

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ,
LESNÍHO A VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Rostlinná výroba

Soubor referátů 3. konference půdních biologů

7-8

ROČNÍK 9 (XXXVI) – PRAHA, ČERVENEC-SRPEN 1963

CENA 36 Kčs

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ,
LESNÍHO A VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada: ScDr. prof. dr. inž. Václav Káš, člen-korespondent ČSAV (předseda), CSc. inž. Ján Belej, CSc. dr. Jaroslav Brčák, CSc. inž. Jiljí Fiedler, ScDr. doc. inž. Jiří Foltýn, inž. Josef Jasič, ScDr. prof. dr. Vladimír Kosil, doc. dr. inž. František Landovský, CSc. inž. Josef Lopatník, inž. František Mareček, člen-korespondent ČSAV, Antonín Piršel, doc. dr. Václav Rybáček, inž. Vladimír Segefa, inž. Miloslav Schmied, inž. Vladimír Skládal, CSc. inž. Antonín Straňák, inž. Josef Svitil, inž. dr. Pavel Škopík, inž. Juraj Uhliár, inž. Josef Zadina, RNDr. inž. Jaroslav Zakopal, inž. Robert Zapletal. Vedoucí redaktorka Milena Sovová.

(C) Ústav vědeckotechnických informací MZLVII, Praha 1963

OBSAH STATÍ

Kořenová exkrece a osidlování rhizosféry mikroorganismy Корневая экскреция и заселение ризосферы микроорганизмами Wurzelexkretion und Besiedlung der Rhizosphäre mit Mikroorganismen	683
Funkce rhizosféry mikroflóry v životě rostliny Функции ризосферной микрофлоры в жизни растений Funktion der Rhizosphäre-Mikroflora im Pflanzenleben	711
Symbiotické vztahy rostlin v mikroorganismech Симбиотические отношения растений и микроорганизмов Symbiotische Beziehungen zwischen den Pflanzen und Mikroorganismen	728
Vliv obdělávání a hnojení na mikroflóru a mikrobiologické pochody v půdě Влияние обработки почвы и удобрения на микрофлору и микробиологические процессы в почве Einfluß von Bodenbearbeitung und Düngung auf Mikroflora und mikrobiologische Prozesse im Boden	752
Procesy mineralizace organických látek v půdě Процессы минерализации органических веществ в почве Prozesse der Mineralisierung organischer Stoffe im Boden	780
Metody studia půdní mikroflóry. Půdní fauna Методы изучения почвенной микрофлоры. Почвенная фауна Methoden der Untersuchung von Bodenmikroflora. Bodenfauna	812
Ekologie půdních mikroorganismů Экология почвенных микроорганизмов Ekologie der Bodenmikroorganismen	832



III. konference půdních mikrobiologů

Mikrobiologický ústav Československé akademie věd uspořádal III. konferenci půdních mikrobiologů, která se konala za hojné účasti domácích i zahraničních odborníků ve dnech 5.—7. listopadu 1962 v Domě vědeckých pracovníků J. E. Purkyně v Liblicích. Na ni navázala kolokvia o metodách půdní mikrobiologie, která proběhla ve dnech 8.—9. listopadu, a to na katedře mikrobiologie přírodovědecké fakulty Karlovy university v Praze (fluorescenční mikroskopie, respirometrické metody), v mikrobiologickém oddělení Ústředního výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni (přeměna organických látek v půdě) a v Mikrobiologickém ústavu ČSAV v Praze (metody výzkumu rhizosféryho efektu).

Akademik I. Málek ve svém zahajovacím projevu především konstatoval značný rozvoj půdní mikrobiologie vůbec a také u nás, a to zejména v hlubokém poznávání podstaty dějů, v nichž se mikroby podílejí na přeměnných procesech v půdě a tím i na její úrodnosti, jak o tom svědčí příspěvky předložené na této konferenci. Jednou z nejdůležitějších cest výzkumu půdní mikrobiologie je nesporně cesta, která vede od vztahu půdní mikroflóry k rostlině. Její důležitost je dána jednak tím, že se váže právě na ony nejdynamičtější elementy, kterými jsou rostliny, ale zároveň i tím, že operuje s těmi prvky, které jsou pro praxi nejdůležitější,

tj. se vztahy k výnosům rostlin atd. Neobyčejná složitost systému půda—mikroby—rostlina vyžaduje komplexního výzkumu, a to jak v každé jednotlivé zemi, tak i v mezinárodním měřítku, zvláště mezi našimi zeměmi socialistickými, které mají společný úkol: pozvednout zemědělství na nejvyšší úroveň. A právě rozdělení úkolů a důsledná koordinace mezinárodní spolupráce může zvláště v půdní mikrobiologii výzkum podstatně urychlit. Přeje proto konferenci zejména v tomto směru mnoho úspěchů a věří, že bude jen průchodní etapou v dalším rozvoji hlavně naší půdní mikrobiologie.

V úvodním referátu se prof. dr. V. Ká š, člen korespondent ČSAV, podrobně zabýval vývojem naší půdní mikrobiologie v období mezi II. a III. konferencí (1956 až 1962) se zřetelem na správné zaměření dalšího výzkumu. Je z něho patrné, že naše půdně mikrobiologická pracoviště důsledně plnila závažná usnesení obou předcházejících konferencí, tj. soustředila síly na hlavní úkoly tak, že mohly být řešeny komplexně, soustavně a do žádoucí hloubky, což platí zejména o výzkumu rhizosféry a jeho metodické úrovni, a to nejen základním, ale i aplikovaném ve vztahu k agrotechnice, a dále o výzkumu tvorby humusu ve spojitosti se správným organickým hnojením. Byla zajištěna také účast půdní mikrobiologie na výzkumech správné soustavy hnojení, čímž je postupně odstraňován závažný nedostatek, vytknutý na I. konferenci. Zřetelný vývoj je možno zaznamenat též v mikrobiologii lesních půd, zvláště po stránce ekologické, a také v mikrobiologii fytopatologické. Úzkým profilem zůstává u nás stále výzkum edafonu. Dále se zabýval rozбором perspektivních plánů našich půdně mikrobiologických pracovišť a konstatoval, že jsou v naprostém souladu s celkovým vývojovým trendem, zvláště pokud jde o zvyšování úrodnosti půdy, výzkum biologických základů boje proti chorobám a škůdcům kulturních rostlin aj. Bude ovšem mnoho záležet na jejich konkrétním rozpracování a vzájemné návaznosti i na prohloubení metodické práce.

Pak následovaly jednotlivé referáty, které byly rozděleny do několika skupin (kořenová exkrece a osídlování rhizosféry mikroorganismy, funkce rhizosféry mikroflóry v životě rostliny, symbiotické vztahy rostlin a mikroorganismů, vliv obdělávání a hnojení na mikroflóru a mikrobiologické pochody v půdě, procesy mineralizace organických látek v půdě, metody studia půdní mikroflóry, půdní fauna, ekologie půdních mikroorganismů). V závěrečném zasedání byly zhodnoceny výsledky jednání konference na úseku rhizosféry (J. M a c u r a), mikrobiologických pochodů v půdě (B. N o v á k) a ekologie půdních mikroorganismů (J. S e i f e r t). Po všeobecné diskusi byla pak konference celkově zhodnocena a zakončena prof. dr. V. K á š e m. Výsledků konference bude využito k upřesnění perspektivního vědeckovýzkumného plánu.

Z důvodů omezeného rozsahu jsou v tomto dvojčísle otištěny jen přednesené vědecké příspěvky.



KOŘENOVÁ EXKRECE A OSIDLOVÁNÍ RHIZOSFÉRY MIKROORGANISMY

O kořenových výměšcích rostlin

О корневых выделениях растений

The Root Excretions of Plants

Vlastimil VANČURA, Alois HOVADÍK

*Mikrobiologický ústav ČSAV, oddělení půdní mikrobiologie, Praha
a Výzkumný ústav zelinářský, Olomouc*

Mikroflóra rhizosféry se kvantitativně i kvalitativně liší od mikroflóry volné půdy. Tato odlišnost je způsobena především různými zdroji výživy mikroorganismů. Zatímco v půdě neovlivněné kořenovým systémem rostlin jsou základním zdrojem výživy mikroorganismů různé rostlinné, popřípadě živočišné zbytky v různém stupni rozkladu, v rhizosféře to jsou různé látky o menší molekule, vylučované kořeny rostoucích rostlin, tzv. kořenové výměšky. Domníváme se, že tyto snadno pro mikroorganismy dostupné látky mají pro osídlení povrchu kořenů rostlin prvořadý význam a jsou určujícím faktorem ve všech aspektech studia rhizosféry. Znalost složení kořenových výměšek je tudíž nezbytně nutná při hlubokém studiu tohoto jevu. V literatuře však nacházíme pouze zprávy o přítomnosti jednotlivých látek nebo skupin látek v kořenových výměšcích rostlin a ani u jedné rostliny není známo úplnější složení kořenových výměšek (Kutáček, 1959, Börner, 1960, Woods, 1960). Kořenové výměšky během vývoje rostlin pak nejsou studovány vůbec.

V předložené práci je uveden obsah hlavních uhlikatých a dusíkatých látek v kořenových výměšcích 6 druhů kulturních rostlin v počátečním růstovém stadiu a u dvou druhů jsou navzájem srovnávány dvě růstová stadia.

Materiál a metodika

Příprava kořenových výměšek. Byly použity tyto rostliny: ječmen Stupický hanácký, pšenice Česká přesívka, okurky Bílské, rajče Imun, paprika Hodonínská a brukev Dětenická modrá. Kořenové výměšky v prvních růstových fázích byly získány po přechodném zavaždění rostlin (Katznelson, Rouatt, Payne, 1954). Kořenové výměšky rostlin ve fázi fruktifikace byly získány tak, že rostliny kultivované v hydroponiích na čedičovém šterku byly vyjmuty, kořeny důkladně omyty sterilní destilovanou vodou a rostliny umístěny do širokohrdlých nádob. Sterilní destilovaná voda byla denně doplňována a po týdnu byly roztoky kořenových výměšek zfiltrovány, zahuštěny odpařením ve vakuu a vysušeny.

Analýza kořenových výměšek. Před analýzou byly kořenové výměšky rozděleny na iontoměničích na frakci obsahující převážně aminokyseliny, na frakci organických kyselin a na frakci cukrů. Kromě toho bylo použito různých extrakčních postupů. Další analýza byla provedena rozdělovací chromatografií na papíře za použití řady rozdělovacích systémů a detekčních činidel. K identifikaci některých látek po jejich izolaci bylo použito specifických biologických testů a měření exktinkčních křivek v UF světle na spektrofotometru.

Výsledky a diskuse

Popsaným způsobem přípravy kořenových výměšek bylo u rostlin v prvních růstových fázích získáno takové jejich množství, které odpovídá 7–10% sušiny nadzemních částí rostlin. U ječmene a pšenice to činilo 400–500 μg při přepočtu na jednu rostlinu. Sušina typické šarže kořenových výměšek ječmene obsahovala 19,1% popele, 9,1% redukujících látek, 0,3% těkavých kyselin (stanoveno před lyofilizací a přepočteno na kyselinu octovou), 17,2% ostatních kyselin (přepočteno na kyselinu jablečnou) a 1% celkového dusíku (z toho 63,1% α -amino a imunodusíku).

V tab. I je uvedeno složení cukrů u různých rostlin. U ječmene a pšenice podstatnou část těchto látek tvoří oligosacharidy, galaktóza, glukóza, arabinóza, xylóza a ramnóza, u okurek fruktóza s arabinózou, u rajských jablek a paprik fruktóza

I. Cukry v kořenových výměšcích rostlin

Slunečnice	Ječmen	Pšenice	Okurky	Rajská jablka	Paprika	Brukev
Oligosacharidy 1	1	2	1	1	1	1
Oligosacharidy 2	3	4	1	1	1	1
Oligosacharidy 3	2	2	1	1	1	0
Oligosacharidy 4	2	1	3	1	1	0
Oligosacharidy 5	0	0	2	2	2	0
Maltóza	2	1	2	1	1	0
Galaktóza	3	2	1	1	1	0
Glukóza	2	4	2	2	2	0
Fruktóza	1	1	2	4	4	0
Arabinóza	4	4	4	1	1	0
Xylóza	3	3	1	2	1	1
Ribóza	1	1	1	1	1	0
Ramnóza	2	3	1	0	1	0
Desoxyribóza	1	0	2	2	1	0
Deoxycukr	1	0	0	0	0	0

1—4 stupně velikosti skvrny.

a u brukve xylóza. Při další analýze oligosacharidů u ječmene a pšenice bylo zjištěno, že obsahují převážně glukózu a pouze stopy ostatních cukrů.

Z cukerných kyselin byla v kořenových výměšcích ječmene zjištěna kyselina galakturonová, v kořenových výměšcích pšenice kyselina glukuronová a galakturonová. Z aminocukrů byl ve frakci aminokyselin detekován glukosamin nebo galaktosamin (nelze na chromatogramu oddělit) a zjištěny další dva blíže neidentifikované aminocukry.

II. Organické kyseliny v kořenových výměšcích rostlin

Kyselina	Ječmen	Pšenice	Okurky	Rajská jablka	Paprika	Brukev
Šťavelová	4	4	3	3	3	4
Citronová	0	0	0	2	2	0
Jablečná	3	3	0	2	2	1
Glykolová	1	1	0	3	3	1
Mléčná	2	2	1	2	2	1
Jantarová	1	1	0	1	1	0
Fumarová	1	1	0	1	1	0

V tab. II je uvedeno složení hydroxy-, di- a trikarbonových kyselin v kořenových výměšcích zkoumaných rostlin. Zajímavé je, že kromě kyseliny šťavelové a stop kyseliny mléčné neobsahují kořenové výměšky okurek na rozdíl od ostatních rostlin detekovatelné množství jiných organických kyselin. Velký soubor organických kyselin vylučují rajská jablka a paprika.

Z ketokyselin byla v kořenových výměšcích ječmene a pšenice zjištěna kyselina pyrohroznová a oxalotová.

Ve frakci organických kyselin a také po extrakci kořenových výměšků organickými činidly byly zjištěny u řady rostlin indolové deriváty typu heteroauxinů a v kořenových výměšcích některých rostlin látky typu giberelinů. Kromě toho se v této frakci téměř u všech zkoumaných rostlin nacházejí v kořenových výměšcích látky schopné kopulace s diazotovaným p-nitriánlinem nebo diazotovanou kyselinou sulfanilovou, z nichž některé dávají charakteristické extinkční křivky u UV světla. Tyto látky fenolického charakteru se u rajských jablek a papriky v počáteční růstové fázi a ve fázi fruktifikace kvalitativně liší.

III. Aminokyseliny v kořenových výměšcích rostlin

Sloučenina	Ječmen	Pšenice	Okurky	Rajská jablka	Paprika	Brukev
α -alanin	4	4	1	4	3	4
β -alanin	0	1	0	0	0	0
α -aminoadipová kyselina	1	0	0	0	1	0
γ -aminomáselná kyselina	0	4	1	3	2	2
Asparagin	3	2	3	2	1	2
Asparagová kyselina	3	3	3	3	4	3
Citrulin	0	0	0	1	1	1
Cystathionin	0	2	0	0	0	0
Cysteová kyselina	1	0	2	0	0	0
Cystin	0	1	1	0	2	1
Glutamin	0	1	1	2	2	2
Glutamová kyselina	3	3	3	4	4	2
Glycin	2	2	3	2	4	4
Leucin (izoleucin)	3	3	2	2	3	4
Lysin	0	0	2	0	0	0
Methionin (valin)	3	3	3	3	4	4
Ornitin	0	0	3	1	0	1
5-OH-pimelová kyselina	0	0	0	0	2	0
Phenylalanin	2	3	2	2	3	3
Prolin	1	1	0	1	3	1
β -pyrazolyl-alanin	0	0	4	0	0	0
Serin	2	4	3	2	4	2
Threonin	4	3	3	4	4	1
Tryptofan	1	0	1	2	1	1
Tyrosin	3	2	1	0	3	1

V tab. III je uvedeno složení aminokyselin. Nejvíce různých aminokyselin uvolňují okurky a paprika. Kromě aminokyselin přítomných v kořenových výměšcích všech zkoumaných rostlin se u některých druhů vyskytují aminokyseliny, vyskytující se v rostlinách velmi málo nebo zcela ojediněle. Typickým příkladem může být β -alanin v kořenových výměšcích pšenice, kyselina 5-hydroxypimelová v kořenových výměšcích papriky nebo β -pyrazolylalanin v kořenových výměšcích okurek. Zvláště posledně jmenovaný si zasluhuje mimořádné pozornosti, protože je aminokyselinou v kořenových výměšcích v daném růstovém stadiu převažující a byl zatím dokázán pouze v semenech některých druhů čeledi *Cucurbitaceae* (Noe, Fowden, 1960).

V této frakci kromě aminokyselin byla zadržována též močovina, která byla dokázána ve stopách v kořenových výměšcích rajských jablek v obou růstových fázích a v počáteční růstové fázi v kořenových výměšcích ječmene, paprik, okurek a brukví. Absorbci jsou v této frakci zadržovány též některé blíže neidentifikované fenolické látky.

Srovnáme-li složení kořenových výměšků rajských jablek a paprik v počátečních růstových fázích s fruktifikací, zjistíme značné změny ve složení kořenových výměšků ve fázi fruktifikace. V této fázi je uvolňován větší počet různých aminokyselin a v jiných kvantitativních poměrech, avšak podstatně méně jsou uvolňovány organické kyseliny a cukry. Fenolické látky u obou růstových fází jsou kvalitativně odlišné. Je možné, že do jisté míry tento jev souvisí s technikou získávání kořenových výměšků v počátečních růstových fázích, kdy nelze přesně oddělit látky vylučované ze semen od látek vylučovaných kořeny rostlin. V případě fenolických látek je nutno tuto možnost vyloučit v důsledku naprosté jejich odlišnosti.

Souhrn

Byly analyzovány kořenové výměšky ječmene, pšenice, okurek, rajských jablek, paprik a brukví na obsah hlavních uhlíkatých a dusíkatých látek z hlediska možných zdrojů živin pro rhizosférní mikroorganismy. Bylo shledáno, že složení kořenových výměšků rostlin se během vývoje kvantitativně i kvalitativně mění.

Srovnáme-li složení kořenových výměšků mezi druhy uvnitř čeledě a mezi čeleděmi, je třeba konstatovat, že čím jsou si rostliny fylogeneticky vzdálenější, tím více se liší složení kořenových výměšků a naopak.

Literatura

1. Börner H.: Liberation of organic substances from higher plants and their role in the soil sickness problem. Bot. Review 26, 393-424, 1960. — 2. Katznelson H., Rouatt J. W., Payne T. M. B.: Observation on the liberation of aminoacids by plant roots in relation to desiccations. Nature; London 174: 1110-1111, 1954. — 3. Kutáček M.: Nástin současných názorů na mechanismus příjmu živin kořeny rostlin. Přehled zemědělské literatury 9, 1401-1410, 1959. — 4. Noe F. F., Fowden L.: β -pyrazol-l-phenylalanine, an aminoacid from water-melon seeds (*Citrullus vulgaris*). Biochem. Journal 177, 45-546, 1960. — 5. Woods F. W.: Biological antagonism due to phytotoxic root exudates. Botanical Review 26: 546-569, 1960.

О корневых выделениях растений

Анализировались корневые выделения ячменя, пшеницы, огурцов, томатов, перца и кольраби на содержание главных углеродистых и азотистых веществ с точки зрения возможных источников питательных веществ для ризосферных микроорганизмов. Было установлено, что состав корневых выделений растений в процессе развития в количественном и качественном отношении меняется.

При сравнении состава корневых выделений между отдельными видами внутри семейства и между семействами следует констатировать, что чем растения филогенетически отдаленнее друг от друга, тем больше отличается состав корневых выделений и наоборот.

The Root Excretions of Plants

The root excretions of barley, wheat, cucumber, tomatoes, paprika, and kohlrabi were analyzed with regard to possible sources of nutrients for the rhizosphere microorganisms. It was found that the composition of root excretions of plants changes quantitatively and qualitatively in the course of development.

If we compare the composition of root excretions between species within a family and between families, then we find that the greater the phylogenetical distance between the plants, the more they differ with regard to the composition of the root excretions, and vice versa.

Rhizosférní mikroflóra pšenice

IV. Rozvoj mikroorganismů povrchu kořenů, rhizosférní a volné půdy v prostředí s kořenovými výměšky

Ризосферная микрофлора пшеницы

IV. Развитие микроорганизмов поверхности корней, ризосферной и свободной почвы в среде с корневыми выделениями

The Rhizosphere Microflora of Wheat

IV. The Development of Microorganisms of the Root Surface, of Rhizosphere and of Free Soil in a Medium with Root Excretions

Kamila VÁGNEROVÁ, Vlastimil VANČURA, Jaromír LASÍK

Mikrobiologický ústav ČSAV, oddělení půdní mikrobiologie, Praha

Řada autorů dokázala, že se kvalitativně liší mikroorganismy povrchu kořenů od mikroorganismů rhizosférní nebo volné půdy. Byly zjištěny rozdíly ve fyziologických i morfologických skupinách bakterií (Berjózova 1941, Katznelson, Bose 1959, Krasilnikov, Kriss, Litvinov 1936, Starkey 1929) ve výživě (Lochhead, Thexton 1947, Lochhead 1940, Lochhead, Chase 1943, Wallace, Lochhead 1949) a intenzitě růstu (Macura 1958, Rouatt, Katznelson 1957) izolátů z jednotlivých zón i v některých biochemických vlastnostech těchto mikroorganismů (Katznelson, Bose 1959, Vágnerová, Macura, Čatská 1960). Předpokládá se, že diferenciace mikroorganismů je nejvíce ovlivněna kořenovou sekrecí. Analýzou kořenových výměšků se zabývala již řada autorů (Rovira 1956, Vančura, Hovadík 1962, Tesař, Kutáček 1955). Méně zájmu je věnováno detailnímu studiu využívání kořenových výměšků rhizosférními mikroorganismy (Rovira 1956, Meškov, Chodakova 1954) a příčinám diferenciace a hromadění určitých typů mikroorganismů na povrchu kořene.

Studium využívání kořenových výměšků mikroorganismy z hlediska osidlování rhizosférní půdy a povrchu kořenů mikroorganismy je předmětem tohoto sdělení.

Materiál a metodika

Pšenice odrůdy Česká přesívka byla pěstována v zahradní a černozemní půdě. V období dvou listů byla provedena mikrobiologická analýza povrchu kořenů, rhizosférní a volné půdy na Taylorově mediu (Taylor 1961). Vodní suspenze bakterií, ředěné u rhizosférní a volné půdy 10^{-6} a u povrchu kořenů 10^{-7} (zvané dále výchozí suspenze), byly očkovány do syntetického media, které svým složením aminokyselin, organických kyselin a cukrů odpovídalo kořenovým výměškům pšenice v počátečních růstových fázích (Vančura, Hovadík 1962). Po 24, 48 (72) a 144 hodinách kultivace byla provedena mikrobiologická a chemická stanovení. Počet bakterií byl zjišťován na Taylorově agaru a vyrostlé kolonie byly izolovány do polotuhého media stejného složení. Úbytek aminokyselin, organických kyselin a cukrů z kultivačního prostředí byl sledován metodou rozdělovací chromatografie na papíře. K stanovení rozdílné metabolické aktivity kořenových, rhizosférních a půdních izolátů bylo použito minerálního media s 1 % glukózy nebo xylózy, s 1 % asparaginu nebo α -alaninu a media s umělými kořenovými výměškami. Růst izolátů byl stanoven po 10denní kultivaci v termostatu při 28 °C měřením propustnosti světla na fotoelektrickém kolorimetru.

