in alfalfa fields of Central and Northern Alberta. Canad. Pl. Disease Surv., 52, 1972, č. 2, s. 75-76.
- WERNER, H. O. — KIESSELBACH, T. A. — GOSS, R. W.: Dry-land crop rotation experiments with potatoes in north-western Nebraska. Nebr. Agric. Exp. Stn. Bull., 363, 1944, s. 1-43.

WICKLOW, M. C. — BOLLEN, W. B. — DENISON, W. C.: Comparison of soil micro-fungi in 40-year-old stands of pure alder, pure conifer and alder-conifer mixtures. *Soil Biol. and Biochem.*, 6, 1974, č. 2, s. 73-78.

WINKLER, H. — OTTO, G.: Untersuchungen über die Ursache der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. IV. Einfluß verschiedener Dämpfungstemperaturen auf freilebende Nematoden in müden Böden. *Zbl. f. Bakt., Paras., Inf. u. Hyg.*, 127, 1972, č. 7-8, s. 783-788.

Došlo dne 4. 7. 1979

ВАНЧУРА, В. — ЧАТСКА, В. (Микробиологический институт АН ЧССР, Прага): Биологические аспекты утомления почвы. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (11) : 1191-1202.

В работе сводятся данные о причинах биологического утомления почвы, возникающего при длительном и повторном выращивании растений одинакового или подобного вида на одном и том же участке. Нарушенное биологическое равновесие почвы, проявляющееся в обеднении видового состава сообществ почвенных микроорганизмов, возникает вследствие высвобождения одних и тех же источников питания и энергии из ограниченных по виду растительных сообществ. Это взаимодействие ведет к селекции микроорганизмов, а иногда — животных вредителей. А селекция ведет к продукции одних и тех же биологически активных микробиальных метаболитов, которые могут неблагоприятно влиять на растения как непосредственно, так и косвенно, ограничивая развитие остальных почвенных микроорганизмов, важных для контроля развития фитопатогенных организмов.

утомление почвы; монокультуры; микробное сообщество; микрофлора ризосферы; селекция микроорганизмов; токсины; токсикоз почвы

VANČURA, V. — ČATSKÁ, V. (Microbiological Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences, Praha): *Biological Aspects of Soil Sickness*. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (11) : 1191-1202.

The available information on the causes of the biological sickness of soil is surveyed. This type of soil sickness arises when plants of the same or similar species are grown repeatedly in the same field for a long time. The biological equilibrium of soil is disturbed, leading to the development of a poorer association of soil micro-organisms (association represented by a lower number of species). This is due to the fact that the same sources of nutrients and energy are continuously exhausted by the limited plant association. This interaction leads to the selection of micro-organisms and sometimes also of animal pests. This selection results in a continuous production of always the same biologically active microbial metabolites which may act unfavourably on the plants either directly or indirectly, by reducing the development of other soil micro-organisms, important for the control of the development of phytopathogenic organisms.

soil sickness; monocultures; microbial association; rhizosphere microflora; selection of micro-organisms; toxins; soil toxicosis

VANČURA, V. — ČATSKÁ, V. (Mikrobiologisches Institut der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Praha): *Biologische Aspekte der Bodenmüdigkeit*. *Rostl. Výroba*, 25, 1979 (11) : 1191-1202.

Die Arbeit faßt die gegenwärtigen Kenntnisse über die Ursachen der biologischen Müdigkeit des Bodens zusammen. Dieser Typ der Bodenmüdigkeit entsteht bei einem langfristigen wiederholten Anbau von Pflanzen gleicher oder ähnlicher Art auf demselben Grundstück. Zerstörtes biologisches Bodengleichgewicht, das sich durch die Entwicklung der artmäßig ärmeren Gemeinschaft der Bodenmikroorganismen bemerkbar macht, entsteht infolge des Lockerwerdens von den immer gleichen Nährstoff- und Energiequellen durch die artbegrenzte Pflanzengemeinschaft. Durch diese gegenseitige Auswirkung kommt es zur Selektion der Mikroorganismen und manchmal auch der Schädlinge tierischer Herkunft. Diese Selektion führt zur Produktion von immer gleichen biologisch aktiven mikrobiellen Stoffwechselprodukten, die auf die Pflanzen ungünstig einwirken können, und zwar einerseits direkt,

andererseits indirekt dadurch, daß sie die Entwicklung der bei der Kontrolle der Entwicklung von phytopathogenen Organismen bedeutsamen Bodenmikroorganismen beschränken.

Bodenmüdigkeit; Monokulturen; mikrobielle Gemeinschaft; Mikroflora der Rhizosphäre; Selektion der Mikroorganismen; Toxine; Bodentoxikose

Adresa autorů:

PhMr. Vladislav Vančura, CSc., RNDr. Vlasta Čatská, CSc., Mikrobiologický ústav ČSAV, Vídeňská 270/1083, 142 20 Praha 4 - Krč

Rukopisy odevzdány k tisku 1. 8. 1979, podepsáno k tisku 29. 10. 1979.