Výsledky a diskuse

Při inokulaci prostředí se syntetickými kořenovými výměškami pšenice výchozí suspenzí mikroorganismů povrchu kořenů, rhizosférní a volné půdy došlo k velmi rychlému rozvoji mikroflóry povrchu kořenů a rhizosférní půdy, zatímco mikroflóra volné půdy se rozvíjela velmi pomalu (tab. I).

I. Rozmnožování mikroorganismů povrchu kořenů, rhizosféry a volné půdy v mediu se syntetickými kořenovými výměškami

Zdroj mikroorganismů	Množství mikroorganismů (v mil./1 ml media)			
	doba růstu v hodinách			
	0	24	48	168
Povrch kořenů	3,7	4	278	201
Rhizosféry půda	1,4	63	74	362
Volná půda	0,4	7	5	14

V souladu s rozvojem mikroorganismů ve zkoumaném prostředí jsou i údaje o využívání jednotlivých látek různými cenózami v průběhu kultivace (tab. II). Aminokyseliny jsou využívány velmi intenzivně kořenovou a rhizosféry mikroflórou, zatímco mikroflóra volné půdy jich značnou část nevyužila ani po 7 dnech kultivace.

II. Využívání syntetických kořenových výměšků pšenice mikroorganismy povrchu kořenů, rhizosféry a volné půdy (zahradní půda)

Doba v hod.	Kořeny			Rhizosféry půda			Volná půda		
	24	72	168	24	72	168	24	72	168
Cystin	+	0	0	+	0	0	+	0	0
Glutamin	+	+	0	+	0	0	+	+	+
Asparagin	+	+	0	+	0	0	+	+	+
Kyselina asparagová	+	0	0	+	0	0	+	+	+
Glycin	+	0	0	+	0	0	+	+	+
Serin	+	0	0	+	0	0	+	+	+
Kyselina glutamová	+	0	0	+	0	0	+	+	+
Threonin	+	0	0	+	0	0	+	+	+
α -alanin	+	0	0	+	0	0	+	+	+
prolin	+	0	0	+	0	0	+	0	0
Kyselina									
γ -aminomáselná	+	0	0	+	+	+	+	+	+
Tyrosin	+	0	0	+	0	0	+	0	0
Methionin	+	0	0	+	0	0	+	0	0
Valin	+	0	0	+	0	0	+	0	0
Fenylalanin	+	0	0	+	0	0	+	0	0
Isoleucin	+	0	0	+	0	0	+	0	0
Leucin	+	0	0	+	0	0	+	0	0
Maltóza	+	+	0	+	0	0	+	+	0
Galaktóza	+	+	+	+	0	0	+	+	+
Glukóza	+	+	0	+	0	0	+	+	+
Arabinóza	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Xylóza	+	+	0	+	0	0	+	0	0
Ribóza	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ramnóza	+	+	+	+	0	0	+	+	+

Určité rozdíly mezi mikroorganismy jednotlivých zón jsou též ve využívání cukrů. Mikroorganismy rhizosféry jsou nejaktivnější. V některých případech mikroorganismy volné půdy využívají cukry lépe než mikroorganismy povrchu kořenů. Na rozdíl od obou dalších srovnávaných zón mikroorganismy volné půdy využívají zvláště dobře xylózu. Všechny tři cenózy využívají špatně arabinózu, ribózu a kromě

III. Zastoupení morfologických skupin bakterií ve výchozí suspenzi (X) a v mediu s kořenovými výměšky po 7 dnech kultivace (Y)

Zdroj mikroflóry		Gram-negativní tyčinky	Gram-pozitivní a variabilní tyčinky	Koky	Sporulující mikroorganismy
		%	%	%	%
Povrch kořenů	X	69,4	15,2	7,7	7,7
	Y	94,5	0,0	0,0	5,5
Rhizosféra půda	X	70,4	16,0	6,8	6,8
	Y	37,2	5,9	2,0	54,9
Volná půda	X	42,5	22,5	12,5	22,5
	Y	28,1	0,0	14,0	57,9

rhizosférických mikroorganismů též ramnózu. Organické kyseliny jsou všemi třemi cenami využívány stejně intenzivně, a to nejrychleji kyselina fumarová a jantarová. Tabulka II uvádí výsledky s mikroorganismy zahradní půdy. Obdobné výsledky byly získány s černozemí s tím rozdílem, že mikroflóra černozemě je v rychlosti využívání kořenových výměšků méně aktivní.

Při analýze morfologických skupin bakterií použitých pro inokulaci kultivačního prostředí s umělými kořenovými výměškami (výchozí suspenze) a kultury po 7 dnech kultivace bylo zjištěno, že v kultuře mikroorganismů povrchu kořenů se zvýšilo procentické zastoupení gramnegativních tyčinek, jichž bylo téměř 95 % všech mikroorganismů vyrostlých na Taylorově mediu (tab. III). Jelikož samotné izoláty z dalších tří morfologických skupin v prostředí kořenových výměšků výborně rostly (tab. IV), domníváme se, že jejich rozvoj byl potlačen v důsledku kompetice o živiny nebo antagonistického působení.

IV. Růst kořenových, rhizosférických a půdních izolátů v prostředí s kořenovými výměškami, glukózou a xylózou. (Vyjádřeno v % izolátů s transmisí nižší než 80 %)

Zdroj mikroflóry	Gram-negativní tyčinky	Gram-pozitivní a variabilní tyčinky	Koky	Sporulující mikroorganismy
kořenové výměšky				
Povrch kořenů	75,7	87,5	100,0	100,0
Rhizosféra půda	74,2	57,1	33,3	33,3
Volná půda	76,5	55,6	80,0	88,9
glukóza				
Povrch kořenů	46,7	16,7	25,0	0,0
Rhizosféra půda	16,7	22,2	66,7	33,4
Volná půda	33,4	33,3	0,0	11,1
xylóza				
Povrch kořenů	10,0	0,0	0,0	0,0
Rhizosféra půda	16,7	11,1	33,4	0,0
Volná půda	41,6	0,0	0,0	11,1

V prostředí naočkovaném suspenzí mikroorganismů rhizosférické a volné půdy se podstatně zvýšilo jen množství sporulujících mikroorganismů, i když jednotlivé izoláty gramnegativních tyčinek těchto zón v prostředí umělých kořenových výměšků rostou právě tak dobře, jako izoláty s povrchu kořenů (tab. IV). Rovněž grampozitivní koky z volné půdy zaznamenaly malý vzestup. V prostředí s umělými kořenovými výměškami relativně ubývalo gramnegativních tyčinek rhizosférické

a volné půdy. Grampozitivní a gramvariabilní tyčinky všech tří zón se v prostředí se syntetickými kořenovými výměšky téměř nerozvíjejí.

Tyto a předchozí výsledky naznačují, že jsou určité fyziologické a biochemické rozdíly mezi stejnými morfologickými skupinami mikroorganismů povrchu kořenů, rhizosféry a volné půdy. Některé z těchto rozdílů se nám podařilo dokázat.

Tak např. gramnegativní tyčinky povrchu kořenů lépe než stejné morfologické skupiny bakterií z druhých zón využívají glukózu, zatímco gramnegativní tyčinky izolované z půdy nejlépe využívají xylózu (tab. IV). Tyto výsledky jsou též ve shodě s výsledky tabulky II. Rovněž u ostatních morfologických skupin jsou ve využívání xylózy rozdíly mezi mikroorganismy povrchu kořenů, rhizosféry a volné půdy. Ve volné půdě využívají xylózu výborně gramnegativní tyčinky a sporující mikroorganismy, v rhizosféry půdě relativně nejlépe grampozitivní koky, zatímco u mikroorganismů povrchu kořenů je xylóza využívána pouze desetinou celkového množství gramnegativních tyčinek. Sledováním růstu kořenových, rhizosféry a půdních isolátů v mediu s asparaginem nebo α -alaninem se potvrdilo, že kořenová populace víc než mikroorganismy z druhých zón vyžaduje ke svému růstu aminokyseliny. Kořenové isoláty kromě grampozitivních koků izolovaných z rhizosféry půdy mají v těchto mediích nejvyšší růstovou aktivitu.

Z těchto výsledků vyplývá, že prostředí s umělými kořenovými výměšky je vhodné pro rozvoj gramnegativních tyčinek povrchu kořenů, zatímco množství gramnegativních tyčinek rhizosféry a volné půdy relativně klesá a rozvíjejí se sporující bakterie. Týká se to nutriční hodnoty syntetických kořenových výměšek pro různé skupiny mikroorganismů z hlediska možnosti osídlování rhizosféry. Při osídlování rhizosféry se však uplatňují různé vztahy mezi mikroorganismy, projevující se pravděpodobně jinak *in vitro* než v půdě. Z výsledků lze uzavřít, že povrch kořenů osídluje půdní gramnegativní tyčinky, využívající glukózu, a pouze malá část gramnegativních tyčinek, využívajících xylózu, ačkoliv tyto v půdě převažují. Sporující mikroorganismy rhizosféry a volné půdy a grampozitivní koky volné půdy v kompetici o živiny s gramnegativními tyčinkami příslušných zón v prostředí se syntetickými kořenovými výměšky získávají převahu, nikoliv však nad gramnegativními tyčinkami povrchu kořenů. I zde se ukazuje určitý kvalitativní rozdíl mezi gramnegativními tyčinkami povrchu kořenů a gramnegativními tyčinkami rhizosféry a volné půdy.

Souhrn

Byly zjištěny rozdíly ve využívání syntetických kořenových výměšek pšenice mikroorganismy povrchu kořenů, rhizosféry a volné půdy. Aminokyseliny jsou velmi intenzivně využívány mikroorganismy povrchu kořenů a rhizosféry půdy na rozdíl od mikroorganismů volné půdy, které aminokyseliny využívají mnohem pomaleji. Ve využívání cukrů jsou určité rozdíly u různých půd a různých cukrů, lze však říci, že mikroorganismy rhizosféry půdy jsou aktivnější než mikroorganismy volné půdy a povrchu kořenů. Naproti tomu xylózu využívají neaktivněji mikroorganismy volné půdy.

Byla dokázána biochemická diferenciací a různá schopnost kompetice o živiny uvnitř jednotlivých morfologických skupin bakterií osídlujících povrch kořenů, rhizosféry a volnou půdu. Bylo zjištěno, že povrch kořenů osídluje gramnegativní tyčinky využívající převážně glukózu a pouze 10% využívajících xylózu, zatímco ve volné půdě většina gramnegativních tyčinek využívá xylózu. Gramnegativní tyčinky osídlující povrch kořenů jsou schopny kompetice o živiny se sporujícími mikroorganismy a grampozitivními koky příslušných zón v prostředí se syntetickými kořenovými výměšky, zatímco u gramnegativních tyčinek osídlujících rhizosféru a volnou půdu je tato schopnost podstatně snížena.

Výsledky jsou diskutovány z hlediska osídlování rhizosféry půdy a povrchu kořenů mikroorganismy.

Literatura

1. Berjozova E. F.: Mikroflora rizosféry lna. Trudy vsesojuznogo inst. sel'skochozjajstvennoj mikrobiologii za 1941–1945 gg. Selchozgiz 1949. — 2. Katznelson H., Bose B.: Metabolic activity and phosphate — dissolving capability of bacterial isolates from wheat roots, rhizosphere, and non-rhizosphere soil. Can. J. Microbiol. 5, 79–85, 1959. — 3. Katznelson H., Rouatt J. W.: Studies on the incidence of certain physiological groups of bacteria in the rhizosphere. Can. J. Microbiol. 3, 256–269, 1957. — 4. Krasilnikov N. A., Kriss A. E., Litvinov M. A.: Vlijanije korněvoj sistěmy na mikroorganizmy počvy. Mikrobiologija 5,

87-96, 1936. — 5. Lochhead A. G.: Qualitative studies of soil micro-organisms. III. Influence of plant growth on the character of the bacterial flora. *Can. J. Research Sec. C* 18, 42-53, 1940. — 6. Lochhead A. G., Chase F. E.: Qualitative studies of soil microorganisms: V. Nutritional requirements of the predominant bacterial flora. *Soil sci* 55, 185-195, 1943. — 7. Lochhead A. G., Thexton R. H.: Qualitative studies of soil micro-organisms. *Canad. J. Research Sec. C* 25, 20-26, 1947. — 8. Macura J.: Seed and soil bacteria in relation to the rhizosphere effect. *Folia biol.* 4, 274-280, 1958. — 9. Meškov N. V., Chodakova R. N.: Vlijanije korněvých vydělení gorocha i kukuruzy na razvitije někotorych počvennych mikrobov v uslovijach vyrašćivaniya ich v rizosfernom rastvore rastěnij. *Mikrobiologia* 23, 544-550, 1954. — 10. Rouatt J. W., Katznelson H.: The comparative growth of bacterial isolates from rhizosphere and non-rhizosphere soils. *Can. J. Microbiol.* 3, 271-275, 1957. — 11. Rovira A. D.: Plant root excretions in relation to the rhizosphere effect. I. The nature of root exudate from oats and peas. *Plant and soil* 7, 178-194, 1956. — 12. Rovira A. D.: Plant root excretions in relation to the rhizosphere effect. II. A study of the properties of root exudate and its effect on the growth of micro-organisms isolated from the rhizosphere and control soil. *Plant and soil* 7, 195-208, 1956. — 13. Starkey R. L.: Some influences of the development of higher plants upon the microorganisms in the soil. *Soil sci.* 27, 355-378, 1929. — 14. Taylor C. B.: The nutritional requirements of the predominant bacterial flora of the soil. *Proc. soc. appl. bacteriol.* 14, 101-111, 1951. — 15. Tesař S., Kutáček M.: Kořenové exkrety vyšších rostlin. I. Exkrece aminokyselin kořeny pšenice ve vodní kultuře. *Sborník ČSAZV* 28, 927-940, 1955. — 16. 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, 298-310, 1960. — 17. Vančura V., Hovadík A.: O kořenových výměšcích rostlin. *Rostlinná výroba* 9, 1963. — 18. Wallace R. H., Lochhead A. G.: Qualitative studies of soil micro-organisms: VII. Influence of various crop plants on the nutritional groups of soil bacteria. *Soil Sci* 67, 63-69, 1949.

Ризосферная микрофлора пшеницы

IV. Развитие микроорганизмов поверхности корней, ризосферной и свободной почвы в среде с корневыми выделениями

Были установлены различия в использовании синтетических корневых выделений пшеницы микроорганизмами поверхности корней, ризосферной и свободной почвы. Аминокислоты весьма интенсивно используются микроорганизмами поверхности корней и микроорганизмами ризосферной почвы в отличие от микроорганизмов свободной почвы, которые используют аминокислоты значительно медленнее. В использовании сахаров имеются известные различия у разных почв и разных сахаров, однако можно сказать, что микроорганизмы ризосферной почвы и поверхности корней активнее микроорганизмов свободной почвы. Напротив, ксилоту активнее всего используют микроорганизмы свободной почвы.

Была доказана биохимическая дифференциация и разная способность захватывать питательные вещества внутри отдельных морфологических групп бактерий, живущих на поверхности корней, в ризосферной и свободной почве. Было установлено, что поверхность корней заселяют грамм-негативные палочки, использующие в основном глюкозу и лишь на 10 % ксилоту, тогда как в свободной почве большинство грамм-негативных палочек использует ксилоту. Грамм-негативные палочки, заселяющие поверхность корней, способны участвовать в потреблении питательных веществ вместе со спорулирующими микроорганизмами и грамм-позитивными кокками соответствующих зон в среде с синтетическими корневыми выделениями, в то время как у грамм-негативных палочек, заселяющих ризосферу и свободную почву, эта способность существенно понижена.

Результаты обсуждаются с точки зрения заселения ризосферной почвы и поверхности корней микроорганизмами.

The Rhizosphere Microflora of Wheat

IV. The Development of Microorganisms of the Root Surface, of Rhizosphere and of Free Soil in a Medium with Root Excretions

Differences in the utilization of synthetic root excretions of wheat by the microorganisms of the root surface, of rhizosphere and of free soil, were ascertained. Amino acids are utilized very intensively by the microorganisms of the root surface

and of rhizosphere soil, whereas the microorganisms of free soil utilize amino acids much more slowly. As regards the utilization of sugars there are certain differences in different soils and in the case of different sugars, but it may be said that the microorganisms of rhizosphere soil are more active than are the microorganisms of free soil and of the root surface. Xylose, on the other hand, is utilized most actively by the microorganisms of free soil.

Biochemical differentiation and different competitive capacity for nutrients within the individual morphological groups of bacteria on the root surface, of rhizosphere and of free soil, was proved. It was found that the root surface is inhabited by gram-negative rods utilizing predominantly glucose, and only by 10 per cent of rods utilizing xylose, whereas in free soil a majority of the gram-negative rods utilize xylose. The gram-negative rods inhabiting the root surface are capable of competition for nutrients with sporulating microorganisms and gram-positive cocci of the respective zones in a medium with synthetic root excretions, whereas in gram-negative rods inhabiting rhizosphere and free soil this capacity is considerably lowered.

The results obtained are discussed from the point of view of the inhabiting of rhizosphere soil and of the root surface with microorganisms.

Význam kořenových výměšků pro osídlování kořenů pšenice houbami

Значение корневых выделений для заселения корней пшеницы грибами

The Importance of Root Excretions for the Wheat Roots Colonization with Fungi

V. ČATSKÁ, Jiří MACURA

Mikrobiologický ústav ČSAV, oddělení půdní mikrobiologie, Praha

V oblasti kořenového systému se vyskytuje mykoflóra kvalitativně odlišná od mykoflóry volné půdy. Za jednu z hlavních příčin tohoto jevu, tzv. rhizosférického efektu, je nutno považovat kořenové výměšky a do určité míry i produkty rozkladu odumřelých kořenových buněk.

V rámci studia významu kořenových výměšků rostlin pro osídlení kořenů houbami bylo sledováno jednak klíčení spor hub přímo na kořenech pšenice a ve volné půdě, jednak klíčení spor v živných roztocích obsahujících kořenové výměšky. Rovněž byl studován vliv jednotlivých složek kořenových výměšků (tj. aminokyselin, cukrů a organických kyselin) na klíčení spor.

Materiál a metodika

K pokusům byly vybrány nejrozšířenější zástupci hub izolovaných s povrchu kořenů a z volné půdy: kmeny rodů *Mucor*, *Rhizopus*, *Cylindrocarpon*, *Fusarium*, *Penicillium* (Čatská, Macura, Vágnerová, 1960).

Klíčení spor hub na kořenech a ve volné půdě jsme sledovali ve skleněných komůrkách 80 × 80 × 10 mm (Lindord, 1942). Pšenice Česká přesívka byla pěstována v černozemní půdě, prosáté 2 mm sítí při 50% vodní kapacitě.

Po vyklíčení byla na stěnu komůrky přiložena podložní skla se zaočkovanou suspenzí spor hub. Po 6 dnech byly výsledky hodnoceny mikroskopicky po předchozí fixaci a obarvení preparátů karbolfuchsinem.

Vliv kořenových výměšků a jejich složek na klíčení spor hub jsme sledovali v živném roztoku obsahujícím kromě minerálních solí také aminokyseliny (0,87%), organické kyseliny (2,09%) a cukry (1,22%), zjištěné při analýze kořenových výměšků pšenice (Börner, 1960, Vančura, ústní sdělení). Zkoušeli jsme jak vliv kompletního neředěného roztoku a roztoků jednotlivých složek, tak i v ředění 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³. Jako kontrolních roztoků jsme použili destilované vody a půdního vý-

luhu. Půdní výluh byl připraven obvyklým způsobem a sterilizován stejně jako ostatní živné roztoky filtrací Seitzovým filtrem. pH všech roztoků bylo upraveno na 5,5.

Výsledky a diskuse

Klíčení spor hub na kořenech pšenice

V tabulce I je uvedeno procento vyklíčených spor hub v půdě volné a v blízkosti kořenů. Zjistili jsme, že spory hub izolovaných s povrchu kořenů pšenice (*Rhizopus*, *Mucor*, *Fusarium*, *Penicillium*) klíčily lépe v půdě přilehlé ke kořenům klíčících rostlin než ve volné půdě. Spory kmene *Fusarium*, izolovaného z volné půdy, klíčily dobře ve volné půdě a klíčení nebylo stimulováno kořeny. Spory půdního izolátu *Penicillium* klíčily špatně jak na kořenech, tak i ve volné půdě. Výsledky ukazují, že zvýšená klíčivost spor kořenů je ve vztahu k schopnosti hub osídlivat kořeny. Není však sama zárukou dalšího rozvoje těchto hub na kořenech nebo v rhizosféře rostlin (Štánek, 1963).

I. Klíčení spor hub na kořenech pšenice a ve volné půdě

Houby izolované		Procento vyklíčených spor v půdě				
z volné půdy	s povrchu kořenů	bez rostlin	přilehlé ke kořenům ve vzdálenosti od semen v cm			
			0 až 3	3 až 6	6 až 9	průměr
<i>Penicillium</i> <i>Fusarium</i>		1	0	0	1	0
		61	45	50	61	52
	<i>Penicillium</i>	2	52	28	4	28
	<i>Fusarium</i>	41	74	72	71	72
	<i>Rhizopus</i>	0	28	2	0	10
	<i>Mucor</i>	4	19	56	62	46

U hub, u nichž bylo klíčení spor v blízkosti rostoucích kořenů vyšší než ve volné půdě, jsme pozorovali rozdíly v klíčivosti spor podél kořenů. Pouze u kořenového izolátu *Fusarium* byla klíčivost spor shodná podél celého kořene. Spory kmenů *Penicillium* a *Rhizopus* klíčily zřetelně více na kořenech v blízkosti semen, zatímco spory rovněž kořenového kmene *Mucor*, a do určité míry i půdního kmene *Fusarium*, v blízkosti kořenové špičky. Z těchto výsledků lze usuzovat, že klíčení spor některých hub je více stimulováno látkami vylučovanými klíčícími semeny a jinými látkami vylučovanými kořeny.

V těchto pokusech byla nesterilní semena pšenice pěstována v nesterilní půdě, takže klíčení spor hub mohlo být ovlivněno i rhizosférní mikroflórou. Avšak pozorované rozdíly lze přisuzovat kořenové exkreci vzhledem k totožnému uspořádání pokusu. Přímý vliv kořenových výměšků nebo jejich složek na klíčení spor hub jsme proto sledovali v živných roztocích.

Klíčení spor hub v živných roztocích

K dalšímu objasnění schopnosti hub osídlivat kořeny přispívají též výsledky uvedené v tabulce II.

Klíčivost spor studovaných hub ve sterilní vodě a sterilním i nesterilním půdním výluhu je ve shodě s jejich klíčením ve volné půdě. Pouze spory obou kmenů *Fusarium* klíčily dobře ve volné půdě i ve vodě a půdním výluhu. Ve sterilním půdním výluhu jsme pozorovali i klíčení spor kmenů *Rhizopus* a *Mucor*. Zpravidla byla klíčivost spor vyšší ve sterilním půdním výluhu než v nesterilním, s výjimkou půdního kmene *Fusarium*, kde jsou rozdíly nepatrné. Protože roztoky byly sterilizovány filtrací, přisuzujeme tento účinek přítomnosti mikroflóry.

Spory kmenů, které klíčily dobře ve sterilní vodě (oba kmeny *Fusarium* a *Cylindrocarpon*), měly v roztoku minerálních solí klíčivost ještě zvýšenou. V přítomnosti minerálních látek došlo i ke klíčení spor kmenů *Rhizopus* a *Penicillium* izo-

II. Procento vyklíčených spor hub v půdním výluhu a v roztocích s jednotlivými složkami kořenových výměšků pšenice

Houby izolované		H ₂ O	PVS	PV	M		O		C		A		M+O+C+A	
z volné půdy	s povrchu kořenů	%	%	%	ředění	%	ředění	%	ředění	%	ředění	%	ředění	%
<i>Penicillium</i>		0	1	0	10 ⁻³	4	0	0	10 ⁻¹	10	0	0	0	0
<i>Fusarium</i>		44	93	88	10 ⁻³	89	10 ⁻¹	81	10 ⁻²	90	10 ⁻³	88	10 ⁻³	86
	<i>Penicillium</i>	0	0	0	10 ⁻³	20	10 ⁻²	20	10 ⁻¹	28	neřed.	58	10 ⁻¹	90
	<i>Fusarium</i>	27	30	15	10 ⁻²	89	10 ⁻²	47	10 ⁻¹	60	10 ⁻³	45	10 ⁻³	42
	<i>Cylindrocarpon</i>	48	61	22	10 ⁻¹	63	10 ⁻³	60	10 ⁻²	74	10 ⁻²	69	10 ⁻²	79
	<i>Rhizopus</i>	0	6	0	neřed.	13	10 ⁻³	10	neřed.	8	neřed.	82	10 ⁻²	86
	<i>Mucor</i>	0	16	0	neřed.	2	10 ⁻³	1	10 ⁻³	2	10 ⁻¹	21	10 ⁻¹	13

Půdní výluh: PVS — sterilní, PV — nesterilní.

Živné roztoky obsahující: M — minerální látky, O — organické kyseliny, A — aminokyseliny, C — cukry.

Ze čtyř zkoušených koncentrací živných roztoků (viz metodická část) je uvedena pouze ta koncentrace, v níž procento vyklíčených spor sledovaných hub bylo nejvyšší.

lovaných z kořenů. Byly však značné rozdíly v maximální klíčivosti a koncentraci minerálních solí u různých hub.

S výjimkou půdního kmene *Penicillium* bylo v prostředí s kořenovými výměšky pozorováno klíčení spor všech hub, i když v různé intenzitě. Klíčení spor hub klíčících ve sterilní vodě bylo v přítomnosti kořenových výměšek vesměs vyšší.

Na základě získaných údajů lze studované houby rozdělit do několika skupin. Spory hub klíčících ve sterilní vodě (kořenový i půdní kmen *Fusarium* a kořenový *Cylindrocarpon*) jsou v klíčení stimulovány v přítomnosti minerálních solí i organických látek obsažených v kořenových výměškách. Druhou skupinu tvoří houby, jejichž spory neklíčí ve vodě, ale klíčí (z 13–20 %) v roztocích minerálních solí (kořenové kmeny *Rhizopus* a *Penicillium*). Klíčení spor těchto hub je výrazně stimulováno přidávkou aminokyselin a u kmene *Penicillium* ještě více kořenovými výměškami. Podobně se chová i kmen *Mucor*, který má nejvyšší klíčivost spor v prostředí s aminokyselinami. Zvláštní postavení zaujímá půdní kmen *Penicillium*, jehož spory se vyznačují vesměs nepatrnou klíčivostí, s maximem 10 % vyklíčených spor v roztoku cukrů obsažených v kořenových výměškách.

Shrneme-li uvedené výsledky, docházíme k závěru, že kořenová exkrece je významným faktorem v osídlování kořenů houbami. Svědčí o tom údaje o stimulaci klíčení spor kořenových hub v půdních komůrkách v blízkosti kořenů i v živných roztocích, obsahujících kořenové výměšky nebo některé jejich složky. Zjištěný efekt pokládáme za významný proto, že vyklíčení spor v blízkosti kořene je předpokladem k tomu, aby houba vyskytující se v půdě ve stadiu spor mohla osídlit kořeny. Na druhé straně je však třeba vidět, že tím není rozhodnuto o dalším osudu houby, resp. o jejím přežívání nebo dalším vývoji na kořenech.

Jak klíčení spor hub, tak i jejich další vývoj na kořenech je ovlivněn kořenovou exkrecí i vzájemnými vztahy mezi složkami mikrobiální populace povrchu kořenů nebo zóny rhizosféry. Některé výsledky uvedené v naší práci tento předpoklad potvrzují. Jsou to údaje o rozdílech v klíčení spor hub ve sterilním a nesterilním půdním výluhu nebo v blízkosti kořenů a v mediích s kořenovými výměškami. Jevy kompetitivní a antagonistické pokládáme za významný faktor, který může ovlivnit výsledný rhizosférický efekt podmíněný kořenovou exkrecí.

Souhrn

Sledovali jsme klíčení spor hub v blízkosti kořenů pšenice ve srovnání s jejich klíčením ve volné půdě. Zjistili jsme, že spory hub izolovaných s povrchu kořenů pšenice (*Rhizopus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Fusarium*), klíčily lépe v blízkosti kořenů klíčících rostlin než ve volné půdě.

Rovněž v živných roztocích jsme pozorovali stimulaci klíčení spor hub organickými látkami obsaženými v kořenových výměškách pšenice.

Literatura

1. Börner H.: Liberation of organic substances from higher plants and their role in the soil sickness problem. Bot. Rev. 26, 393-424, 1960. — 2. Čatská V., Macura J., Vágenerová K.: Rhizosphere microflora of wheat III. Fungal flora of wheat rhizosphere. Folia Microbiol., 5, 320-330, 1960. — 3. Linford M. B.: Method of observing soil flora and fauna associated with roots. Soil Sci., 53, 93-103, 1942. — 4. Staněk M.: Klíčení chlamydospor houby *Ustilago zae* (Beckm.) Unger v rhizosféře kukuřice. Rostlinná výroba, 7-8, 1963.

Значение корневых выделений для заселения корней пшеницы грибами

Нами изучалось прорастание спор грибов в непосредственной близости корней пшеницы по сравнению с их прорастанием в свободной почве. Было установлено, что споры грибов, изолированных с поверхности корней пшеницы (*Rhizopus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Fusarium*), прорастали лучше в непосредственной близости корней прорастающих растений, чем в свободной почве.

Также в питательных растворах мы наблюдали стимулирование прорастания спор грибов органическими веществами, содержащимися в корневых выделениях пшеницы.

The Importance of Root Excretions for the Wheat Roots Colonization with Fungi

The germination of fungal spores in the vicinity of wheat roots was studied as compared with their germination in free soil. It was found that the spores of fungi that had been isolated from the surface of wheat roots (*Rhizopus*, *Mucor*,

Penicillium, *Fusarium*) germinated better in the vicinity of wheat seedling roots in comparison with free soil.

There has been also observed a stimulating effect of nutrient solutions containing organic substances of the wheat root excretions on the fungal spores germination.

Bakterie potřebující růstové látky izolované z vnitřní rhizosféry kulturních rostlin

V. Charakteristika bakterií máku (*Papaver somniferum*)

Бактериям нужны ростовые вещества, изолированные из внутренней ризосферы культурных растений.

V. Charakteristika bakterií maka (*Papaver somniferum*)

Wachsstoffbedürftige Bakterien aus der engen Rhizosphäre von Kulturpflanzen.

V. Charakterisierung der Bakterien von Mohn (*Papaver somniferum*)

H. KAUNAT

*Universita v Rostoku, ústav pro zemědělskou biologii,
mikrobiologické oddělení, Rostok*

Mikrobní asociace vnitřní rhizosféry řady kulturních plodin obsahuje jako nikoliv nevýznamnou součást bakterie, které jsou charakteristické tvorbou nápadně malých kolonií na kasein-pepton-glukózovém agaru a obligátní potřebou růstových látek (Kaunat, 1961, 1962). Úplné prozkoumání a trvalá kultivace těchto bakterií není dosud možná (Kaunat, 1962).

Předložené sdělení o nutričních, fermentačních a morfologických vlastnostech bakterií máku nelze posuzovat jen jako další důkaz vztahu mezi tvorbou mikrokolonií a obligátní potřeby růstových látek, ale znovu zřetelně ukazuje, že přísná závislost na růstových látkách vede k omezení životního prostoru, např. osidlování jen určitého kořenového systému.

Materiál a metodika

Izolace bakterií z vnitřní rhizosféry *Papaver somniferum* a jejich charakteristika byly provedeny podle známého schématu (Kaunat, 1961, 1962). Byly vyraženy extrakty z klíčících rostlin lnu a luční půdy, protože při diferenciaci nemají zásadního významu. Byl zaveden extrakt z listovky s přidavkem 0,2% rozpustného škrobu jako nové medium pro testování a trvalou kultivaci.

Výsledky

Podle tabulky I je přidavkem škrobu k extraktu z listovky stimulován růst bakterií 1, 6, 7, 8 a 11, i když jen kultura č. 6 je schopna hydrolyzovat škrob. Zásadně není těchto 11 izolátů schopno růst ani na medium s hydrolyzátem kaseinu, ani v živném roztoku s kasein-peptonem nebo s masovým extraktem s přidavkem Witte-peptonu. Dokonce filtráty kultur 1 a 2, bakterií z vnitřní rhizosféry máku, které nepotřebují růstové látky, na růst nepůsobí nebo působí jen mírně. Také v tomto růstovém testu se projevil extrakt zahradní půdy (víceletý zahradní úhor) jako neúčinné medium. Jen 5 z 11 izolátů zřetelně reaguje na syntetický vitamín-B-komplex. Překvapuje, že tento komplex nepůsobí na kulturu č. 4, ačkoliv kvasniční extrakt na ně silně působí. Kultura č. 9 se od ostatních ostře odlišuje tím, že ji lze kultivovat jen na extraktu z listovky. Ale i zde je růstová aktivita velmi malá. Téměř stejně speciální nároky na růstové látky mají kultury č. 5 a 6. Naopak kultury č. 2, 4 a též 3, nehledě k jejich silné až velmi silné růstové potenci, se vyvíjejí na extraktu z listovky velmi slabě.

II. Barvitelnost podle Grama a zkvašování rhizosférními bakteriemi potřebujícími růstové látky

	Kultura č.	Barvení podle Grama	Redukce			Oxydáz	Kataláz	Zkvašování			hydrolyza škrobu	mléko	ztukucení želatiny	využívání močoviny	Tvorba H ₂ S	Reakce na metylčerven
			metylenové modře	TTC	nitrátů			glukózy	sacharózy	laktózy						
Rhizo- sféra máku	1	+	(+)	-	+	-	(+)	-	-	-	-	-	/	+	/	-
	2	+-	-(+)	-(+)	(+)	-	-+	/	/	-	+	+	/	-	/	-
	3	+-	(+)	(+)++	-	-	(+)	-	+++	+	-	+	++	+	-	-
	4	+	-	-	+	-	-(+)	+++	+++	+++	-	-	/	-	/	+
	5	+	(+)+	-	-	++	(+)	+	+++	+++	-	-	/	+	/	-
	6	-	++	-(+)	-	+++	(+)	+++	+++	+++	+	-	++	+	-	+
	7	+	-+	-	-	++	(+)+	S (+) G +	S - G +	-	-	-	+++	+	-	-
	8	+	++	+	-	-	(+)+	-	-	-	-	+++	/	+	/	-
	9	±	++	(+)+	+	-	(+)	/	/	/	part	-	/	-	/	-
	10	+	(+)+	(+)+	+	-	(+)	-	-	/	+	K++	/	-	/	-
	11	±	-(+)	-	NH ₃ ⁺ +++	+++	+	-	-	-	-	(+)	+(+)	+	-	-

Porovnání růstových potencií všech bakterií opravňuje jejich zařazení do 9 nutričních typů (5 a 6 a též 10 a 11 jsou sloučeny v jeden typ).

V biochemickém testu (tab. II) se ukázala jen kultura 6 jako jednoznačně gram-negativní. Ostatní bakterie jsou buď gram-pozitivní (gram-variabilní) (9 a 11) nebo jsou kultury částečně gram-pozitivní a částečně gram-negativní (2 a 3).

Fermentační schopnosti jsou jen slabě vyvinuty. Dokonce glukóza je jen ve 2 případech (4 a 6) silněji oxydována (metylčerveň pozitivní). Přes silnou fermentaci sacharózy a laktózy je kultura 5 schopna jen nepatrně zkvašovat glukózu. Podobně je tomu s kulturou č. 3. Bakterie 2, 9 a 10 jsou dokonce cukrem inhibovány (/). Zdá se, že zvláště nepříznivě ovlivňuje růst želatina, takže u 7 kultur stále zůstává otevřena otázka schopnosti hydrolyzovat želatinu a s tím spojené tvorby sirovodíku. Přesto umožňuje biochemický test diferenciaci, 9 bakteriálních typů může být vzájemně odlišeno (2, 9 a 10 jsou si velmi podobné). Tím je možno považovat za biochemicky odlišné typy ty bakterie, které nelze podle růstu odlišit.

Konečně je porovnávána forma růstu a cytologie 11 izolátů:

Kultura 1:

Kolonie Ø až 2 mm; kolonie ± radiární, konvexní, vlhké, lesklé, ± bělavé se žlutkovitým středem, střed kompaktní a zvednutelný, okraj rozplývavý, často nepravidelné tyčinky jsou nepohyblivé a měří 0,3–0,5 μ x : 1–2,5 μ .

Kultura 2:

Kolonie Ø až 0,8 mm; kolonie ± radiární, konvexní, vlhké, lesklé, ± bíle zakalené, průzračné, rozplývavé. Nepravidelné, často větvené, tyčinky s kyjovitými zduřeninami, nepohyblivé.

Kultura 3:

Kolonie Ø a 1,2 mm; kolonie ± radiární, mírně konvexní, vlhké, lesklé, bělavý střed, široký čirý okraj, rozplývavý. Tyčinky s jedním polárním bičíkem, jen lokálně pohyblivé, 0,5–0,7 μ x : 0,8–2 μ .

Kultura 4:

Kolonie Ø až 2 mm; kolonie ± radiární, velmi ostře kuželovité, lesklé, s velkým středem zbarveným po aurantiacus 4 s čirou okrajovou zónou, střed měkce těstovitý až viskózní, okraj rozplývavý. Rigidní nepohyblivé tyčinky velikosti 0,5–0,9 μ x : 0,9–1,5 μ .

Kultura 5:

Kolonie Ø až 2 mm; kolonie ± radiární, mírně konvexní, vlhce lesklé, trochu bělavě zakalené, průzračné, rozplývavé, trochu opaleskující. Tyčinky s 1 polárním bičíkem, jen lokálně pohyblivé, částečně heterogenní ve fázovém kontrastu, rozměry 0,5–0,7 μ x : 1–2,3 μ .

Kultura 6:

Kolonie Ø až 2 mm; kolonie ± radiární, silně konvexní, vlhce lesklé, velké kolonie většinou trochu matně lesklé, bílé, okraj průhledný, střed viskózní, okraj rozplývavý a opaleskující. Živě pohyblivé ohebné tyčinky s jedním polárním bičíkem, rozměry 0,2–0,5 μ x : 0,6–1,5 μ .

Kultura 7:

Kolonie Ø až 1,8 mm; kolonie ± radiární, velmi mírně konvexní, lesklé, koncentrické růstové zóny, široký okraj sklovitý, střed trochu bělavě zakalený, průzračné, střed viskózní, okraj rozplývavý. Tyčinky zdánlivě nepohyblivé (negativní důkaz bičíků), 0,7–1 μ x : 0,9–2,8 μ .

Kultura 8:

Kolonie Ø až 0,8 mm; kolonie radiární, konvexní, ploše nasazený okraj s tendencí vybíhat v paprscích, rozplývavý, menší kolonie opaleskující. Nepohyblivé tyčinky se silnou tendencí se usazovat, rozměry 0,5–0,8 μ x : 0,6–1,2 μ .

Kultura 9:

Jen na počátku nátěru slabý porost velmi malých bělavých, vlhce lesklých a rozplývavých kolonií. Nepohyblivé, většinou silně nabubřelé tyčinky, částečně podobné pučícím buňkám kvasinek.

Kultura 10:

Kolonie Ø až 0,8 mm; kolonie radiární, mírně konvexní, trochu bělavě zakalené, transparentní, rozplývavé. Buňky nepohyblivé, větvené, často kyjovité nabubřeliny, které částečně přecházejí v kulovito-oválné až kulovité formy.

Kultura 11:

Kolonie Ø až 1,5 mm; kolonie = radiární, velmi ploché s poněkud zvednutým středem, průzračné, rozplývavé. Nepohyblivé tyčinky velikosti $0,4-0,8 \mu\text{m} : 1,1-2,8 \mu\text{m}$; bezprostředně po izolaci s kořenů tyčinky a polárními kulovitými zduřeninami podobné plektridiím, ale ani přísně anaerobní, ani termorezistentní.

Kromě bakterií 2 a 10 zde není souhlas, čímž bakterie 1 až 11 lze s konečnou platností považovat za různé druhy. Tyto lze přiřadit rodům *Corynebacterium* a *Pseudomonas* (1) resp. *Pseudobacterium*, *Mycobacterium* a *Pseudomonas* (6). Dostatečný souhlas s již známými bakteriálními druhy zde v žádném případě není, nehledě na přísně heterotrofní způsob života z hlediska růstových látek.

Diskuse

Je dokázána esenciální potřeba B-vitaminů pro bakterie 1, 2, 3, 10 a 11, zatímco u kultury 4 je zřejmě působení komplexu vitamínu B vázáno na nějaký faktor, který je zvláště obsažen v kvasnicích a klíčících rostlinách pšenice. Také velmi silný růst kultury 8 v syrovátce dává soudit na takové vzájemné ovlivnění, protože syrovátka obsahuje, jak je známo, hojně vitamínu B (7). Chování ostatních bakterií neposkytuje žádné známky o povaze esenciálních faktorů. Příznivé působení škrobu lze vysvětlit jeho schopností adsorbovat buňky poškozující látky z listovkového extraktu, neboť vysoce náročné a specializované rhizosféry bakterie mohou reagovat již na takové koncentrace brzdících látek, které jsou pro jiné bakterie ještě podprahové. Možnost souvislosti potřeby růstových látek a citlivosti na brzdící látky byla zjištěna v tomto pozorování: Všechny 29 druhů bakterií tvořících mikrokolonie nerostlo ani v čistém extraktu luční půdy ani v jeho směsi s extraktem z listovky v poměru 1 : 1. Použije-li se bakterií nevyžadujících růstové látky z rhizosféry pšenice, slunečnice, póru, pažitky, rajčat, kopru nebo kmínu, jsou jak čistý extrakt z luční půdy, tak i smíšený extrakt dobrými živnými půdami. U kultur 2, 4, 9 a 10 nelze nepatrnou účinnost extraktu z listovky vysvětlit nedostatkem účinných látek nebo aminokyselin, protože přídavek kvasničného extraktu, syntetických vitaminů B nebo hydrolyzátu kaseinu je neúčinný. Také nejšetrnější příprava půdního extraktu jen při 60° C zůstává bez úspěchu. Lze říci, že těmito přídávky se ještě zmenšuje působení extraktu. Zvláště při nevaření půdní suspenze se zdá, že trpí kvalitou. Proto je pravděpodobnější připustit, že i extrakt z listovky obsahuje v nepatrných koncentracích specifické brzdící látky. Otázka, zda je souvislost mezi růstovou potencií a fermentační schopností, musí být na základě předložených zjištění zodpovězena záporně. Tak kultura 1 má nejširší růstové spektrum, ale její fermentační schopnosti jsou extrémně slabé. Naproti tomu jsou bakterie 5 a 6, které rostou jen na extraktu z listovky, fermentačně bohatě aktivní. Pro otázku rhizosféry specifity je jen důležitá skutečnost, že se druhové spektrum těchto 11 kultur liší od druhového spektra bakterií vyžadujících růstové látky ovsa, hořčice, rajčat, špenátu a celeru, čímž je podtržena nutnost při posuzování rhizosféry specifity přihlížet i ke kulturám s mikrokoloniemi.

Souhrn

Bylo izolováno 11 neznámých bakterií z vnitřní rhizosféry *Papaver somniferum*, které bezprostředně po izolaci s kořenů tvoří na kaseinpepton-glukózovém agaru mikrokolonie a vyznačují se obligátní potřebou růstových látek.

Růstovým testem na 13 živných půdách bylo určeno 9 nutričních typů.

Pět bakteriálních druhů je závislých na vitamínech B, zatímco ve 2 přípa-

dech působení vitaminů B je zřejmě závislé na určitých faktorech; esenciální růstové látky pro ostatní druhy bakterií nejsou známy.

Je diskutována možná korelace mezi potřebou růstových látek a citlivostí na brzdicí látky.

Předložené druhové spektrum charakterizuje specifické podmínky vnitřní rhizosféry *Papaver somniferum*.

Literatura

1. Breed R. S., Murray E. G. D. and Smith N. R.: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 7. Ed. William & Wilkins Co., Baltimore, 1957. — 2. Kaunat H.: Wuchsstoffbedürftige Bakterien aus der engen Rhizosphäre von Kulturpflanzen. I. Isolierungsverfahren und Kultivierung. Zbl. Bakt. II, 114, 233-239, 1961. — 3. Kaunat H.: Wuchsstoffbedürftige Bakterien aus der engen Rhizosphäre von Kulturpflanzen. II. Morphologie und biochemische Eigenschaften. Zbl. Bakt. II, 115, 1-10, 1962. — 4. Kaunat H.: Wuchsstoffbedürftige Bakterien aus der engen Rhizosphäre von Kulturpflanzen. III. Charakterisierung und Klassifikation der Bakterien von *Spinacia oleracea* L. und *Apium graveolens* L. Zbl. Bakt. II. (im Druck). — 5. Kaunat H.: Wuchsstoffbedürftige Bakterien aus der engen Rhizosphäre von Kulturpflanzen. IV. Rückblick und ergänzende Betrachtungen zur Erfassung und Dauerkultivierung. Zbl. Bakt. II. (im Druck). — 6. Krassilnikov N. A.: Diagnostik der Bakterien und Actinomyceten. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1959. — 7. Rauen H. M.: Biochemisches Taschenbuch. Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1956.

Бактериям нужны ростовые вещества, изолированные из внутренней ризосферы культурных растений.

V. Характеристика бактерий мака (*Papaver somniferum*)

Было изолировано 11 неизвестных бактерий из внутренней ризосферы *Papaver somniferum*, которые непосредственно после изоляции с корней на казеинпептоно-глюкозном агаре образуют микроkolонии и характеризуются обязательным потреблением ростовых веществ.

Ростовым тестом на 13 питательных средах было определено 9 питательных типов.

5 бактериальных видов зависят от витаминов B, в то время как в 2 случаях действие витаминов B, вероятно, зависит от определенных факторов; существенные ростовые вещества для остальных видов бактерий неизвестны.

В работе рассматривается возможная корреляция между потребностью ростовых веществ и чувствительностью к тормозящим веществам.

Представленные видовые спектры характеризуют специфические условия внутренней ризосферы *Papaver somniferum*.

Wuchsstoffbedürftige Bakterien aus der engen Rhizosphäre von Kulturpflanzen.

V. Charakterisierung der Bakterien von Mohn (*Papaver somniferum*)

Aus der engen Rhizosphäre von *Papaver somniferum* wurden 11 unbekannte Bakterien isoliert, die unmittelbar nach Isolierung von der Wurzel auf Caseinpepton-Glucose-Agar Mikrokolonien bilden und durch strenge Wuchsstoffbedürftigkeit ausgezeichnet sind.

Der Wachstumstest mit 13 Nährmedien ergab 9 Ernährungstypen.

Fünf Bakterienarten sind auf B-Vitamine angewiesen, während in 2 Fällen die Wirkung der B-Vitamine offensichtlich an bestimmte Faktoren gebunden ist; für die übrigen Bakterienarten liegen keine Hinweise über die Natur der essentiellen Wuchsstoffe vor.