Novák B.: Zemědělská mikrobiologie (úvod)	1091
Bibliografie Prof. dr. ing. Václava Káše, DrSc.	1093
Dubovská A.: Organická hmota v půdě	1097
Novák B.: Vliv přídatku zeminy a superfosfátu na biochemické přeměny organických látek kejdy	1105
Pokorná-Kozová J.: Mikrobiální přeměny organických látek při různém organickém hnojení	1113
Řídký K.: Osevní postupy a činnost půdních mikroorganismů	1123
Nováková J.: Jílové minerály jako faktor ovlivňující stabilizaci substrátu	1133
Staněk M.: Ekologie fytopatogenních mikroorganismů vyskytujících se v půdě	1139
Úlehlová B.: Vliv hnojení na koloběh dusíku u lučních ekosystémů v oblasti Českomoravské vrchoviny	1147
Ulrich B., Seifert J.: Nitrifikace — Producent nitrátového dusíku půd	1157
Apltaufer J.: Vliv inhibitoru nitrifikace na přeměnu a pohyb dusíku v půdě	1163
Marešková H.: Vliv vnějších faktorů na biologickou fixaci dusíku a její využití v zemědělství	1175
Marendiak D.: Rizosféry efekt	1183
Vančura V., Čatská V.: Biologické aspekty únavy půdy	1191
Apfelthaler R.: Abfälle aus der Tierhaltung — Anfall, Umweltbelastung, Behandlung, Verwertung	1138
Kunc F.: Introduction to Soil Microbiology	1162
Kunc F.: Soil Enzymes	1182

СОДЕРЖАНИЕ

Дубовская А.: Органическое вещество в почве	1103
Новак Б.: Влияние добавки грунта и суперфосфата на биохимические превращения органических веществ кейды	1110
Покорна-Козова Я.: Микробиальные превращения органических веществ в условиях разного органического удобрения	1120
Ржидки К.: Севообороты и активность почвенных микроорганизмов	1131
Новикова И.: Илестые минералы как фактор влияющий на стабилизацию субстрата	1137
Станек М.: Экология фитопатогенных микроорганизмов в почве	1146
Улеглова Б.: Влияние удобрения на круговорот азота в луговых экосистемах на Чешскоморавской возвышенности	1156
Улрих Р., Сайфрт Я.: Нитрификация — продуцент нитратного азота	1161
Аплтауэр Й.: Влияние ингибитора нитрификации на превращение и миграцию азота в почве	1173
Маречкова Г.: Влияние внешних факторов на биологическую фиксацию азота и ее использование в сельском хозяйстве	1180
Марендиак Д.: Ризосферный эффект	1188
Ванчура В., Чатска В.: Биологические аспекты утомления почвы	1201

CONTENTS

Dubovská A.: Organic Matter in the Soil	1103
Novák B.: The Effect of an Addition of Earth and Superphosphate on Biochemical Changes of the Organics in Slurry	1110
Pokorná-Kozová J.: The Microbial Transformations of Organic Substances by Different Organic Manuring	1121
Řídký K.: Crop Rotations and the Activity of Soil Micro-organisms	1131
Nováková J.: Clay Minerals as a Factor Influencing Substrate Stabilization	1137
Staněk M.: Ecology of the Phytopathogenic Micro-organisms in the Soil	1146
Úlehlová B.: The Influence of Fertilization on the Cycling of Nitrogen in Grassland Ecosystems of the Bohemian-Moravian Uplands	1156
Ulrich R., Seifert J.: Nitrification — Nitrate Nitrogen Producer	1161
Apltaufer J.: The Effect of a Nitrification Inhibitor on the Conversion and Movement of Nitrogen in the Soil	1173
Marečková H.: The Influence of External Factors on the Biological Fixation of Nitrogen and its Utilization in Agriculture	1180
Marendiak D.: The Rhizosphere Effect	1188
Vančura V., Čatská V.: Biological Aspects of Soil Sickness	1201

INHALT

Dubovská A.: Organische Substanz im Boden	1103
Novák B.: Einfluß der Zugabe von Erde und Superphosphat auf die biochemischen Veränderungen der organischen Stoffe der Gülle	1110
Pokorná-Kozová J.: Mikrobielle Veränderungen der organischen Stoffe bei unterschiedlicher großer organischer Düngung	1121
Řídký K.: Die Fruchtfolgen und Tätigkeit der Bodenmikroorganismen	1132
Nováková J.: Lehmmige Minerale als Substratstabilisierung beeinflussender Faktor	1137
Staněk M.: Ökologie der im Boden vorkommenden phytopathogenen Mikroorganismen (E)	1146
Úlehlová B.: Einfluß der Düngung auf den Stickstoffkreislauf bei den Wiesenökosystemen im Gebiet der Böhmischemährischen Höhen	1156
Ulrich R., Seifert J.: Nitrifikation — Produzent des Nitrat-Stickstoffs	1161
Apltaufer J.: Einfluß des Nitrifikationsinhibitors auf die Stickstoffveränderung und -bewegung im Boden	1173
Marečková H.: Einfluß äußerer Faktoren auf biologische Stickstofffixierung ihre Anwendung in der Landwirtschaft	1180
Marendiak D.: Der Rhizosphäre-Effekt	1188
Vančura V., Čatská V.: Biologische Aspekte der Bodenmüdigkeit	1201

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.