Eine mögliche Korrelation zwischen Wuchsstoffbedürftigkeit und Hemmstoffsensibilität wird diskutiert.

Das vorliegende Artenspektrum charakterisiert die spezifischen Bedingungen in der engen Rhizosphäre von *Papaver somniferum*.

Ovlivnění mikroflóry povrchu kořenů rostlin antibiotiky

Влияние антибиотиков на микрофлору поверхности корней растений

Influencing of the Microflora of the Surface of Plant Roots by Means of Antibiotics

J. VRANÝ, Jiří MACURA

Mikrobiologický ústav ČSAV, oddělení půdní mikrobiologie, Praha

Máme doklady o tom, že vnější faktory, měnící podmínky vývoje rostlin, vedou ke kvantitativním a kvalitativním změnám ve složení rhizosféry mikroflóry. Když byly rostliny pěstovány za sníženého osvětlení, docházelo ke změnám v zastoupení bakterií na jejich kořenech. Také ošetření půdy přidáním organických nebo minerálních hnojiv ovlivňovalo rhizosféry mikroflóru. Změny v ní vzniklé byly však málo specifické (Macura, 1958, Rouatt, Katznelson, 1960). Je otázka, zda odlišné mikrobiologické poměry v rhizosféře jsou výsledkem vnějšího zásahu, či zda jsou podmíněny změnami v metabolismu rostlin a produkci kořenových výměšků. Značných úspěchů bylo dosaženo při pokusech o využití antibiotik k ochraně rostlin před patogenními organismy. Tyto látky působí nejen na fytopatogenní organismus a rostlinu, ale také na rhizosféry mikroflóru a ovlivňují její složení (Norman, 1959, Pramer, 1959, Papavizas, Davey, 1961).

Naše práce byla provedena se studiemi, věnovanými otázkám rhizosféry v naší laboratoři (Macura, 1958, 1961). Vycházeli jsme z poznatku, že některá antibiotika pronikají po aplikaci na listy rostlin do jejich nadzemních částí a mohou být translokována do kořenů. V případě, že jsou jimi též vylučována, mohou působit na mikroflóru i bez předchozího kontaktu a vyvolávat v ní odpovídající změny. V práci jsme sledovali vliv močoviny a antibiotik. Zkoumané látky byly vnášeny buď do živných roztoků, nebo na nadzemní části na rostliny a mikroflóru povrchu jejich kořenů. Věnovali jsme také pozornost vlivu těchto látek na tyto organismy, smíšených se živinami a metabolity.

Materiál a metodika

Pšenice odrůda Chlumecká 12 byla pěstována ve skleněných válcích, široko-hrdlý Erlenmayerových baňkách s kultivačními válci a v kvetách s půdou typu hnědozem, promísenou křemičitým pískem. Použili jsme Robbinsův živný roztok bez glukózy, uměle jsme přisvětlovali v případě potřeby. Při založení pokusu bylo přidáváno odpovídající množství antibiotika. Aplikace zkoušených látek na listy byla prováděna po zajištění rostlin proti jejich proniknutí do živného roztoku nebo půdy za 3 dny po vyklíčení. Rostliny jsme ošetřovali 60 minut postřikem nebo ponořením nadzemních částí do odpovídajících roztoků těchto koncentrací: močovina 0,1-M, streptomycin 1 $\mu\text{g/ml}$, aureomycin 0,2 $\mu\text{g/ml}$ do media, k aplikaci na listy 2,5 $\mu\text{g/ml}$ a chloramfenikol 1 $\mu\text{g/ml}$. Do roztoků aplikovaných na nadzemní části bylo přidáno 0,4 ml/1000 ml Tween 40. Ošetření bylo opakováno 3 až 4krát. Po 10 dnech růstu jsme přistoupili k mikrobiologické analýze. Bakterie jsme stanovili na Taylorově mediu, množství plísni na agaru s bengálskou červení. Sušinu kořenů a nadzemních částí jsme stanovili po vysušení při 105° C a uchovávání nad bezvodým chloridem vápenatým.

Výsledky

V našich experimentech jsme nejprve zjišťovali, k jakým změnám dochází ve vývoji rostlin a v množství mikroflóry kořenů po přidání antibiotika do roztoku. Se stoupající koncentrací aureomycinu v mediu rychle klesalo množství sušiny kořenů a nadzemních částí (tab. I).

Ještě výraznější změny jsme zjistili v počtu bakterií na kořenech. Srovnáme-li účinek antibiotika na bakterie, kořeny a nadzemní části, je patrné, že koncentrace 50 $\mu\text{g/ml}$ aureomycinu téměř inhibovala růst bakterií. Kořeny byly více inhibovány ajevily se citlivějšími již na nízkou koncentraci antibiotika v mediu ve srovnání s nadzemními částmi.

I. Vliv stoupající koncentrace aureomycinu v živném roztoku na sušinu kořenů, listů a počet bakterií u pšenice

Ukazatel	Koncentrace CTC v $\mu\text{g/ml}$			
	0	5	25	50
Sušina kořenů v mg^1) %	308 100	181 58,88	153 49,69	132 42,71
Sušina listů v mg^1) %	1169 100	1049 89,78	625 53,50	559 47,81
Počet bakterií na 1 g svěží váhy kořenů	1246	75	3	—

¹⁾ vztaženo na 100 rostlin.

Při studiu mechanismu účinku aureomycinu bylo prokázáno, že inhibiční účinek antibiotika na metabolické pochody je zmenšován až odstraňován za přítomnosti organických kyselin, zvláště kyseliny citrónové (Rokos, Burger, Procházka, 1957). Studovali jsme proto, jaký vliv má přidání 200 $\mu\text{g/ml}$ Na-citrátu do media s 20 $\mu\text{g/ml}$ aureomycinu na inhibiční účinek antibiotika vůči kořenům a nadzemním částem pšenice. Z výsledků je patrné, že růst kořenů byl inhibován po přidání aureomycinu, citrátu i po přidání obou látek. Kyselina citrónová však zeslabovala účinek antibiotika. Zmírnění účinku se projevilo také na nadzemní části, která byla inhibována antibiotikem, avšak nikoliv kyselinu citrónovou.

Antibiotikum a jeho účinek mohou být narušeny kontaktem a mikroflórou a jejími metabolickými produkty. V přirozených podmínkách lze tuto možnost nejspíše očekávat v kořenové zóně rostlin, kde je nejvyšší nahromadění a biologická činnost mikroorganismů. Proto jsme v dalších pokusech studovali, k jakým změnám dochází v kořenové mikroflóře po ošetření listů některými látkami. Když jsme ošetřili listy pšenice aureomycinem a chloramfenikolem, ukázalo se, že nadzemní části nejsou ani v těchto podmínkách podstatně ovlivňovány (tab. III). Výraznější pokles sušiny kořenů jsme zjistili po ošetření chloramfenikolem. Nepozorovali jsme však užití souvislost mezi vlivem antibiotika na její růst a mikroflóru. Průkazné snížení jsme zaznamenali po aplikaci chloramfeniklu, zastoupení plísni se však zvýšilo. Ošetření aureomycinem se projevilo ve zvýšení počtu obou skupin mikroorganismů.

II. Vliv kyseliny citrónové na inhibiční účinek aureomycinu na růst pšenice

Ukazatel	Přidaná látka do živného media			
	kontrola	Na-citr. 200 $\mu\text{g/ml}$	CTC 200 $\mu\text{g/ml}$	CTC+Na citrát 20 μg + 200 $\mu\text{g/ml}$
Sušina kořenů v mg^1) %	447 100	356 79,6	204 45,6	242 54,1
Sušina listů v mg^1) %	1430 100	1449 103,4	1169 81,8	1354 94,7

¹⁾ vztaženo na 100 rostlin.

III. Relativní změny v sušině listů, kořenů, v počtech bakterií a hub na kořenech pšenice po listové aplikaci

Ukazatel	Listová aplikace		
	kontrola	CTC	Chloramfenikol
Sušina kořenů	100 ± 2,7	102,5 ± 0,7	88,4 ± 0,6
Sušina listů	100 ± 2,3	102,6 ± 3,8	96,0 ± 2,0
Bakterie	100 ± 13,6	138,8 ± 15,5	48,8 ± 15,5
Houby	100 ± 26,7	152,9 ± 54,1	219,5 ± 15,8

Vliv aplikace různých látek na změny v mikroflóře jsme si ověřovali také ve vegetačních pokusech. Použili jsme přitom kombinovaných ošetření živinami a antibiotiky. Sušina nadzemních částí byla rovněž nepatrně ovlivňována po ošetření ureou a směsí aureomycinu streptomycinem (tab. IV). Pokles jsme zjistili po ošetření pšenice antibiotiky a močovinou. Množství bakterií bylo stimulováno postřikem močovinou a v obměně s močovinou a antibiotiky.

K výraznému poklesu došlo po postřiku směsí antibiotik. Aplikace těchto látek také značně snižovala počet plísni na kořenech. Její účinek se projevil především po ošetření listů močovinou. Když jsme rostliny ošetřili kombinovaným postřikem všemi studovanými látkami, zjistili jsme zvýšení počtu plísni. V našich pokusech se potvrdilo, že aplikace různých látek působí nejen na metabolické pochody v rostlině, ale také způsobuje změny v mikroflóře kořenů. Tyto změny bude třeba blíže objasnit z hlediska jejich vlivu na stav rostliny v měnících se podmínkách jejího prostředí.

IV. Relativní změny v sušině listů, počtech bakterií a hub na kořenech pšenice po listové aplikaci

Ukazatel	Listová aplikace			
	kontrola	Urea	Streptomycin CTC	Urea Streptomycin CTC
Sušina listů	100 ± 2,23	103,3 ± 1,6	95,5 ± 2,2	86,7 ± 1,23
Bakterie	100 ± 4,5	136 ± 4,5	60,5 ± 2,5	129,6 ± 17,2
Houby	100 ± 5,1	77,1 ± 11,4	69,9 ± 12,9	110,3 ± 14,6

Diskuse

Již dlouho je využíváno ošetřování rostlin postřikem živinami a antibiotiky k praktickým účelům. Teprve v poslední době však dochází k širšímu použití tohoto způsobu. Rozsáhlá literatura, týkající se této otázky (Krasilnikov, 1955, Pramer, 1959), přinesla řadu dokladů o tom, že většina látek vnesených na listy rostlin je adsorbována a ovlivňuje v různém rozsahu její metabolické pochody. Některé jsou translokovány rostlinou do kořenů a vylučovány do prostředí. Vlivem působení těchto látek může docházet ke změnám ve složení rhizosféry mikroflóry. Máme také doklady o tom, že změny v podmínkách růstu rostlin, ovlivňujících jejich metabolismus, se odrážejí v kvantitativních a kvalitativních změnách rhizosféry mikroflóry (Macura, 1961, Papavizas, Davey, 1961, Vraný, Vančura, Macura, 1962). Z tohoto hlediska se může listová aplikace uplatnit jako prostředek ke kontrole rhizosféry populace.

Vlivu listové aplikace na rhizosféry mikroflóru byla věnována malá pozornost. Halleck a Cochrane (1950) byli první, kteří usoudili, že listové aplikace je možno použít ke kontrole rhizosféry mikroflóry nebo ke studiu kořenové exkrece.

Pozorované změny v rhizosférní mikroflóře, vyvolávané listovou aplikací fungicidních látek, přisuzují ovlivnění metabolismu rostlin. Vliv ošetření rostlin lehce asimilovatelnými látkami a antibiotiky na mikroflóru byl potvrzen též v pracích dalších autorů (Krasilnikov, 1955, Papavizas, Davey, 1961).

Ve svých pokusech jsme navazovali na předcházející práci (Vraný, Vančura, Macura, 1962), týkající se vlivu foliární aplikace látek lehce asimilovatelných, růstových regulátorů a antibiotik na kořenovou mikroflóru pšenice. Námi zjištěná vyšší citlivost kořenového systému ve srovnání s nadzemními částmi se potvrdila v těchto pokusech. Získali jsme další doklady o tom, že není užší souvislost mezi vlivem těchto látek na růst pšenice a počtem mikrobů na kořenech. Radou prací bylo prokázáno, že aureomycin zasahuje do některých enzymatických pochodů. Zjistilo se také, že některé organické kyseliny zeslabují účinek antibiotika (Rokos, Burger, Procházka, 1957). Přidání kyseliny citrónové do živného média s aureomycinem, v němž rostla pšenice, se projevilo ve snížení brzdicího účinku antibiotika. V tomto zjištění a ve výsledcích získaných v pokusech a aplikací močoviny ve směsi s antibiotiky spatřujeme potvrzení našeho předpokladu, že foliární aplikace může být cestou k ovlivnění rhizosférní mikroflóry požadovaným směrem.

V souvislosti se změnami ve složení rhizosférní mikroflóry vlivem foliární aplikace může být ovlivněna i přirozená ochrana kořenů mikroflórou, či jejich rezistence vůči fytopatogenům. Staněk a spol. (1961) ukázali, že ošetření okurek antibiotickým obchodním preparátem Fytostrept vede k potlačování bakterií, zvláště mykolytických, nikoliv však hub. Za určitých okolností může dojít ke zvýšenému výskytu parazitických hub. Je proto zřejmé, že při posuzování vlivu listové aplikace na onemocnění rostliny nevystačíme se současnými kritérii, ale bude třeba studovat též ovlivnění rhizosférní mikroflóry. Teprve tím získáme úplnou představu o působení tohoto ošetření.

Souhrn

V práci jsme sledovali vliv antibiotik a močoviny na vývoj rostliny, množství bakterií a plísní na kořenech. Zkoumané látky byly vnášeny jednak do živných médií, jednak na nadzemní části. Ukázalo se, že kořeny jsou citlivější vůči použitým látkám než nadzemní části. Nepozorovali jsme korelaci mezi změnami růstu a odpovídajícími změnami v počtech mikroorganismů. Účinek aureomycinu byl snižován přidáním kyseliny citrónové do média. Diskutovali jsme o otázkách souvisejících s možností ovlivňování mikroflóry kořenů přidáním látek do prostředí, v němž rostlina žije, a o použitelnosti foliární aplikace jako přístupu k řešení tohoto problému.

Literatura

1. Halleck F. E., Cochrane V. W.: The effect of fungistatic agents on the bacterial flora in the rhizosphere. *Phytopathology* 40, 715, 1950. — 2. Krasilnikov N. A. et al.: Vsesyvanije i raspredelenije antibiotikov v rasteniji pri vne-kornevom ich vvedeniji. *DAN SSSR* 102, 375, 1955. — 3. Macura P.: Rhizosférní mikroflora cukrovky. *Čsl. mikrobiol.* 3, 17, 1958. — 4. Macura J.: Bacterial flora of the root surface of wheat grown in nutrient solutions deficient in nitrogen and phosphorus. *Fol. microbiol.* 6, 297, 1961. — 5. Norman A. G.: Inhibition of root growth and cation uptake by antibiotics. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 23: 368, 1959. — 6. Papavizas G. C., Davey C. B.: Extent and nature of the rhizosphere of *Lupinus*. *Plant and Soil* 14, 215, 1961. — 7. Pramer D.: The status of antibiotics in plant disease control. *Adv. appl. Microbiol.* 4, 75, 1959. — 8. Rokos J., Burger M., Procházka P.: Vliv chlortetracyklinu na činnost α -amylázy produkčního kmen *Actinomyces aureofaciens*. *Čsl. mikrobiol.* 2: 65, 1957. — 9. Rouatt J. W., Katznelson H.: Influence of light on bacterial flora of roots. *Nature* 186, 659, 1960. — 10. Staněk M., Kováčiková E., Přeslička M.: Použití antibakterijního antibiotického přípravku Fytostreptu v kombinaci s fungicidinem (nystatinem *Actinomyces aureofaciens*. *Čsl. mikrobiol.* 2: 65, 1957. — 9. Rouatt J. W., 7: (v tisku). — 11. Vraný J., Vančura V., Macura J.: The effect of foliar application of some readily metabolized substances, growth regulators and antibiotics on rhizosphere microflora. *Fol. Microbiol.* 7, 61, 1962.

В работе изучались влияния антибиотиков и мочевины на развитие растения, количество бактерий и плесеней на корнях. Изучаемые вещества вносились как в питательную среду, так и в надземные части. Оказалось, что корни более чувствительны к примененным веществам, чем надземные части растения. Между изменениями роста и соответствующими изменениями в численности микроорганизмов взаимосвязи не наблюдалось. Действие ауреомицина снижалось добавлением лимонной кислоты в питательную среду. Обсуждались вопросы, связанные с возможностью оказывания влияния на микрофлору корней путем добавления веществ в питательную среду, в которой растение живет, и пригодности двухстороннего применения, как подхода к решению этой проблемы.

Influencing of the Microflora of the Surface of Plant Roots by Means of Antibiotics

In our work we studied the influence of antibiotics and of urea on the plant development, and the quantity of bacteria and moulds on roots. The examined substances were transferred to nutritious media and to the overground parts of plants. It was found that roots are more sensitive to the applied substances than are the overground parts. We discovered no correlation between changes of growth and the corresponding changes in the number of microorganisms. The effectiveness of aureomycin was decreased by an addition of citric acid to the medium. We discussed the problems connected with the possibility of influencing the microflora of roots by an addition of substances to the medium in which the plant lives, and the applicability of foliar application as a means of solving this problem.

Dominantní výskyt houby *Cylindrocarpon radiclecola* Wr. na povrchu kořenů rostlin

Доминирующее появление гриба *Cylindrocarpon radiclecola* Wr. на поверхности корней растений

The Dominant Occurrence of the Fungus *Cylindrocarpon radiclecola* Wr. on Surface Plant Roots

Jarmila KUBÍKOVÁ

Přírodovědecká fakulta UK, katedra botaniky, geobotanické oddělení, Praha

V rámci komplexního ekologického studia kořenových systémů dřevin byla studována mykoflóra povrchu koncových kořenů jasanu (*Fraxinus excelsior* L.). Koncové aktivní kořeny byly vybrány jako jeden z typů mikrostaniště pro půdní houby v půdě důležitého proto, že představuje styčnou plochu vyšší rostliny s prostředím. Uplatňují se zde vzájemné vlivy nejrozličnějšího typu (mechanické, chemické, fyzikální), a proto poznání kvalitativního i kvantitativního složení mykoflóry může přispět k detailnějšímu porozumění ekologii vyšších rostlin.

Materiál a metodika

Vzorky byly odebrány na třech různých stanovištích v xerothermním území v Českém krasu:

1. stanoviště — údolí Bubovického potoka u Srbska, vysazený porost jasanů, aluviální náplav ve vápencovém území;
2. stanoviště — úbočí vrchu Douthác, lesní porost s dubem, habrem a vtroušenými jasanů na vápencovém podkladu, mělká lesní hnědozem;
3. stanoviště — jižní vrcholová část vrchu Douthác, lesostep s dubem pýřitým, půdní typ — drobtovitá rendzina.

-Mimo to byl v lužním lese v katastru Libice nad Cidlinou proveden v letech 1960 a 1961 výkop transektu kořenového systému až k hladině spodní vody do hloubky 150 cm. Odběry byly provedeny z A₁ horizontu (0–6 cm) humusová vrstva, v hloubce 5 cm, z A₂ až B horizontu (6–120 cm) – hnědorezivá hlinitá ulehlá vrstva, v hloubce 30 a 100 cm a z C horizontu (120–155 cm) – hrubozrnný písek, v hloubce 140 cm.

Při každém odběru byl na označeném místě vykopán svazek koncových kořenů a uložen do Erlenmayerovy baňky se sterilní vodou. Při zpracování materiálu bylo použito metody podle Harleyho a Waida (1955), umožňující stanovení aktivních mycelií na povrchu kořene. Kořeny byly 10krát třepány ve vyměňované sterilní vodě a na sterilizované destičce rozpreparovány. Byly pořízeny zvlášť 3–5 mm úseky aktivních (světle zbarvených) špiček koncových kořenů a úseky starších kořenů 2.–3. řádu (koncové kořeny jsou počítány jako kořeny 1. řádu). Tyto úseky byly přeneseny na Petriho misky s živnou půdou s bengálskou červení podle Martina (1950) s vynecháním streptomycinu. Po 5 dnech inkubace byly naočkované úseky obrostlé hyfami mycelia a bylo možno přikročit k určování. Izoláty byly při první analýze určovány pouze do rodů, jen časté druhy byly dále druhově určovány.

Výsledky

Jako příklad výsledků izolací jsou uvedeny tab. I a II, udávající roční průběh výskytu mykoflóry na 3. stanovišti na aktivních špičkách a na úsecích starších kořenů jasanu a tab. III, udávající výskyt mykoflóry na jasanových kořenech

I. Sezónní změna mykoflóry aktivních kořenových špiček jasanu. Český kras, 3. stanoviště, 1961–1962

Relativní výskyt (v %)									
	20. 4.	23. 5.	19. 6.	8. 8.	7. 9.	8. 10.	22. 11.	8. 2.	29. 3.
<i>Cylindrocarpon</i>	48	55	80	51	52	51	47,3	81	49,4
<i>Humicola</i>	6,4	30,8		30	20	12	4,3		
<i>Torula</i>		6,6		9			17,2		19
<i>Penicillium</i>	22,4	2,2	5	6	16	30	17,2	9	24,7
<i>Fusarium</i>			10						
<i>Mucor</i>								6	2
<i>Absidia</i>	19,2	4,4			4				3,8
Steril. mycel.	3,2		5		4	6	12,9	6	
Kořeny bez mycel.					8				

II. Sezónní změna mykoflóry úseků starších kořenů 2. a 3. řádu u jasanu. Český kras, 3. stanoviště, 1961–1962

Relativní výskyt (v %)								
	20. 4.	23. 5.	8. 8.	7. 9.	8. 10.	22. 11.	8. 2.	29. 3.
<i>Cylindrocarpon</i>	31,5	24	9	24	49	44	57	36
<i>Humicola</i>	3,5	20	42	16	7			13,5
<i>Torula</i>						5,5		4,5
<i>Penicillium</i>	14,0	4	3	16	21	33		22,5
<i>Cladosporium</i>	3,5							
<i>Chaetomium</i>					7			
<i>Mucor</i>	17,5	12	9			26,6		
<i>Absidia</i>	21,0	28	18		7	16,6	3,8	18
<i>Zygorhynchus</i>	3,5							
Ster. mycel.	3,5	12	15		7		11,4	4,5
Kořeny bez mycel.				40				

III. Mykoflóra aktivních koncových kořenů jasanu v různých hloubkách půdy.
Libice n./Cidl., 19. 9. 1961

Relativní výskyt (v %)				
	5 cm	30 cm	100 cm	140 cm
<i>Cylindrocarpon</i>	38,4	49,5	62,4	65,6
<i>Humicola</i>		9,9		3,8
<i>Torula</i>	43,2	9,9	15,6	11,4
<i>Penicillium</i>	4,8	9,9		
Steril. mycel.	2,4		5,2	3,8
Kořeny bez mycel.	9,6	19,8	15,6	15,2

IV. Mykoflóra aktivních koncových kořenů lesních dřevin a bylin

Relativní výskyt (v %)								
	<i>Cylindrocarpon</i>	<i>Humicola</i>	<i>Torula</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Absidia</i>	<i>Mucor</i>	Steril. mycelium	Bez mycelia
<i>Carpinus betulus</i>	50							50
<i>Tilia sp.</i>	47			6				47
<i>Quercus robur</i>	39			5,5			11	44
<i>Acer platanoides</i>	28						12	60
<i>Cornus mas</i>	45,5			31,5	21,0			
<i>Sambucus nigra</i>	87							13
<i>Orob. vernus</i>	63		9					27
<i>Viola riviniana</i>	60	10	10			5		15
<i>Aegopodium podagraria</i>	21		48	3				30
<i>Brachypodium silvaticum</i>	45	10		5			5	35

při výkopu sondy. V každém jednotlivém případě bylo analyzováno asi 20 úseků. Výsledky jsou uvedeny v procentech výskytu určité houby vztažených na celkový počet izolovaných hub.

Mimo jasanu byla provedena analýza mykoflóry na kořenech dalších lesních dřevin a bylin: *Carpinus betulus*, *Tilia sp.*, *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Cornus mas*, *Sambucus nigra*, *Orob. vernus*, *Viola riviniana*, *Aegopodium podagraria*, *Brachypodium silvaticum*. Výsledky jsou uvedeny v tab. IV.

Z výsledků izolací na všech stanovištích a u všech zkoumaných rostlin plyne, že ze všech izolovaných hub je *Cylindrocarpon sp.* jediným stálým a dominantním obyvatelem povrchu kořenů. Z vyšší frekvence jeho výskytu na koncových aktivních kořenech a na kořenech ze spodních půdních horizontů lze soudit, že je primárním kolonizátorem mladých přirůstajících kořenových špiček a vyskytuje se až k periférii kořenového systému. Teprve v pozdějším časovém sledu osidluje povrch kořene jiné houby jako *Humicola*, *Torula* a *Penicillium*, řidčeji běžné půdní houby, např. *Mucor*, *Absidia*, *Trichoderma* a *Zygorhynchus*. Celkově počet druhů rostoucích po povrchu kořene v myceliální formě není veliký, což svědčí o určité selektivitě tohoto stanoviště.

Pro význačnou převahu houby *Cylindrocarpon* byla zaměřena pozornost ke studiu izolovaných kultur. Přes značnou variabilitu ve velikosti spor, barvě mycelia, pigmentaci substrátu a přítomnosti chlamydospor, nebyly mezni hodnoty tak rozdílné, aby vybočily z rozmezí udávaného Wollenweberem (1928) pro druh *Cylindrocarpon radiclecola*. Proto byly všechny získané izoláty zahrnuty pod tento druh.

Zajímavým jevem, který lze pozorovat jak v čisté kultuře, tak na povrchu kořenů rostoucích v přirozeném prostředí, je souběžný růst více hyf, splétajících jakési provazce. Garret (1960) je nazývá "mycelial strands" a mají podle jeho názoru značný ekologický význam při udržení životaschopnosti určité houby v půdě a při vyhledávání nového živného substrátu.

Diskuse

Pro získané experimentální údaje lze nalézt určitou podporu v řadě prací (Harley, Waid, 1955, Kürbis, 1937, Manka, Truszkowska, 1958, Stenton, 1958, Čatská, Macura, Vágnerová, 1960, Katznelson, 1960, Waid, 1960), jejichž autoři též získali *Cylindrocarpon radiclecola* jako jednu z nejčastějších hub na povrchu kořenů a v jejich rhizosféře. *Cylindrocarpon* přitom není ovšem druhem, který by byl vázán jen na rhizosféru rostlin, neboť se vyskytuje též v nerhizosférické půdě (vlastní pozorování, ústní sdělení dr. Fassatiové a údaje v literatuře), avšak s daleko menší frekvencí.

Za zmínku stojí i to, že *Cylindrocarpon* byl často považován různými fytopatology, zabývajícími se chorobami podzemních částí rostlin, za parazita. Je možné, že se v těchto případech jedná o omyl, vzniklý při izolaci parazita; v případě parazita majícího komplikovanější nároky na živiny vyrostl místo něho *Cylindrocarpon*, normálně přítomný na povrchu zdravého kořene. Není však vyloučeno ani to, že za určitých podmínek přechází pro rostlinu normálně neškodný *Cylindrocarpon* na parazitický způsob života. Je totiž příbuzný parazitickému rodu *Fusarium* a je imperfektním stadiem perfektní saproparazitické houby *Nectria*.

Při srovnání výše citovaných prací s vlastními údaji je zřejmé, že výsledky značně závisejí na použité metodě. Dobře je to patrné v práci Čatské et al. (1960), která používala jednak zředovací metody, jednak očkování omytých kořenů. Zředovací metodou nebyl nalezen žádný *Cylindrocarpon*, na kořenech vyrostl v 27,6 % případů. Podobně je tomu i v jiných pracích (Kürbis, 1937, Katznelson, 1960, Parkinson, Kendrick, 1960). Souvisí to s tím, že *C. radiclecola* se vyskytuje v přirozeném prostředí na povrchu kořenů v aktivní myceliální formě bez hojné sporulace, ačkoliv v izolované čisté kultuře sporuluje silně a brzo. Je možno jej izolovat jen pomocí metody, která odstraňuje spory právě vytvořené a umožňuje plný rozvoj forem v myceliálním stadiu (např. metodou podle Harleyho a Waida).

Z výše uvedených prací a mých pozorování vyplývá, že se *Cylindrocarpon radiclecola* sice vyskytuje též v půdě, ale dává zřejmě přednost růstu na kořenech rostlin. Tato skutečnost není náhodná a Parkinson (1960, p. 52) též říká, že nepovažuje *Cylindrocarpon* za „obyčejnou“ půdní houbu. Tento vzájemný vztah houby a kořenů vyšších rostlin je nepochybně fyziologicky podložen a bude předmětem dalšího studia.

Souhrn

Cylindrocarpon radiclecola je stálou součástí mykoflóry ve vnitřní rhizosféře rostlin. Jeho dominance je zvláště patrná na koncových aktivně rostoucích kořenových špičkách, rozšiřujících oblast kořenového systému dřeviny. Houba samotná se vyskytuje v aktivním myceliálním stadiu po celý rok. Její hyfy se sdružují v provazce, které zajišťují její vyšší životaschopnost v půdním prostředí. Byla zhodnocena variabilita jednotlivých izolátů, které přes svou proměnlivost byly zařazeny do druhu *C. radiclecola* Wr. Dominantní výskyt tohoto druhu na mnoha nejružnějších rostlinách je pozoruhodný, uvážíme-li ohromnou konkurenci dalších půdních mikroorganismů.

Literatura

1. Čatská V., Macura J., Vágnerová K.: Rhizosphere microflora of wheat. III. Fungal flora of wheat rhizosphere. Folia microbiol. 5, 320-330, 1960. —
2. Garrett S. D.: Biology of root-infecting fungi. Cambridge University Press, 1956. —
3. Harley J. L., Waid J. S.: A method of studying active mycelia on living roots and other surfaces in the soil. Trans. Brit. myc. Soc. 38, 104-118, 1955. —
4. Katznelson H.: Observations on the rhizosphere effect. In The ecology of soil fungi, 192-201. Liverpool, 1960. —
5. Kürbis P.: Mykologische Untersuchungen über den Wurzelbereich der Esche. Flora 131, 129-175, 1937. —
6. Maňka K., Truszkowska M.: Próba mykologicznej analizy korzeni świerka (*Picea excelsa* Lk.). Acta soc. bot. Pol. 27, 45-73, 1958. —
7. Martin J. P.: Use of acid, rose

bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. Soil Sci. 69, 215, 1950. — 8. Parkinson D., Kendrick W. B.: Investigation of soil microhabitats. In The ecology of soil fungi, 202-208. Liverpool 1960. — 9. Pugh G. J.: The fungal flora of tidal mud-flats. In The ecology of soil fungi, 202-208. Liverpool 1960. — 10. Stenton H.: Colonisation of roots of *Pisum sativum* L. by fungi. Trans. Brit. myc. Soc. 41, 74-80, 1958. — 11. Thornton R. H.: Growth of fungi in some forest and grassland soils. In The ecology of soil fungi, 84-6. Liverpool 1960. — 12. Waid J. S.: The growth of fungi in soil. In The ecology of soil fungi, 55-75. Liverpool 1960. — 13. Wollenweber H. W.: Über Fruchtformen der Krebs-erregenden Nectriaceen. Zeitsch. f. Parasitenkunde 1, 138-173, 1928.

Доминирующее появление гриба *Cylindrocarpon radiculicola* Wr. на поверхности корней растений

Cylindrocarpon radiculicola представляет постоянную составную часть микрофлоры во внутренней ризосфере растений. Его доминантность в особенности заметна на концевых активно растущих окончаниях, расширяющих область корневой системы древесины. Сам гриб появляется в активной стадии мицелия в течение всего года. Его гифы образуют сплетения, которые обеспечивают его повышенную жизнеспособность в почвенной среде. Была оценена вариантность отдельных изолятов, которые, несмотря на свою изменчивость, были включены в вид *C. radiculicola* Wr. Доминирующее появление этого вида на многих разнообразных растениях достойно внимания, если учесть огромную конкуренцию со стороны дальнейших почвенных микроорганизмов.

The Dominant Occurrence of the fungus *Cylindrocarpon radiculicola* Wr. on the Surface of Plant Roots

Cylindrocarpon radiculicola is a permanent component of the mycoflora in the inner rhizosphere of plants. Its dominance is particularly obvious at the actively growing terminal root tips, extending the region of the root system on the woody plant. The fungus occurs in the active mycelial stage all round the year. Its hyphae associate in strands, which secure higher vitality of the fungus in the soil environment. The author evaluated the variability of the individual isolates, which, in spite of their differences, have been ranked with the species *C. radiculicola* Wr. The dominant occurrence of this species of many various plants is remarkable if the great competition of further soil microorganisms is considered.

FUNKCE RHIZOSFÉRNÍ MIKROFLÓRY V ŽIVOTĚ ROSTLINY

Príspevek k pôsobení nižších hub na růst a obsah minerálních látek vyšších rostlin

К вопросу действия низших грибов на рост и содержание минеральных веществ
высших растений

Beitrag zur Wirkung niederer Pilze auf das Wachstum und den Mineralstoffgehalt
höherer Pflanzen

G. MÜLLER a H. WINKLER

Ústav půdoznalství a mikrobiologie University Karla Marxe, Lipsko

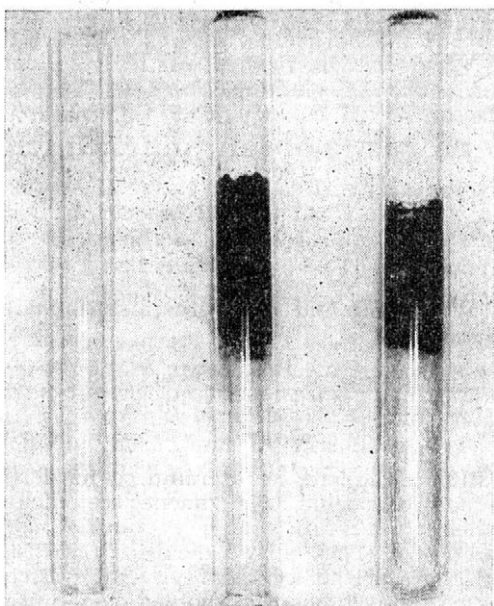
Výšetřování vztahů nižších a vyšších rostlin je úkolem, ke kterému se již delší dobu, zejména v posledních letech, obrací řada badatelů. Přes značné metodické obtíže, které se při zpracovávání těchto problémů vyskytují, bylo i v polních podmínkách opět dokázáno, mezi jinými Berjozovou (1956) a Müllerem (1955/56, 1956/57, 1958/59, 1959), že se mikrofóra půdy charakteristicky mění vlivem vyšších rostlin. Pro studium vlivu nižších rostlin na vyšší je k dispozici, nehledě na práce fytopatologické a studium symbióz, velký počet pozorování, založených hlavně na modelových pokusech. Ve většině případů se autoři, jako Krasilnikov (1939), Kandler (1950/51), Krasilnikov a Garkina (1939) a jiní (Leh, 1960, Müller, 1962, Stille, 1957), omezili na to, že při řešení přirozených kontaktů mezi mikroorganismy a rostlinami v půdě ošetřovali rostliny více nebo méně známými produkty výměny látkové mikrobů nebo pěstovali rostliny a mikroorganismy společně v agarových nebo tekutých kulturách. Ovlivnění vyšších rostlin nižšími bylo hlavně posuzováno podle klíčení, výšky a tvorby sušiny (Bernard, Rempe, Voronkova, 1956, Müller, 1962, Panosjan, Arutjunan, Marsavina, 1961, Pidopličko, Moskověč, Zdanova, 1960, Voznjakovskaja, Šilzowa, 1960). Méně často se bral zřetel, jako u Krasilnikova a spol. (1956) a Ratnera (1956), na vliv mikrobů na obsah látek v rostlinách, naproti tomu se často používalo jako kritéria působení mikrobů na růst kořenů (Kandler, 1950/51, Krasilnikov, Garkina, 1939, Stiller, 1957, Voznjakovskaja, Šilzowa, 1960).

Cílem našich pokusů bylo stanovení vztahů nižších a vyšších rostlin při společné kultivaci v půdě za podmínek, že zkoušený mikroorganismus dosáhne v půdě dominujícího významu a že rostlina má možnost se rozvíjet na poměrně přirozeném substrátu (viz metodika).

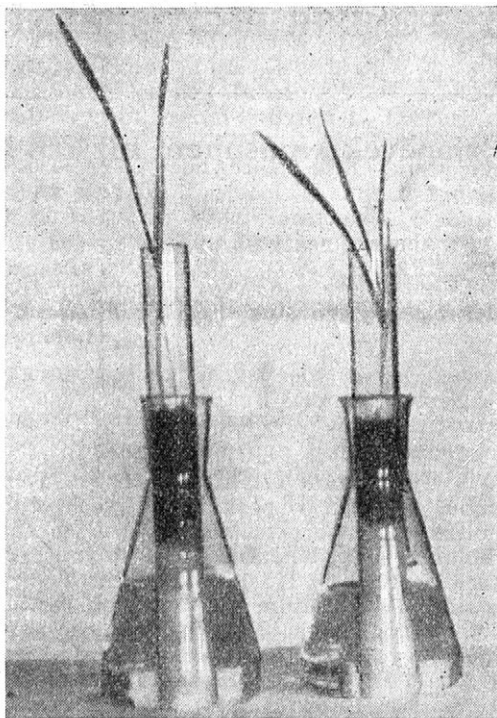
V předložené práci se omezujeme na předložení materiálu analytických dat o vlivu mikroskopické púdní houby (*Monilia sitophila*), která byla v předběžných pokusech velmi účinná při posuzování produkce sušiny a obsahu minerálních látek v ovsu.

Materiál a metodika

Pokusy byly provedeny v rourkách na obou stranách otevřených, asi 20 cm dlouhých a 2 cm v průměru (obr. 1a). Do rourky uzavřené na jednom konci vatovou zátkou přišlo 20 g prosáté písčité půdy s velikostí zrn 0,75–2 mm. Dosud otevřený konec rourky byl po naplnění zazátkován vatovou zátkou, pak se do půdy přidalo tolik vody, aby se dosáhlo 50 % vodní kapacity (obr. 1b). Pak byly rourky sterilovány v autoklávu, kde zůstaly 3 hodiny při 1,2 atm. Po autoklávování byla půda, která byla přezkoušena, zda je sterilní, naočkováána pomocí injekční stříkačky a naočkované místo bylo uzavřeno druhou sterilní vatovou zátkou (obr. 1c). Suspenze spor byla připravena vytřepáním dva dny staré kultury na šikmém agaru v 10 ml vody. Po naočkování byly rourky inkubovány při 27° C, přičemž doba inkubace se pohybovala mezi 0 až 14 dny. Po inkubaci byla půda odstraněním zátky odkryta a do každé rourky byla zaseta dvě předklíčená pečlivě vybraná semena ovsa. Hned na to byly rourky se zbylou vatovou zátkou umístěny do 200 ml Erlenmeyerovy baňky, která byla naplněna destilovanou vodou tak, že stála asi 1,5 až 2 cm pod sloupcem



Obr. 1. Pokusné rourky:
vlevo rourka bez náplně,
uprostřed rourka se zátkou z buničiny
a s půdou,
vpravo rourka po sterilizaci naočkovaná
sporami houby a opatřená dvěma vato-
vými zátkami



Obr. 2. Pokusné rourky po odstranění va-
tových zátek s vysetým ovsem po 10den-
ním růstu

půdy (obr. 2). Tím bylo zaručeno stejnoměrné zásobování vodou rostlin všech rourek. Po 21 dnech byly rostliny sklizeny.

Tím se pokus dělí na sterilní fázi, během níž se v půdě může nerušeně rozvíjet houba a obohacovat půdu svými produkty látkové výměny, a na nesterilní fázi, která začíná výsevem ovsa a končí sklizní.

Až do sklizně zůstaly rostliny ve skleníku. Při sklizni byla stanovena sušina obvyklým způsobem. Pokus byl proveden se 6 paralelami v každé variantě ve třech po sobě jdoucích časových odstupech. V sušině byl stanoven obsah N, P, K a Na. N byl stanoven podle Foerstra (Wiessmann, Nehring, 1960) s použitím kyseliny salicylsírové a natriumthiosulfátu. P sušiny byl stanoven jako fosfomolybdenová modř podle Scheffera a spol. (Scheffer, Ullrich, Benzler, 1960) za použití Pulfrichova fotometru. K a Na byly stanoveny v popelu po rozpuštění v 10% HCl a vysušení. Po novém rozpuštění v 10% HCl byl roztok zfiltrován, filtrát doplněn na určitý objem a množství, K a Na bylo stanoveno plamenometricky. Při vyhodnocení pokusů byl srovnáván vliv doby inkubace a vliv očkování bez ohledu na dobu inkubace proti sterilní nenačkované variantě. V této práci porovnáme nakočkované varianty s nenačkovanými.

Výsledky a diskuse

Tabulka I dává přehled o změnách v tvorbě sušiny a obsahu N, P, K a Na způsobené očkováním půdy testovací houbou.

Z tabulky vyplývá, že očkování působí na výnos sušiny a obsah Na pozitivně, na obsah N a K negativně, zatímco obsah P se téměř nemění. Přírůstek sušiny je biostatisticky dobře průkazný.

Podle získaných hodnot se zdá, že u rostlin očkované varianty se N a K houbou biologicky vážou, a proto nejsou v dostatečném množství k dispozici. Proti tomu mluví jednak to, že přes procentické snížení obsahu N a K dochází ke zvýšení výnosu i zjištění, která jsou uvedena v tabulce II a ukazují celkový příjem živin rostlinami jedné rourky.

I. Působení *Monilia sitophila* na výnos sušiny a obsah minerálních látek v porovnání s nenaočkovanou kontrolou

Výnos sušiny		Obsah v sušině						Na	
		N		P		K			
mg	rel.	%	rel.	%	rel.	%	rel.	%	rel.
očkováno									
37,1	110,75	2,70	87,66	1,08	101,89	3,78	88,32	0,70	134,62
neočkováno									
33,5	100	3,08	100	1,06	100	4,28	100	0,52	100

II. Příjem živin v mg rostlinami jedné rourky

Varianta	Ø příjem rostlinami v rource v mg				
	N	P	K	Na	Na + K
Očkováno	1,02	0,41	1,40	0,26	1,66
Neočkováno	1,03	0,36	1,43	0,17	1,60

Zde se ukazuje, že právě živiny, jejichž procentický obsah v sušině očkované varianty silně klesá (N a K), jsou přijímány v obou variantách téměř ve stejném množství, zatímco o biologické fixaci živin houbou v půdě by bylo možno mluvit jen tehdy, když by ve srovnání s neočkovanou variantou bylo přijato méně živin. V tomto případě tomu tak není. Naproti tomu nelze soudit ze skutečnosti, že N a K jsou přijímány v absolutně stejném množství, že vyšší výnos sušiny očkované varianty je způsoben mobilizací živin, snad ve formě mineralizace dusíkatých látek, resp. uvolnění K z minerálů.

K může být ovšem nahrazen Na v rostlinách očkované varianty, pokud je to možné, takže proti nižšímu obsahu K stojí vyšší obsah Na (tab. I), a suma přijatého K a Na je u obou variant téměř stejná (tab. II). Protože K může být nahrazen Na jen tehdy, když první není v dostatečném množství k dispozici, může se z toho soudit na nedostatek K v očkované variantě. Tomu však odporuje skutečnost, že nelze pozorovat známý vzestup obsahu N, vznikající při vysloveném nedostatku K.

Rovněž je nutno vyloučit možnost, že příčinou vyššího výnosu sušiny je absolutně vyšší příjem P v očkované variantě, protože procentický obsah P se nezměnil. Proto není též možné soudit z rozdílu v příjmu P na změny fyziologických pochodů v rostlině ve směru vyšší tvorby sušiny.

Na základě těchto úvah jsme došli k názoru, že nápadné změny obsahu mine-

III. Vytvořené množství sušiny na mg přijatých minerálních látek

Varianta	mg sušiny na mg živiny			
	N	P	K	Na
Očkováno	36,37	92,93	26,50	144,44
Neočkováno	32,52	93,06	23,42	197,06

ральных látek v testovacích rostlinách jsou způsobeny očkováním půdy testovací houbou. Při tom však nemají pochody, jako biologická fixace a mobilizace, hlavní význam. Spíše se zdá, že produkty výměny látek testovací houby, které mají charakter stimulatorů zvyšují využitelnost rostlinných živin N a K, jak to ukazuje tabulka III.

Rostliny vypěstované na půdě prorostlé testovací houbou byly s to při absolutně stejném množství N a K, při procenticky stejném množství P a při procenticky a absolutně vyšším obsahu Na produkovat více sušiny než kontrolní rostliny nenačkované varianty. To svědčí a tom, že rozdíly v produkci sušiny byly způsobeny produkty metabolismu houby, které zasahují do výměny látek rostlin, příznivě je ovlivňují a tedy mají charakter stimulatorů. Mechanismus působení těchto látek nemohl být v rámci této práce vysvětlen. Výsledky však připouštějí závěry, že půdní organismy, zřejmě vlivem ovlivnění tvorby sušiny, mohou působit svými metabolity na obsah a příjem minerálních látek z půdy. Je však třeba upozornit na to, že tendence, které se ukázaly v našem pokuse, se nemusí vždy objevit, protože lze očekávat, že závisí na druhu mikroorganismu a rostliny.

Souhrn

V modelových pokusech za semisterilních podmínek byl zkoumán vliv mikroskopické houby (*Monilia sitophila*) na tvorbu sušiny a obsah minerálních látek ovesa v době počátečního růstu.

Výsledky lze prokázat významné stoupnutí výnosu sušiny vlivem testovací houby. Obsah minerálních živin byl vlivem houby změněn. V porovnání s neočkovanou kontrolou lze pozorovat u očkované varianty snížení obsahu N a K a zvýšení obsahu Na. Obsah P se po očkování půdy téměř nezměnil.

Pozorované rozdíly jsou považovány za důsledek vlivu aktivních látek vylučovaných testovací houbou.

Je ukázána možnost, že vedle známých faktorů ovlivňujících příjem živin rostlinou, zde mohou působit i produkty látkové výměny půdních organismů.

Literatura

1. Berjosova J. F.: Agrobiologija 6, 22–28, 1956. — 2. Bernard W. W., Rempe J. Ch., Voronkova J. A.: Dokl. VASCHNIL 21, 12, 3–8, 1956. — 3. Kandler C.: Arch. f. Mikrobiol. 15, 430–433, 1950/51. — 4. Krasilnikov N. A.: Mikrobiologija 8, 523–532, 1939. — 5. Krasilnikov N. A., Garkina N. R.: Mikrobiologija 8, 952–958, 1939. — 6. Krasilnikov N. A., Kotel'jov W. N.: VAN SSSR 110, 858–861, 1956. — 7. Leh H. O.: Z. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 88 (133), 129–147, 1960. — 8. Müller G.: Wiss. Z. der Humboldt-Universität Math.-Nat. Reihe, 191–230, 1955/56. — 9. Müller G.: ebenda 5: 297–320, 1955/56. — 10. Müller G.: ebenda 6: 563–578, 1956/57. — 11. Müller G.: ebenda 8: 667–681, 1958/59. — 12. Müller G.: Zbl. Bact. etc. II. Abt. 111, 44–78, 1959. — 13. Müller H.: Archiv Mikrobiol. 41, 351–382, 1962. — 14. Panosjan A. K., Arutjunian R. S., Marsavina Z. V.: DAN Armjan. SSR 33, 73–77, 1961. — 15. Pidopličko N. M., Moskověč V. S., Ždanova N. N.: Mikrobiol. žurn. 22, 15–20, 1960. — 16. Ratner J. J., Dobrochotova I. N.: Fisiol. rastenij 3, 101–109, 1956. — 17. Scheffer F., Ullrich B., Benzler J. H.: Landw. Forschung 13, 191–200, 1960. — 18. Stiller B.: Archiv Mikrobiol. 26, 71–82, 1957. — 19. Voznjakovskaja J. M., Šilzowa G. K.: Agrobiologija 205–209, 1960. — 20. Wiessmann–Nehring: Agrikulturchemisches Praktikum 1960.

К вопросу действия низших грибов на рост и содержание минеральных веществ высших растений

На модельных опытах в полустерильных условиях испытывалось влияние микроскопического гриба (*Monilia sitophila*) на образование сухого вещества и содержание минеральных веществ овса в период начального роста.

Результатами можно доказать существенное повышение выхода сухого вещества под влиянием тест-гриба. Содержание минеральных питательных веществ под влиянием гриба было изменено. По сравнению с непривитым контролем можно наблюдать у привитого варианта понижение содержания N и K и повышение содержания Na. Содержание P после бактеризации почвы почти не изменилось.

Наблюдаемые различия считаются последствием влияния активных веществ, выделяемых тест-грибом.

Приводится возможность, что наряду с известными факторами, влияющими на прием питательных веществ растением, в данном случае могут действовать и продукты обмена веществ почвенных организмов.

Beitrag zur Wirkung niederer Pilze auf das Wachstum und den Mineralstoffgehalt höherer Pflanzen

In Modellversuchen wurde unter halbsterilen Bedingungen die Wirkung eines mikroskopischen Bodenpilzes (*Monilia sitophila*) auf die Trockensubstanzbildung und den Mineralstoffgehalt von Hafer im Jugendwachstum untersucht.

An Hand der Ergebnisse läßt sich nachweisen, daß durch den Testpilz der Ertrag an Trockensubstanz signifikant erhöht wird. Der Mineralstoffgehalt der Pflanzen wurde unter dem Einfluß des Pilzes verändert. Im Vergleich zur unbeimpften Kontrolle ließ sich bei den beimpften Varianten eine Verminderung des N- und K-Gehaltes und eine Erhöhung des Na-Gehaltes beobachten. Der P-Gehalt sprach auf die Inokulation des Bodens kaum an.

Die aufgetretenen Unterschiede werden auf die Wirkung der durch den Testpilz ausgeschiedenen aktiven Stoffe zurückgeführt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, daß neben den bekannten, die Mineralstoffaufnahme durch die Pflanzen beeinflussenden Faktoren auch Stoffwechselprodukte von Bodenorganismen eine Rolle spielen können.

Xanthomonas fuscans (Burkholder) Burk. v rhizosféře fazole (*Phaseolus vulgaris* L.)

Xanthomonas fuscans (Burkholder) Burk. в ризосфере фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.)

Xanthomonas fuscans (Burkholder) Burk. in the Rhizosphere of the common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Jaromír LASÍK, Miloslav STANĚK

Mikrobiologický ústav ČSAV, oddělení půdní mikrobiologie, Praha

Význam studia osídlování rhizosféry saprofytními mikroorganismy a parazity kořenů byl zdůvodněn v pracích mnoha autorů (Buxton, 1960, Holding, 1960, Vágnerová, Macura, Čatská, 1960, Lochhead, 1961). Dosud však chybí podrobnější údaje o tom, zda rhizosféru osídluje i mikroorganismy způsobující choroby nadzemních částí rostlin.

Původci onemocnění listů a plodů infikují nebo kontaminují semena v době zrání. Je otázka, zda mohou tyto mikrobi osídlit po zasetí semen do půdy povrch kořenů a rhizosféry a zda mohou jako saprofyt ovlivnit růst a zdravotní stav vyšších rostlin. Z fytopatogenních bakterií, které způsobují choroby listů a plodů, jsme zvolili pro studium osídlování rhizosféry bakterii *Xanthomonas fuscans* (Burkholder) Burk. (Burkholder, 1959), původce skvrnitosti fazole, často označovanou také starším názvem *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* (Burk.) Starr et Burk. Její buňky totiž produkují do některých živných prostředí tmavý pigment, čehož lze využít ke snadnému stanovení množství této bakterie v rhizosféře mikrobiologickou kultivační metodou.

Materiál a metodika

Kmen *Xanthomonas fuscans* jsme izolovali v říjnu 1961 ze semen fazole odrůdy Orion, vypěstované v Ruzyni. Výskyt této bakterie v ČSSR dosud nebyl popsán. Zjištěné morfologické, fyziologické a patogenní vlastnosti izolátů se shodovaly s popsányými druhovými znaky *X. fuscans*. K pokusům jsme používali suspenze bu-

něk čtyřdenní kultury bakterie na škrobovém agaru. Semena fazole a jiných rostlinných druhů jsme kontaminovali suspenzí buněk *X. fuscans* a zjišťovali jejich množství na povrchu klíčících semen, kořenů rostlin a v rhizosférní půdě. Celkové množství bakterií jsme stanovili na Taylorově živném mediu s glukózou, půdním a kvasničným extraktem a na škrobovém agaru. Poměrné zastoupení *X. fuscans* v celkovém množství bakterií jsme určili na těchže mediích podle množství typicky pigmentujících kolonií. Působení bakterií na rostliny jsme sledovali ve skleníkových vegetačních nádobových pokusech v půdě a v pokusech *in vitro* konaných za aseptických podmínek ve sterilním Hellriegelově živném roztoku. Tímto způsobem jsme v pokusech *in vitro* také získali živný roztok, obsahující kořenové výměšky fazole pro zjišťování rozvoje *X. fuscans* v prostředí s kořenovými výměškami jako jediným zdrojem energie. Ke zjišťování toxických účinků metabolitů *X. fuscans* jsme použili filtráty kultury této bakterie, pěstované v mediu s kořenovými výměškami fazole, popřípadě v živném roztoku se škrobem. Filtráty jsme ředili vodou v poměru 1:1, 1:9 a 1:99 a stanovili jejich vliv na energii klíčení semen fazole a na změnu reverzibilního zavadání v irreverzibilní (rostliny pěstované v roztocích jsme uložili na 1 až 4 hodiny na filtrační papír a sledovali schopnost buněk listových tkání obnovit turgor).

Výsledky a diskuse

Buňky *X. fuscans* se pomnožují na povrchu uměle kontaminovaných semen a osídlují povrch kořenů (tab. I).

I. Rozvoj bakterie *X. fuscans* na semenech a kořenech klíčících rostlin fazole ve vlhké komůrce

Varianta	Počty bakterií a <i>X. fuscans</i> na povrchu 1 semene (v mil.)					Počty na kořenech (mil./g suš.)
	stáří ve dnech					6
	0	1	2	4	6	
Bakterie <i>X. fuscans</i>	semena kontaminovaná					
	0,004	2,44	4,55	4,90	5,09	619
	0,003	1,96	1,46	1,35	1,27	147,4
Bakterie <i>X. fuscans</i>	semena nekontaminovaná					
	0,001	0,006	2,59	3,30	3,65	61,33
	0	0	0	0	0	0

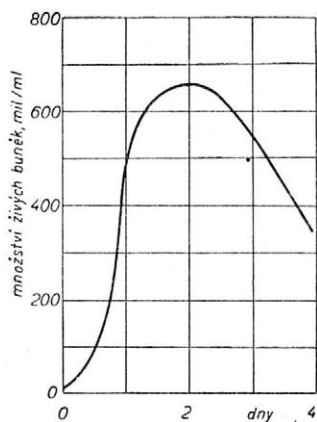
V nádobových pokusech, v nichž byla kontaminovaná semena fazole odrůdy Borčický zlatý roh vyseta do hnědozemní půdy (Ruzyně), byla *X. fuscans* zjištěna na kořenech a 7. den po vysetí představovala 52 % bakteriální flóry. Její relativní výskyt se na povrchu kořenů však snižoval a 15. den činil jen 17 % celkového množství bakterií. Současně se ve výskytu projevil zřetelný rhizosférní efekt. V rhizosférní půdě činil 7. den podíl *X. fuscans* 20 % bakteriální populace, v půdě *X. fuscans* nalezena nebyla. Růst *X. fuscans* na povrchu kořenů je umožněn schopností bakterie využívat kořenové výměšky jako zdroj energie, neboť bylo zjištěno, že roste dobře v Hellriegelově roztoku, který obsahoval kořenové výměšky fazole (graf 1).

Rozvoj *X. fuscans* na kořenech nebyl ve většině případů provázen viditelnými symptomy onemocnění. Vzcházení a růst rostlin pěstovaných v půdě byly však zřetelně inhibovány. Rostliny vyrostlé z kontaminovaných semen byly nižší, plocha jejich listů byla menší. Toto inhibiční působení *X. fuscans* se změnilo v toxické, jestliže byly rostliny oslabeny. Příkladem byla změna reverzibilního zavadání v irreverzibilní u rostlin vyrostlých ze semen kontaminovaných *X. fuscans*, která osídlo-

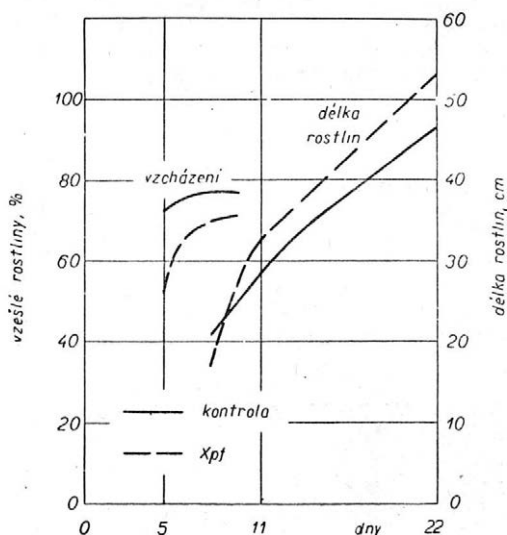
II. Vliv bakterie *X. fuscans* na změnu reverzibilního zavádání rostlin fazole v irreverzibilní

	Počet rostlin (v %)		
	zdravých	zavadlých	
		částečně	zcela
Rostliny kontrolní	92,5 ± 0,29	7,5 ± 0,30	0
Rostliny s <i>X. fuscans</i> v rhizosféře	17,5 ± 1,01	51,8 ± 5,50	30,7 ± 6,55

vala kořeny. Při značném snížení vlhkosti půdy po dobu 36 hodin nabyly kontrolní rostliny po 24 hodinách většinou původní turgor, zatímco rostliny ovlivněné *X. fuscans* zůstaly zavadlé (tab. II).



Graf 1. Růst *X. fuscans* v Hel. roztoku obsahujícím kořenové výměšky fazole jako zdroj C



Graf 2. Vliv *X. fuscans* na vzházení a růst rostlin fazole odrůdy Ostravská tyčová

Inhibiční účinek *X. fuscans* na růst fazole byl dokázán i v pokusech *in vitro* (tab. III). Po dobu těchto pokusů zůstaly rostliny zdravé. Usuzovali jsme proto, že *X. fuscans* osídlující povrch kořenů produkuje inhibiční, případně toxické látky, které ovlivňují růst a zdravotní stav rostlin. Tento předpoklad byl potvrzen zjištěním, že filtráty *X. fuscans*, pěstované v prostředí s kořenovými výměškami a v mediu obsahujícím škrob, snižují energii klíčení semen fazole (z 21 % na 0–2 % po 24 hodinách při 27° C), nepříznivě ovlivňují růst rostlin (délka rostlin po 14 dnech kultivace byla snížena o 60–70 %) a způsobují změnu reverzibilního zavádání v irreverzibilní (částečně zavadlé rostliny v mediu s filtrátem kultury *X. fuscans* většinou uhynuly, kontrolní rostliny pěstované v roztoku kořenových výměšků pokračovaly ve vegetaci). Reděním filtrátů v poměru 1 : 9 se účinek metabolitů *X. fuscans* podstatně snížil.

K osídlení rhizosféry *X. fuscans* a k inhibičním a toxickým účinkům jejich metabolitů dochází pouze za určitých podmínek. V jednom z nádobových pokusů jsme použili ornici z degradované černozemě (Čáslav 51,69 % absolutní vodní kapacity podle váhy). *X. fuscans* vymizel z rhizosféry fazole již 5. den po zasetí semen. Počáteční inhibice vzházení a růstu se změnila v stimulaci (graf 2). Nepříznivé účinky metabolitů saprofytický žijícího parazita v rhizosféře je třeba odlišit od prů-

III. Váha sušiny kořenů a nadzemních částí 14 dnů staré fazole, pěstované za aseptických podmínek v monobakteriální kultuře s *X. fuscans*

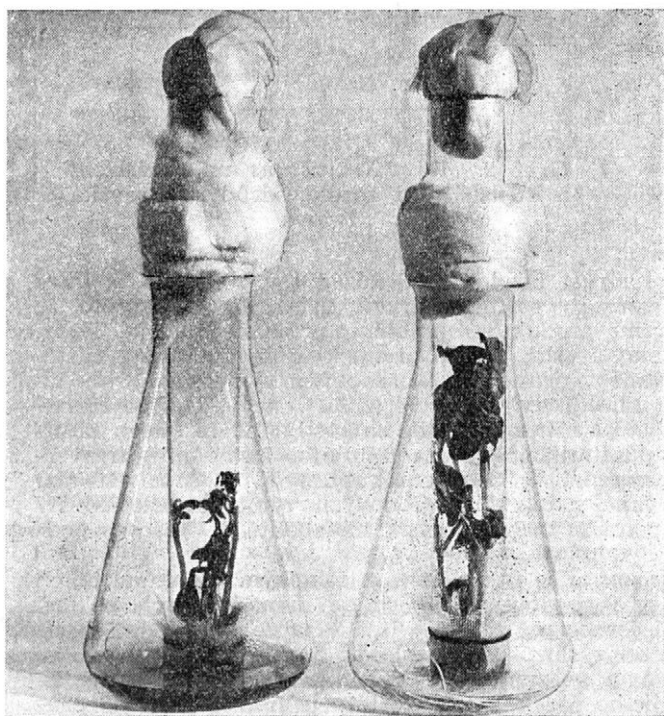
	Průměrná váha sušiny 1 rostliny (v mg)		
	kořeny	zelená část	celé rostliny
Kontrolní rostliny	34 ± 3,7	146 ± 11,7	180
<i>X. fuscans</i> v živném roztoku	15 ± 2,1	83 ± 7,3	98

vodních symptomů onemocnění, které se projevuje skvrnami na bázi osy a na listech. K infekci zelené části rostlin může dojít v době vzházení a později při vyšší vzdušné vlhkosti. Při prudkém průběhu mohou příznaky choroby zcela překrýt účinky metabolitů produkovaných bakterií vně kořenů.

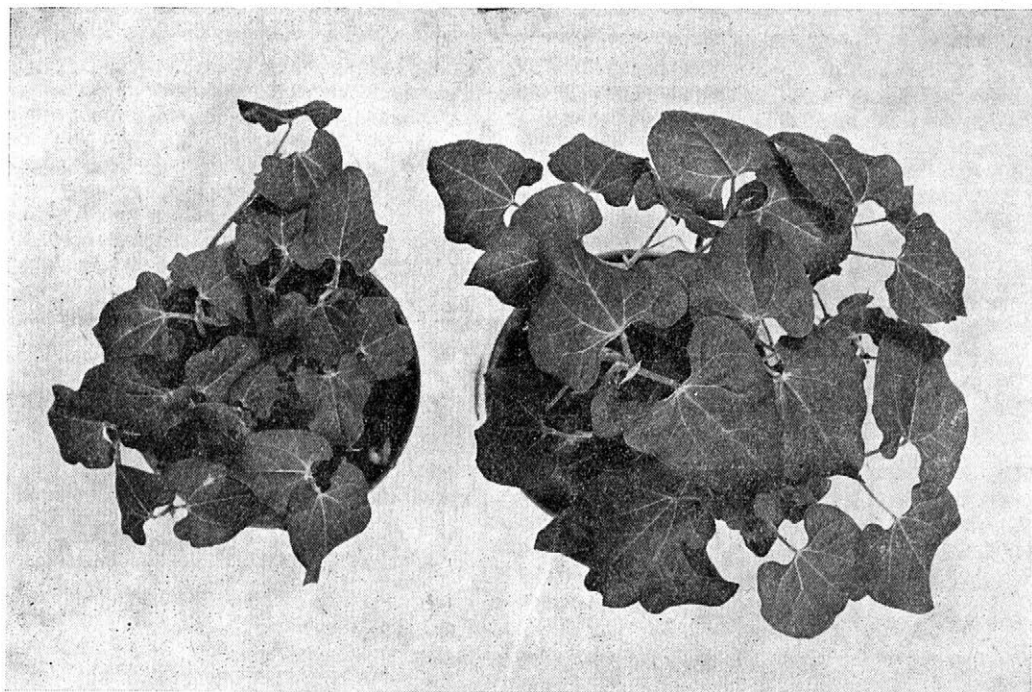
X. fuscans se považuje za parazita s úzkým hostitelským okruhem. Jelikož jsme zjistili, že se vyskytuje v rhizosféře hrachu, lupiny, vikve a jiných rostlin, domníváme se, že při saprofytickém způsobu života není výskyt tohoto specializovaného parazita vázán pouze na prostředí dosud známých hostitelských rostlin.

Souhrn

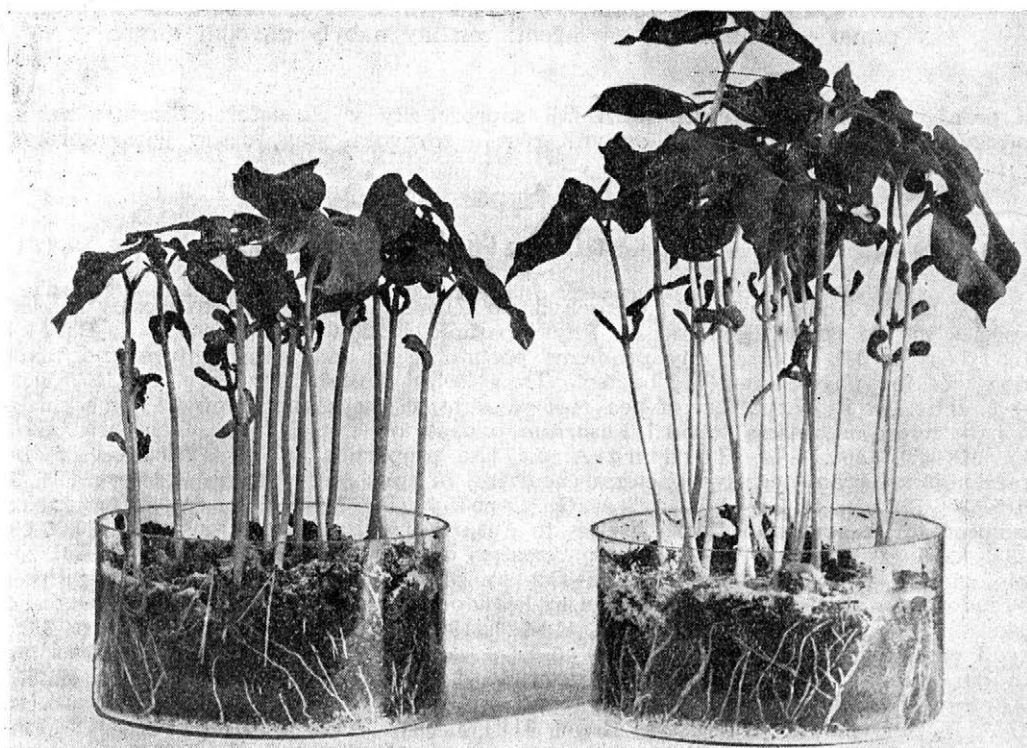
Byl popsán výskyt bakterie *Xanthomonas fuscans* (Burk.) Burk. v ČSSR. Bakterie roste na povrchu kontaminovaných semen a osídluje povrch kořenů. V prostředí s kořenovými výměšky fazole produkuje toxickou látku, inhibující klíčení semen, růst kořenů i nadzemních částí rostliny. V podmínkách, za nichž nedochází k onemocnění listů, se projevuje pouze inhibiční vliv metabolických produktů bakterie, osídlující rhizosféru. Při dočasném snížení vlhkosti půdy působí metabolity bakterie změnu reverzibilního zavadání rostlin v irreverzibilní. Studium osídlování kořenů fazole *X. fuscans* je prvním příspěvkem k výzkumu vztahů mezi rostlinami



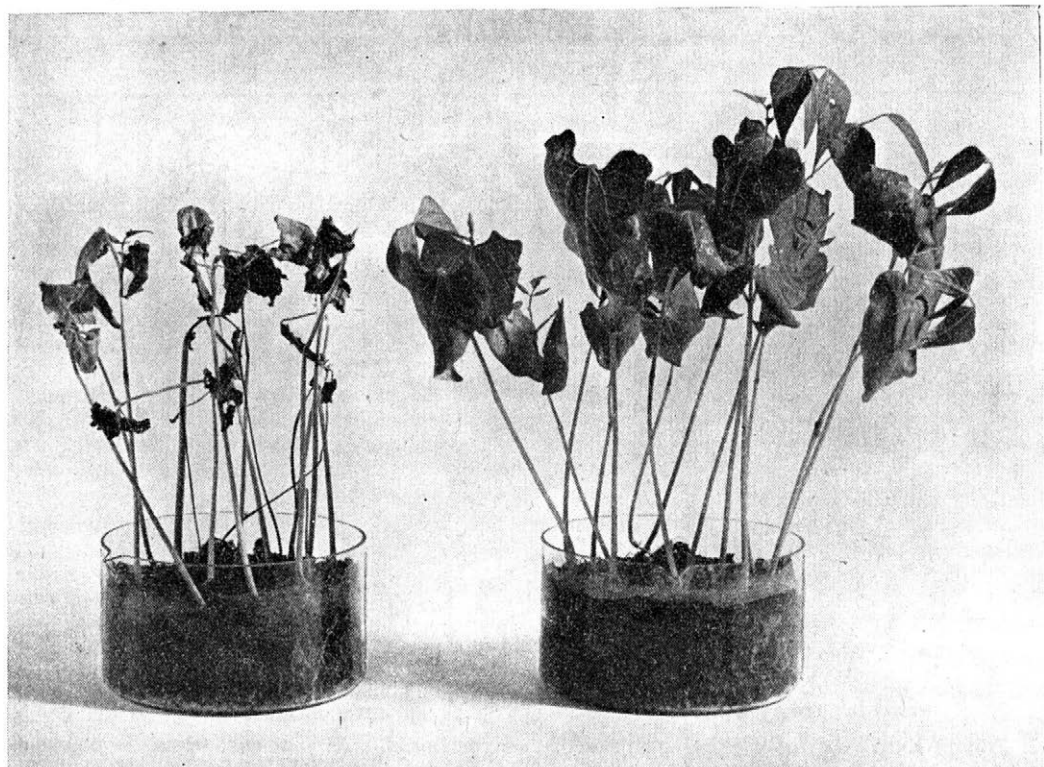
1 Vliv metabolitu *Xanthomonas fuscans* na růst fazole „Zlatý roh“; vlevo — pokusná varianta, pravo — kontrolní varianta



2. Forma listů rostlin, v jejichž rhizosféře se rozmnožila *X. fuscans*; vlevo — pokusná varianta s *X. fuscans* v rhizosféře, vpravo — kontrolní varianta



3. Výška rostlin, v jejichž rhizosféře se rozmnožila *X. fuscans*; vlevo — pokusná varianta s *X. fuscans* v rhizosféře, vpravo kontrolní varianta



4. Vlevo irreversibilně zavadlé rostliny, v jejichž rhizosféře se rozmnožila *X. fuscans*; v pravo — kontrola po zavlhčení; rostliny nabyly původní turgor

a parazity nadzemních částí, kteří žijí saprofytický v rhizosféře. Ukazuje se, že někteří parazité mohou vážně ovlivnit růst a zdravotní stav rostlin jako saprofyti osídlují povrch kořenů.

Literatura

1. Burkholder W. H.: Carbohydrate fermentation by certain closely related species in the genus *Phytophthora*. *Phytopathology* 22, 699-707, 1932. — 2. Burkholder M. H.: Present day problems pertaining to the nomenclature and taxonomy of the phytopathogenic bacteria. *Omagu lui Traian Savulescu*. 119-127, 1959. — 3. Buxon E. W.: Effect of pea root exudate on the antagonisms of some rhizosphere micro-organisms toward *Fusarium oxysporum* f. *pisii*. *Jour. Gen. Microbiol.* 22, 678-689, 1960. — 4. Holding A. J.: The properties and classification of the predominant gram-negative bacteria occurring in soil. *Journ. Appl. Bacteriol.* 23, 3, 515-525, 1960. — 5. Lochhead A. G., Cook F. D.: Microbial growth factors in relation to resistance of flax varieties to *Fusarium* wilt. *Canad. Jour. Bot.* 39, 6-19, 1961. — 6. Ordin A. P.: Mikroflora rizosfery i korněj kulturnych rastěnij. *Mikrobiologia* 30, 679, 1961. — 7. Teliz-Ortiz M., Burkholder W.: A strain of *Pseudomonas fluorescens* antagonistic to *Pseudomonas phaseolica* and other bacterial plant pathogens. *Phytopathology* 50, 119-123, 1960. — 8. Téšić Ž. P.: *Bacterium phaseoli* var. *fuscans* (Burk.) Burk. 1930. A rare variety of phytopathological bacterium in our country. *Ann. Fac. Agron. Beograd.* 2: 103, 1949. — 9. Thomas H. R.: *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* found on beans in the intermountain states in 1947. *U. S. Dept. Agr. Plant Dis. Repr.* 31, 173, 1947. — 10. Vágnerová K., Mačura J., Čatská V.: Rhizosphere microflora of wheat I. *Folia microbiol.* 5: 298-310, 1960.

Xanthomonas fuscans (Burkholder) Burk. в ризосфере фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.)

В работе описывалось появление бактерий *Xanthomonas fuscans* (Burk.) Burk. в ЧССР. Бактерии растут на поверхности контаминированных семян и заселяют поверхность корней. В среде с корневыми выделениями фасоли бактерия продуцирует токсическое вещество, ингибирующее прорастание семян, рост корневой системы и надземной части растения. В условиях, при которых еще не происходит заболевания листьев, проявляется только ингибирующее влияние метаболитических продуктов бактерий, заселяющих ризосферу. При временном понижении влажности почвы метаболиты бактерий вызывают переход реверсивного увядания растений в ирреверсивное. Изучение заселения корней фасоли *X. fuscans* является первым вкладом в изучение отношений между растениями и паразитами надземных частей, которые живут сапрофитно в ризосфере. Оказалось, что некоторые паразиты могут серьезно влиять на рост и состояние здоровья растений в качестве сапрофитов, заселяющих поверхность корней.

Xanthomonas fuscans (Burkholder) Burk. in the Rhizosphere of the common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

There is a description of the occurrence of bacteria *Xanthomonas fuscans* (Burk.) in Czechoslovakia. The bacteria grow on the surface of contaminated seeds and inhabit the root surface. In an environment with root excretions of the common bean they produce a toxic substance, which inhibits the germination of seeds, the growth of roots, and of the overground parts of the plant. In conditions in which the leaves are not affected there appears only the inhibitory effect of the metabolic products of the bacteria colonizing the rhizosphere. In the case of a temporary decreasing of soil moisture the metabolites of the bacteria cause a change of the reversible wilting of the plants into an irreversible wilting. The study of the colonization of the roots of the bean *X. fuscans* is the first contribution to the investigation of the relations between plants and the parasites of the overground parts living saprophytically in the rhizosphere. It was shown that some parasites colonizing the root surface as saprophytes may severely influence the growth and the state of health of plants.

Кlíčení chlamydospor houby *Ustilago zae* (Beckm.)

Unger v rhizosféře kukuřice

Прорастание хламидоспор гриба *Ustilago zae* (Beckm.) Unger в ризосфере кукурузы

The Germination of Chlamydospores of the Fungus *Ustilago zae* (Beckm.) Unger in the Rhizosphere of Maize

Miloslav STANĚK

Mikrobiologický ústav ČSAV, oddělení půdní mikrobiologie, Praha

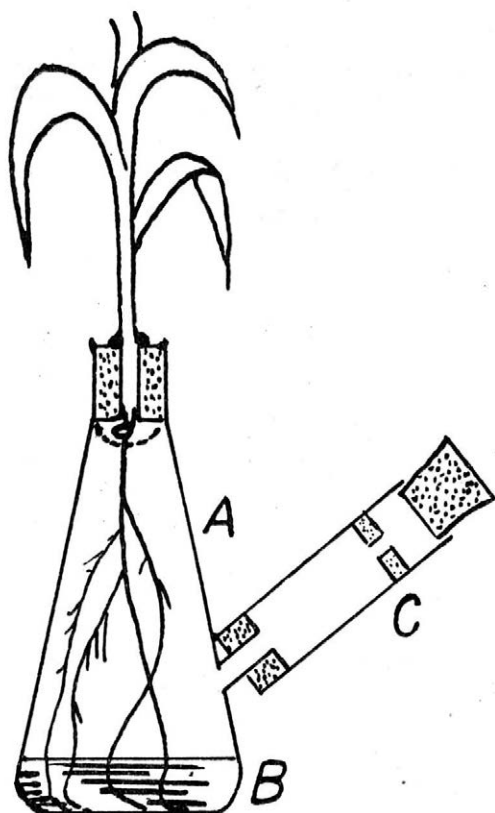
V předchozím sdělení (L a s í k, S t a n ě k, 1962) bylo prokázáno, že někteří parazité nadzemních částí rostlin mohou osídlit povrch kořenů z kontaminovaných semen a ovlivnit růst i zdravotní stav rostlin. Parazitě listů a plodů se mohou dostat do styku s rostoucími kořeny i tehdy, když byly zapraveny do půdy např. ve zbytcích napadených rostlin. Někteří z nich vytvářejí trvalé spory, které se mohou v půdě vyskytovat ve velkém množství. Z praktického hlediska je důležité zjistit chování spor v okolí kořenů a vliv rhizosférodního efektu na stupeň zamoření půd těmito parazity. U některých druhů hub parazitujících na kořenech rostlin byl totiž zjištěn příznivý vliv kořenových výměšků na klíčení spor, které je jinak v půdě inhibováno fungistatickými účinky půdního roztoku (Jackson, 1957, Zentmyer, 1960, Dukes, Apple, 1961, Nash, Christon, Snyder, 1961, Schroth, Snyder, 1961). Ke studiu otázky, zda kořeny rostlin ovlivňují stejným způsobem i spory nadzemních částí rostlin, jsme zvolili houbu *Ustilago zae* (Beckm.) Unger,

původce snětivosti kukuřice. Je známo, že chlamydospory této houby klíčí velmi dobře v mediu obsahujícím organické látky (Staněk, Ujevič, 1958) a v atmosféře s 15 % CO₂ (Platz, Durell, Howe, 1927). V některých půdách může menší část spor přezimovat. Klíčení chlamydospor v půdě je inhibováno; spory klíčí podstatně lépe v okolí semen zasetych do půdy (Staněk, Ujevič, 1958).

Materiál a metodika

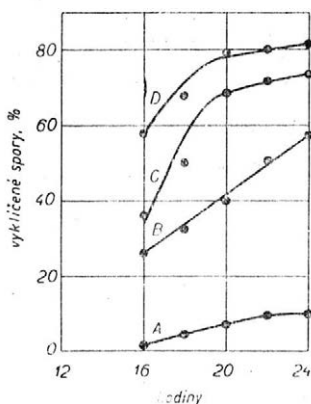
Chlamydospory *U. zae* byly získány za aseptických podmínek z mladých snětivých nádorů odebraných z uměle infikovaných rostlin (Ujevič). Sklíčkovou metodou (modifikace Rossi–Cholodnyho metody) bylo studováno jejich klíčení v půdě a okolí kořenů. Semena kukuřice odrůdy Český bílý zub byla vyseta do půdy typu černozemního z Líbeznice. K 2–8 dnů starým rostoucím kořenům byla přikládána na 2–4 dny sklíčka s rozetřenou suspenzí chlamydospor na povrchu. Preparáty byly fixovány po vyjmutí z půdy a barveny karbolfuchsinem. Mikroskopicky bylo stanovováno procento vyklíčených a rozložených chlamydospor v okolí kořenů a v půdě. Pokus byl několikrát opakován s různými půdami, odrůdami kukuřice a semeny pšenice odrůdy Česká přesívka.

K analýze účinků metabolitů kořenů na klíčení chlamydospor bylo použito syntetického agarového živného media, které svým složením (aminokyseliny, orga-



Obr. 1. Nádoba pro stanovení účinků plyných metabolitů kořenů na klíčení spor hub.

- A — prostor, ve kterém kořeny produkují plyny
- B — živný roztok podle Hellriegela
- C — komůrka pro sklíčka se suspenzí spor



Graf 1. Klíčení chlamydospor houby *U. zae* v destilované vodě (A), v živném mediu obsahujícím aminokyseliny, organické kyseliny a cukry (B), v destilované vodě v atmosféře s 15 % CO₂ (C) a v živném mediu v atmosféře CO₂ (D).

nické kyseliny a cukry) odpovídalo složení kořenových výměšků (Vančura, Hovadík, 1962). Chlamydospory klíčí na této živné půdě a na vodním agaru byly vystaveny plynům unikajícím z rostoucích kořenů (obr. 1), atmosféře obsahující cca 15 % CO₂ a plynům z kořenů kukuřice zbavených CO₂ pomocí KOH.

Mykolytické vlastnosti kmenů, izolovaných z rhizosféry kukuřice a z půdy byly zjišťovány jednoduchým testem na sladinkovém agaru. Na povrch misek naočkovaných suspenzí konidií *U. zae* (vlastní izolát z jedné sporidie) byly bodově inokulovány izoláty bakterií a misky uloženy do vlhké komůrky při teplotě 27° C. V každé pokusné variantě bylo pracováno se 150 izoláty neselektivně odebranými z kolonií vyrostlých na Taylorově živném mediu při mikrobiologické analýze rhizosféry a půdy. Lytická schopnost izolátů byla hodnocena makroskopicky, ve sporých případech mikroskopicky.

Výsledky a diskuse

Skříčkovou metodou bylo zjištěno, že chlamydospory *U. zae* klíčí na povrchu a v okolí mladých kořenů kukuřice mnohem lépe než v půdě. Nejrychleji klíčí chlamydospory v okolí kořenů nedaleko semen. Pozitivní rhizosférický efekt se projevoval do vzdálenosti 0,5–2 mm od povrchu kořenů. Velmi dobře klíčily chlamydospory i v okolí semen a koleoptile, v půdě klíčily jen ojediněle (tab. I). Vyklíčené sporidie se poměrně rychle rozkládaly činností mykolytických bakterií. Nejrychleji byly sporidie i chlamydospory ničeny v okolí semen.

V pokusech *in vitro* se podařilo dokázat, že k stimulaci klíčení chlamydospor *U. zae* v rhizosféře přispívají svými účinky plynné i ve vodě rozpustné metabolity kořenů. Nejvíce působily plyny produkované kořeny (graf 1). Výsledky pokusu, ve kterém byla zjišťována energie klíčení chlamydospor v atmosféře s obsahem 15 % CO₂ a v atmosféře s obsahem plynů unikajících z kořenů bez CO₂ dokazují, že stimu-

I. Klíčení a rozklad chlamydospor houby *U. zae* na povrchu semen, v rhizosféře kukuřice a v půdě

Doba uložení chlamydospor v půdě (dny po zasetí semen)	Procento chlamydospor <i>U. zae</i>					
	vyklíčených			rozložených		
	na povrchu	v rhizosféře	v půdě	na povrchu	v rhizosféře	v půdě
0–2	23,0	—	0,025	ojediněle	—	0
2–4	22,7	20,5	0,05	0,85	3,55	0
4–8	22,3	20,2	0,125	14,2	12,4	0

II. Vliv CO₂ produkovaného kořeny kukuřice na klíčení chlamydospor *U. zae*

Ukazatel	Procento vyklíčených chlamydospor 14 hod. při 27 °C			
	na vzduchu	v atmosféře obsahující plyny unikající z kořenů	v atmosféře obsahující plyny unikající z kořenů bez CO ₂	v atmosféře obsahující 15 % CO ₂
Chlamydospory klíčí v H ₂ O	2,9	55,8	3,0	54,4
Chlamydospory klíčí v syntetickém živném mediu	19,7	80,2	13,0	80,0

III. Mykolytická aktivita bakterií v rhizosféře kukuřice a v půdě

	Procento kmenů bakterií lysujících sporidie <i>U. zae</i>				Procento kmenů bez lytické aktivity
	silně	středně	slabě	celkem	
Bakterie izolované z rhizosféry kukuřice	7,0	19,0	20,5	46,5	53,5
Bakterie izolované z půdy	0,6	2,7	15,7	19,0	81,0

látozem klíčení chlamydospor v rhizosféře kukuřice je kyslíčnick uhlíčitý (tab. II). Ve srovnávacím pokusu klíčilo menší procento chlamydospor *U. zae* v rhizosféře pšenice než v rhizosféře kukuřice. Není proto vyloučeno, že kořeny kukuřice produkují také specificky účinné látky.

Testováním bakteriálních kmenů izolovaných z rhizosféry kukuřice a z půdy bylo zjištěno, že v rhizosféře kukuřice se vyskytuje podstatně více bakterií schopných lyzovat sporidie *U. zae* než v půdě.

Zjištění příznivého účinku metabolitů kořenů na klíčení chlamydospor *U. zae* je v souladu s pozorováním autorů, kteří studovali rhizosférický efekt u parazitických i saprofytických hub (Zentmyer, 1960, Dukes, Apple, 1961). Také účinek antagonistických bakterií na snět kukuřičnou byl již několikrát popsán (Bamberg, 1930, Čatská, 1957) a rovněž nález mykolytických bakterií v rhizosféře kukuřice odpovídá starším údajům (Berjózova, 1939, Nikitina, 1958). Z výsledků studia rozvoje *U. zae* v rhizosféře kukuřice vyplývá, že jedním z faktorů, které zamezují napadení kořenů kukuřice snětí, jsou mykolytické bakterie (Chudjakov, 1935). Stimulace klíčení chlamydospor *U. zae* a jejich rychlé zničení v rhizosféře urychluje očištění půdy od této parazitické houby. Při častém pěstování kukuřice na pozemcích nehrozí proto nebezpečí zamořování půd snětí jejím pomnožením na povrchu kořenů.

Souhrn

Chlamydospory houby *Ustilago zae* (Beckm.) Unger klíčí v rhizosféře kukuřice mnohem lépe než v půdě. Klíčení stimuluje plynné i ve vodě rozpustné metabolity kořenů. Nejvydatněji stimuluje klíčení kyslíčnick uhlíčitý. Vykličené sporidie podléhají snadno rozkladu. Z rhizosféry kukuřice byl vyizolován větší počet kmenů mykolytických bakterií než z půdy. Stimulace klíčení chlamydospor a jejich rychlé zničení v rhizosféře urychluje očištění půdy od této parazitické houby.

Literatura

1. Bamberg R. H.: *Phytopathology* 20, 140, 1930. — 2. Berjózova E. F.: *Mikrobiologija* 8, 2, 1939. — 3. Čatská V.: *Čsl. mikrobiol.* 2, 318-323, 1957. — 4. Dukes P. D. Apple J. L.: *Phytopathology* 5, 195-196, 1935. — 5. Chudjakov J. P.: *Mikrobiologija* 4, 2, 1935. — 6. Jackson R. M.: *Nature* 180, 96-97, 1957. — 7. Lasík J., Staněk M.: III. konference půdních mikrobiologů, 1962, *Rostlinná výr.* 9, 1963. — 8. Nash S. M., Christon T., Snyder W. C.: *Phytopathology* 51, 308-312, 1961. — 9. Nikitina E. T.: *Trudy Inst. Mikrob. i virus.* II, 24-41, 1958. — 10. Platz G. A., Durrell L. M., Howe M. F.: *Jour. Agr. Res.*, 34, 137-148, 1927. — 11. Schroth M. N., Snyder W. C.: *Phytopathology* 51, 389-393, 1961. — 12. Staněk M., Ujevič I.: *Rostlinná výroba* 4, 91-100, 1958. — 13. Vančura V., Hovadík A.: Konference půdních mikrobiologů, 1962, *Rostlinná výr.* 9, 1963. — 4. Zentmyer G. A.: *Phytopathology* 50, 660, 1960.

Прорастание хламидоспор гриба *Ustilago zae* (Beckm.) Unger в ризосфере кукурузы

Хламидоспоры гриба *Ustilago zae* (Beckm.) Unger прорастают в ризосфере кукурузы значительно лучше, чем в почве. Прорастание стимулируют газообразные, а также растворимые в воде метаболиты корней. Больше всего прорастание стимули-

ruet dvouoxis uhlérodá. Проросшие споридии легко подвергаются разложению. Из ризосферы кукурузы было izolováno больше число штаммов миколитических бактерий, чем из почвы. Стимулирование прорастания хламидоспор и их быстрое уничтожение в ризосфере ускоряет очистка почвы от этого паразитического гриба.

The Germination of Chlamydospores of the Fungus *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger in the Rhizosphere of Maize

The chlamydospores of the fungus *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger germinate much better in the rhizosphere than in the soil. Germination is stimulated by the volatile and in water soluble root metabolites. Germination is stimulated most intensively by carbon dioxide. The germinating sporidia are rapidly decomposed. From the rhizosphere of maize were isolated a greater number of mycolytic bacteria strains than from the soil. Stimulation of the germination of chlamydospores and their rapid decomposition in the rhizosphere reduces the survival of this parasitic fungus in the soil.

Zkušenosti s použitím azotobakterového přípravku k bakterizaci brambor

Опыт с применением азотобактерного препарата при бактеризации картофеля

Experiences with the Application of an Azotobacterial Preparation in the Bacterization of Potatoes

Adolf NĚMEC a Ladislav PECINA

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Praha

V ČSSR se účinnost azotobaktera začala pokusně zjišťovat již před 50 lety. V minulých letech vypracoval Výzkumný ústav lihovarsko-konzervárenský v Praze způsob výroby koncentráту *Azotobacter chroococcum* submerzním způsobem a navrhl používání této očkovací látky v zemědělské výrobě k bakterizaci osiv a sádí zemědělských plodin, zejména brambor. Na žádost odboru rostlinné výroby ministerstva zemědělství, lesního a vodního hospodářství konal v roce 1961 Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský ověřovací pokusy s tímto preparátem.

Pokusy byly založeny s cílem: 1. Přezkoušet účinnost přípravku *Azotobacter chroococcum* na výnos brambor. 2. Zjistit vliv hnojení kyselinou fosforečnou na účinnost tohoto přípravku. 3. Vyšetřit vliv půdní kyselosti na účinnost tohoto přípravku.

Materiál a metodika

Bylo bakterizováno přípravkem azotobaktera, který na jednotlivá pracoviště Ústředního a kontrolního ústavu dodal Výzkumný ústav lihovarsko-konzervárenský ze závodu Biotika, n. p., ve Slovenské Lupči. Do doby použití byl přípravek ponechán uzavřený v původním obalu v chladu. Vlastní bakterizace byla provedena podle metodiky Výzkumného ústavu lihovarsko-konzervárenského.

Pokusy s bakterizací brambor byly provedeny jako jednoleté přesné polní hnojařské pokusy. Byly založeny v různých půdních a klimatických podmínkách ČSSR v kraji Středočeském, Severočeském, Východočeském, Jihomoravském a Západoslovenském. Metodicky byly vedeny pracovníky ÚKZÚZ na vybraných zemědělských závodech.

Statistické zhodnocení průkaznosti výsledků a rozdílů mezi jednotlivými kombinacemi bylo provedeno podle Duchoně. Za průkazný je považován rozdíl, jehož spolehlivost činí 90 % nebo více.

Aby mohl být zjištěn vliv fosforečného hnojení na účinnost azotobaktera, byl pokus proveden na všech pracovištích s dvěma hladinami kyseliny fosforečné v půdě.

V první variantě byla ponechána jen původní přirozená půdní zásoba P_2O_5 , v druhé bylo hnojeno též fosforečnými hnojivy. V pokusech byly proto zařazeny následující kombinace hnojení: NK (hnojeno dusíkem a draslem, nebakterizováno), NKB (hnojeno dusíkem a draslem, bakterizováno), NPK (hnojeno dusíkem, kyselinou fosforečnou, draslem, nebakterizováno), NPKB (hnojeno dusíkem, kyselinou fosforečnou, draslem, bakterizováno).

Během vegetace bylo prováděno běžné vegetační sledování. Na jednotlivých kombinacích bylo sledováno vzházení a jeho vyrovnanost, počátek květu, zbarvení natě, zasychání natě a výskyt chorob.

Výsledky a diskuse

Celkem bylo vyhodnoceno 16 přesných pokusů. Ze zhodnocení výsledků vegetačního pozorování vyplývá, že se bakterizace neprojevila na vzrůstu a vývoji natě jednoznačně. Na žádném pracovišti nebyl zaznamenán mezi jednotlivými kombinacemi rozdíl v době vzházení a vyrovnanosti porostu. V době květu bylo na 3 pracovištích zjištěno, že nať brambor na parcelách, které byly bakterizovány, je tmavší barvy. Toto tmavší zbarvení, které bylo později zaznamenáno ještě na 3 pracovištích, se udrželo až do sklizně a bylo spojeno se současným pozdějším dozráváním brambor na bakterizovaných parcelách. Lze se domnívat, že bylo způsobeno vyšším příjmem dusíku v druhé polovině vegetace. Na výnosu hlíz se však tento účinek neprojevil.

Z dosažených výnosů vyplývá, že na jednotlivých pokusných místech kolísala jak absolutní výše výnosů, tak i výnosy brambor v jednotlivých pokusných variantách. Bereme-li za základ 100% výnosy nebakterizovaných kombinací, kolísají výnosy na kombinacích bakterizovaných bez hnojení P_2O_5 od 77 % do 121 %, na bakterizovaných kombinacích hnojených P_2O_5 od 88 % do 116 %.

V průměru všech pokusů jsou však výnosy na bakterizovaných i nebakterizovaných kombinacích prakticky stejné:

Kombinace NK	průměrný výnos 220,05 q/ha
Kombinace NKB	průměrný výnos 220,63 q/ha
Kombinace NPK	průměrný výnos 230,09 q/ha
Kombinace NPKB	průměrný výnos 229,83 q/ha

Fosforečným hnojením byl zvýšen výnos v průměru na kombinacích nebakterizovaných z 220,5 na 230,09 q/ha, tj. o 4,71 %. Na kombinacích bakterizovaných došlo působením fosforu ke zvýšení výnosu ze 220,63 na 229,83 q/ha, tj. o 4,16 %. Zvýšení sklizně bylo dosaženo působením fosforečných hnojiv, avšak bakterizace se na průměrných výnosech neprojevila.

Toto hodnocení podle souhrnných průměrných hodnot ze všech pokusů je ovšem pouze rázu informativního, neboť v celé řadě pokusů nejsou rozdíly vyvolané bakteriizací statisticky průkazné. Z celkového počtu 16 pokusů byly u kombinací nehnojených kyselinou fosforečnou zaznamenány ve třech případech průkazné rozdíly ve výnosech, způsobené bakteriizací. V jednom případě bakteriizace výnos průkazně zvýšila a ve dvou případech snížila. Průměrný průkazný rozdíl pro všech 16 pokusů je negativní, neboť se výnos snížil o 2,61 q/ha. V kombinacích hnojených kyselinou fosforečnou byl průkazný rozdíl zjištěn ve čtyřech případech, ve dvou případech bakteriizace výnos zvýšila a ve dvou snížila. Průměrný průkazný rozdíl je i zde negativní a činí 1,85 q/ha.

V průměru u všech kombinací hnojených i nehnojených fosforečnými hnojivy bylo bakteriizací dosaženo průkazného zvýšení výnosů ve třech případech (10 %), ve čtyřech případech (12 %) průkazného snížení a ve dvaceti pěti případech (78 % z celkového počtu) byly získány výsledky statisticky neprůkazné.

Zjištěné průměrné průkazné rozdíly jsou ovšem tak malé, že činí zhruba 1 % z dosahovaných výnosů. Z toho důvodu lze shrnout, že bakteriizace azotobakterovým přípravkem na výnos brambor prakticky nepůsobila.

Při sledování vlivu zásoby kyseliny fosforečné v půdě a hnojení fosforečnými hnojivy na účinnost přípravku azotobaktera nebylo zjištěno, že by vyšší přirozená půdní zásoba kyseliny fosforečné nebo hnojení fosforečnými hnojivy ovlivnily účinnost bakteriizace.

Rovněž stav půdní kyselosti neměl vliv na účinnost bakteriizace přípravkem azotobaktera, neboť reakce na bakteriizaci ve výnosech brambor byla přibližně stejná jak na půdách kyselých, tak i na půdách neutrálních.

Z pokusů, v nichž se zjišťovala vhodnost použití azotobakterového přípravku k bakterizaci brambor, konaných v roce 1961, vyplývají tyto závěry:

1. Azotobakterový přípravek vyráběný z kultury *Azotobacter chroococum* v závodě Biotika, n. p., ve Slovenské Lupči submerzním způsobem se neprojevil jako účinný prostředek ke zvyšování výnosů brambor.

2. Na účinnost zkoušeného přípravku azotobaktera nepůsobil stav zásoby přijatelného fosforu v půdě, ani hnojení fosforečnými hnojivy.

3. Reakce půdy neovlivňovala účinnost přípravku azotobaktera.

4. Podle výsledků pokusů nelze v podmínkách ČSSR doporučit všeobecné zavádění bakterizace brambor zkoušeným přípravkem azotobaktera do zemědělské výroby.

Souhrn

Roku 1961 provedl Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Praze na bramborách ověřovací pokusy s účinností azotobakterového přípravku, vyrobeného submerzním způsobem. Sledoval se rovněž vliv kyseliny fosforečné a půdní reakce na účinnost bakterizace. Z výsledků pokusu vyplývá, že azotobakterový přípravek se neprojevil jako účinný prostředek ke zvyšování výnosů brambor. Na účinnost azotobakterového přípravku nepůsobil stav zásoby přijatelné kyseliny fosforečné v půdě, ani hnojení fosforečnými hnojivy. Reakce půdy neovlivnila účinnost azotobakterového přípravku.

Podle výsledků pokusů nelze v podmínkách ČSSR doporučit všeobecné zavádění bakterizace brambor zkoušeným přípravkem azotobaktera do zemědělské výroby.

Опыт с применением азотобактерного препарата при бактеризации картофеля

В 1961 году Центральный контрольно-испытательный институт сельского хозяйства в Праге провел сравнительные опыты на картофеле с эффективностью азотобактерного препарата, изготовленного подводным способом. Также изучалось влияние фосфорной кислоты и почвенной реакции на эффективность бактеризации. Из результатов опыта вытекает, что азотобактерный препарат не проявился эффективным средством для повышения урожаев картофеля. На эффективность азотобактерного препарата не действовало ни состояние запаса доступной фосфорной кислоты в почве, ни удобрение фосфорными удобрениями. Почвенная реакция не повлияла на эффективность азотобактерного препарата.

Согласно результатам опыта в условиях ЧССР нельзя рекомендовать повсеместно внедрение бактеризации картофеля испытанным препаратом азотобактера в сельскохозяйственном производстве.

Experiences with the Application of an Azotobacterial Preparation in the Bacterization of Potatoes

In 1961 the Central Agricultural Institute of Checking and Testing in Prague carried out checking tests with potatoes regarding the effectiveness of an azotobacterial preparation produced by means of the submersion method. Also the influence of phosphoric acid and of soil reaction on the effectiveness of bacterization was investigated. The results obtained in the tests show that the azotobacterial preparation did not prove an effective means for the increasing of potato yields. The effectiveness of the azotobacterial preparation was affected neither by the supplies of acceptable phosphoric acid in the soil nor by fertilization with phosphoric fertilizers. Soil reaction did not affect the effectiveness of the azotobacterial preparation. According to the results obtained in the test a general introduction in agricultural production of bacterization of potatoes cannot be recommended in the conditions existing in Czechoslovakia.

Specifita *Rhizobium japonicum* vůči různým odrudám sóji

Специфичность *Rhizobium japonicum* по отношению к разным сортам сои

The Specificity of *Rhizobium japonicum* Towards Various Soya Varieties

ScC. inž. dr. Eva HAMATOVÁ

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, oddělení mikrobiologie, Ruzyně

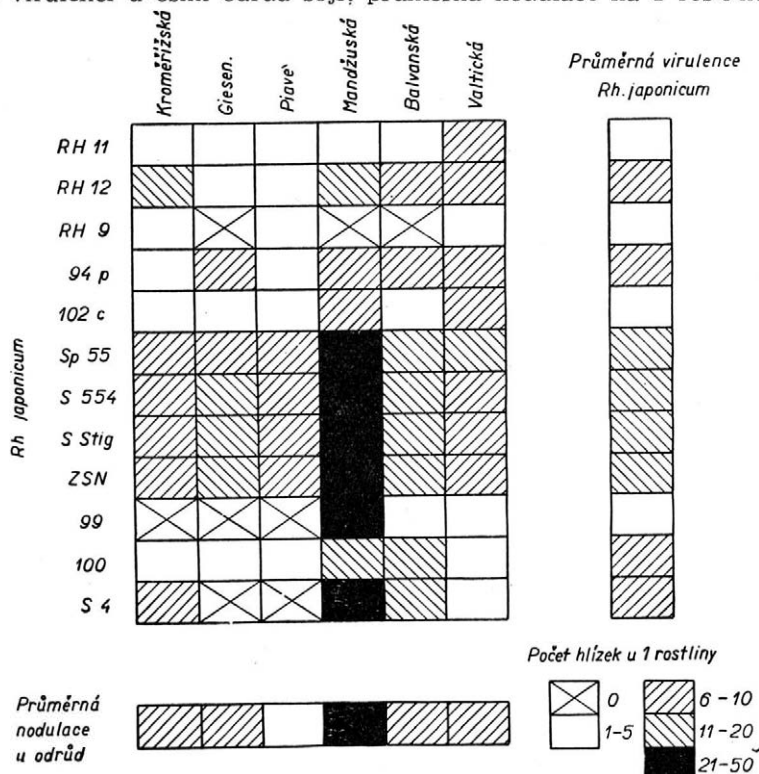
Kolisavost bakteriizačního efektu u různých odrud sóji byla u nás — jako ostatně i v zahraničí — konstatována již dříve (Hromádka, 1930, Pume, Škoda, Truksa, 1941). Po zahájení výroby Nitrazonu pak bylo zjištěno, že sója, bakteriizovaná tímto přípravkem, nenasazuje hlízky (Peterka, Sklenák, 1956). Předběžné šetření ukázalo, že neúčinnost očkovací látky souvisí mj. s odrudovými zvláštnostmi sóji (Hlaváčková, 1956). Snažili jsme se proto vyhledat kmeny *Rh. japonicum*, schopné zajistit jak rychlou infekci kořenového systému, tak maximální bakteriizační efekt u našich odrud sóji, zvláště Kroměřížské. Snažili jsme se účinnost symbiózy *Rh. japonicum* s různými odrudami sóji různými zásahy dále zvyšovat (Fjodorov, 1952).

Materiál a metodika

Zjišťovali jsme virulenci a účinnost *Rh. japonicum* různého původu u 8 odrud sóji a změny bakteriizačního efektu pod vlivem jedné odrudové specifické nebo nespecifické pasáže či opakované odrudové specifické pasáže *Rh. japonicum* přes sóju ve srovnávacích polních a nádobových pokusech. Výsledky byly hodnoceny metodou analýzy variancí.

Výsledky a diskuse

Ukázalo se, že jednotlivé kmeny *Rh. japonicum* různého původu jsou značně rozdílné ve virulenci u osmi odrud sóji; průměrná nodulace na 1 rostlinu v polních



Graf 1. Virulence *Rh. japonicum* u různých odrud sóji

I. Bakterizační efekt různých kmenů *Rh. japonicum* u sóji Valtické a Kroměřížské (Valtice 1957, Hurbanovo 1960)

Odrůda sóji	Kmen rhizobia	Výnos zrna	
		q/ha	%
Valtická	RH 11	24,42	99,1
	RH 12	24,78	100,6
	RH 9	24,51	99,5
	94 p	25,90	105,2
	102 c	25,67	104,2
	Sp. 55	28,03	113,8
	S 554	26,15	106,2
	S Stig.	24,91	101,1
	ZSN	26,77	108,7
	99	24,89	100,9
	100	27,29	110,8
	S 4	26,91	109,3
	kontrola bez bakt.	24,63	100,0
Kroměřížská	505	26,73	107,0
	Sg	25,98	104,0
	kontrola bez bakt.	24,98	100,0

podmínkách činila 0,9–17,1 (graf 1). V bakterizačním efektu kmenů *Rh. japonicum* u různých odrůd, vyjádřeném ve výnosech zrna sóji z 1 ha, byly zjištěny vysoce průkazné rozdíly (tab. I).

Vedle vlastností kmene *Rh. japonicum* se na účinnosti kontaktu obou organismů v symbióze význačně podílí hostitelská rostlina: jednotlivé odrůdy byly v našich pokusech různě citlivé vůči bakterizaci *Rh. japonicum* (graf 1). Nejlépe byla infikována sója Mandžuská (21,2 hlízky na 1 rostlinu), nejméně sója Piave (3,7 hlízek).

Při křížové inokulaci osiva sóji kmeny rhizobií, izolovanými z hlízek nespecifické odrůdy, se projevily zřetelné vlivy odrůdové specifity na rhizobia u sóji Hodonínské, kdy izolát z hlízek této odrůdy vykázal při první pasáži přes rostlinu nejvyšší bakterizační efekt (tab. II). U ostatních odrůd studovaných v tomto pokuse, nebyl podobný vliv odrůdové specifického hostitele na *Rh. japonicum* pozorován.

Počet pasáží, nutných k dalšímu zlepšení kontaktu efektivního kmene *Rh. japonicum* se specifickou odrůdou sóji je třeba volit velmi opatrně: u většiny odrůd byla

II. Bakterizační efekt kmenů *Rh. japonicum*, pasážovaných přes různé odrůdy sóji, u sóji Hodonínské (průměrné hodnoty pro 3 rostliny)

Kmen rhizobia	Váha sušiny rostlinné hmoty (g)	Váha sušiny hlízek (g)	Počet hlízek (ks)	Poutáno N ₂ (mg)
100	8,48	0,40	260	214,72
100 pas. přes Hodonínskou	11,94	0,66	270	259,83
100 pas. přes Kroměřížskou	10,68	0,72	410	236,48
100 pas. přes Dieckm. Heimkr.	6,96	0,40	230	132,76
100 pas. přes Mandžuskou	8,02	0,44	140	204,29

III. Bakterizační efekt *Rh. japonicum* po jedné a dvou pasážích přes specifické odrůdy sóji (průměrné hodnoty pro 3 rostl.)

Odrůda sóji	Kmen rhizobia	Váha sušiny rostl. hmoty (g)	Váha sušiny hlízek (g)	Hlízky		Poutáno N ₂ (mg)
				počet (ks)	objem (ml)	
Kroměřížská	S ₄	7,22	0,696	280	4,0	181,77
	S ₁₁	7,15	0,551	135	3,0	139,20
	S ₁	5,92	0,540	340	6,2	122,93
Hodonínská	S ₆	12,66	1,122	395	5,7	368,08
	S ₁₈	7,95	0,912	185	3,6	213,91
	S ₁	10,49	0,912	350	4,9	275,97

Poznámka: S 4, S 6 (100 pas. 1×spec),
S 11, S 18 (100 pas. 2×spec.),
S 1 (100 výchozí).

jedna specifická pasáž *Rh. japonicum* přes rostlinu mnohem účinnější, než dvě pasáže (tab. III a obdobné údaje o sóje Valtické), u Balvanské sóji však již jedna pasáž přes rostlinu účinnost výchozího kmene *Rh. japonicum* snižovala.

Zdá se, že metoda pasážování *Rh. japonicum* přes specifickou odrůdu sóji je pro spolehlivost nodulace i fixace ovzdušného dusíku u různých odrůd sóji vhodnější než aplikace polyvalentních kultur (Modrič—Perič, Mihalič, 1954, Vojinovič, Petrovič, 1957, Hamatová, 1962), jejíž efektivnost je značně nestálá.

Příčiny vyhraněné specifity *Rh. japonicum* vůči různým odrůdám sóji nejsou dosud známy; vedle různých faktorů, jejichž nositelem je hostitelská rostlina (Šulyndin, 1953, Allen, Baldwin, 1954, Clark, 1957, Ševcova, 1959, aj.) je třeba v této otázce uvažovat i vlastnosti kmene *Rh. japonicum*. Předložený materiál zvláště zřetelně přispívá k potvrzení té skutečnosti, že při bakterizaci motýlokvětých je pečlivá volba obou symbiontů a znalost jejich vzájemného poměru nezbytnou podmínkou kladného efektu symbiomy.

Souhrn

Bakterizace československých odrůd sóji kmeny *Rh. japonicum* nevedla v řadě případů k tvorbě hlízek. Ukázalo se, že existuje vyhraněná specifita *Rh. japonicum* vůči jednotlivým odrůdám sóji: různé kmeny rhizobií vykazují různou virulenci a účinnost u různých odrůd sóji a naopak, různé odrůdy jsou různě citlivé vůči bakterizaci *Rh. japonicum*.

Kontakt obou organismů je možno zlepšit pasážováním rhizobií přes rostliny; při tom v našich pokusech jedna pasáž přes hostitele zvyšovala virulenci i bakterizační efekt *Rh. japonicum* více než dvě pasáže. Přizpůsobení kmenů rhizobií určité odrůdě sóji vhodně voleným počtem a způsobem pasáží přes rostlinu vedlo k pronikavému zvýšení bakterizačního efektu.

Literatura

- Allen O. N., Baldwin I. L.: Rhizobia-legume relationships. Soil. Sci. 78 (6): 415-427, 1954. — 2. Clark F. E.: Nodulation responses of two near isogenic lines of the soybean. Canad. Journ. of Microbiol. 3 (2): 113-124, 1957. — 3. Fjodorov M. V.: Biologičeskaja fiksacija azota atmosfery. Selchozgiz Moskva 1952. — 4. Hamatová E.: Výzkum využití speciálních bakterií pro zvyšování výnosů zemědělských plodin: hlízkové bakterie. Záv. zpráva o úkolu 05 01. Knihovna ÚVÚRV Praha, 1962. — 5. Hlaváčková E.: Příprava a používání bakteriálních očkovacích látek v zemědělství. Sb. ČSAZV Rostl. výroba XXIX (9-10): 909-936, 1956. — 6. Hromádka J.: Soja a zemědělská krise. Čs. zemědělec XII (7): 101-102, 1930. — 7. Peterka V., Sklenák R.: Agrotechnika a výživa soje. Záv. zpráva za úkol

S 02 06 45, 1956. Výzkumná stanice Opava. — 8. Pume N., Škoda V., Truksa V.: Soja. Časové spisky min. zeměd. 82, Praha 1941 — 9. Ševcova I. I.: Dějstvíje tkaněvých sokov korněj bobových rastěnij na kluběnkovyje bakteriji. Mikrobiologija XXVIII (1): 75-79, 1959. — 10. Šulyndin A. F.: Povyšeniye effektivnosti sojevogo Nitragina pufom selekciji sortov soji s vysokoj vosprijimčivostju k kluběnkovym bakterijam. Mikrobiologija XXII (3): 288-293, 1953. — 11. Vojinovič Ž., Petrovič V.: Virulentnost i effektivnost autohtonih sojeva *Rhizobium meliloti* i *Rhizobium trifolii*. Arhiv za poljopriv. nauke X (27): 1-14, 1957. — 12. Modrič-Perič A., Mihalič V.: Istraživanja sa inokulacijom soje. Zemljište i biljka III (1-3): 43-57, 1954.

Специфичность *Rhizobium japonicum* по отношению к разным сортам сои

Бактеризация чехословацких сортов сои штаммами *Rh. japonicum* в ряде случаев не привела к образованию клубеньков. Оказалось, что существует определенная специфичность *Rh. japonicum* по отношению к отдельным сортам сои: разные штаммы клубеньковых бактерий показывают различную вирулентность и эффективность у разных сортов сои, и наоборот, разные сорта различно чувствительны к бактеризации *Rh. japonicum*.

Контакт обоих организмов можно улучшить путем пассажа клубеньковых бактерий через растения, причем в наших опытах один пассаж через растение-хозяина повышал вирулентность и бактеризационный эффект *Rh. japonicum* более чем два пассажа. Приспособливание штамма клубеньковых бактерий к определенному сорту сои соответствующим числом и способом пассажей через растение привело к резкому повышению бактеризационного эффекта.

The Specificity of *Rhizobium japonicum* Towards Various Soya Varieties

In a number of cases bacterization of soya varieties with strains of *Rh. japonicum* did not result in a forming of nodules. It was shown that there exist a definite specificity of *Rh. japonicum* towards the individual soya varieties; different strains of rhizobia show a different virulence and activity in different soya varieties and, on the other hand, different varieties show a different sensitiveness to bacterization with *Rh. japonicum*.

The contact of both organisms may be improved by means of passaging of rhizobia through the plants. In our test a single passage through the plant increased the virulence and the effect of inoculation with *Rh. japonicum* more than did two passages. Adaptation of a strain of rhizobia of a certain soya variety by means of a suitably chosen number and method of passaging through the plant resulted in a substantial increasing of the effect of inoculation.

Respirační aktivita *Rhizobium japonicum*

Респирационная активность *Rhizobium japonicum*

The Respiratory Activity of *Rhizobium japonicum*

Marta PLÍŠKOVÁ

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, oddělení mikrobiologie, Ruzyně

Hlízkové bakterie žijící v symbióze s hostitelskou rostlinou a tytéž bakterie pěstované v kultuře na umělých živných substrátech se liší v řadě fyziologických vlastností, zvláště pak ve schopnosti fixovat atmosférický dusík. Tato skutečnost si vynutila zabývat se podrobněji metabolickými procesy v obou zmíněných materiálech. Určité představy o respiračním systému je možno získat sledováním oxy-

dovatelnosti různých substrátů za použití Warburgovy manometrické techniky. Výsledky autorů z posledních let jsou shodné v tom, že bakteriální složka hlízky má v různých fázích vývoje rozdílnou schopnost prodýchávat přidávané substráty (Bergersen, 1958, Ebertová, Šrogl, 1960). Při měření dýchání kultur izolovaných z různých starých hlízek nebyl pozorován (Ebertová, Šrogl, 1960) vliv stáří hlízky a hodnoty Q_{O_2} byly u kultur i homogenátů téměř stejné. Předmětem naší práce bylo sledování dýchací mohutnosti symbiotických buněk a čistých kultur *Rhizobium japonicum*. Kromě toho jsme zjišťovali, zda se respirační aktivita mění po pasáži přes rostlinu.

Materiál a metodika

Pokusy byly konány v r. 1961 na pozemcích ÚVÚRV v Ruzyni se sójou odrůdy Kroměřížská raná žlutá a kmenem *Rhizobium japonicum* 40/210. Z kontrolních i bakterizovaných rostlin byly odebrány vzorky v intervalech volených tak, aby byla zachycena jednotlivá vegetační stadia vývoje sóji.

Při každém odběru byla kromě respirační aktivity homogenátu hlízek sledována tvorba hlízek a stanoven v nich obsah dusíku v kořenech i nadzemních částech rostlin Kjeldahlovou makrometodou.

Homogenát byl získán rozetřením opraných hlízek v třecí misce a suspendováním v 0,1 M fosfátovém pufru o pH 6,5. Spotřeba kyslíku byla měřena během dvouhodinové inkubace při 28° C přímou Warburgovou metodou a hodnoty vztaheny na 1 mg dusíku.

Z hlízek byla vždy izolována kultura *Rhizobium japonicum*, které bylo použito k zaočkování media tohoto složení: 180 ml hrachového bujónu s mannitem +20 ml kvasničného extraktu. Po šestidenní stacionární inkubaci při 30° C byly baňky s čistými kulturami použity k přípravě bakteriální suspenze, u níž byla měřena spotřeba kyslíku stejným způsobem jako u homegenátů hlízek.

Kultura izolovaná v období květu rostlin byla použita k bakterizaci semen určených pro opakování pokusu.

Jako substráty byly zkoušeny glukóza, která podle dřívějších výsledků (Ebertová, Šrogl, 1960) je velmi špatně využívána symbiotickými buňkami i kulturami rhizobií a citrát jako látka dobře oxydovatelná. Současně představuje glukóza snadno dosažitelný zdroj uhlíku, vznikající v rostlině fotosyntézou, na kterém rhizobia dobře rostou v čisté kultuře. Citrát pak byl zkoušen jako jeden z meziproduktů Krebsova cyklu, jehož existenci někteří autoři u rhizobií předpokládají (Tuzimura, Meguro, 1960).

Výsledky a diskuse

Respirační aktivita homogenátů hlízek se během vegetačního období rostlin měnila, jak ukazuje tab. I.

Nejvyšší hodnoty Q_{O_2} byly naměřeny v 10. týdnu – v období květu rostlin, kdy byla rovněž vysoká fixační aktivita. Příklad glukózy zvyšoval spotřebu kyslíku jen nepatrně, citrát ji zřetelně zvyšoval až v druhé polovině vegetačního období.

I. Respirace homogenátů hlízek (v μ l kyslíku na 1 mg dusíku za hodinu) Pokus č. 1

Substrát	Počet dní po výsevu rostlin					
	43	61	70	89	120	134
Bez substrátu	137	118	170	115	94	106
Citran sodný	170	143	189	147	150	160
Glukóza	140	132	195	113	100	108

II. Respirace kultur izolovaných z různě starých hlízek (v μl kyslíku na 1 mg dusíku za hod.)

Substrát	Počet dní po výsevu rostlin				
	43	61	70	89	120
Bez substrátu	101	150	167	60	144
Citran sodný	193	165	252	70	144
Glukóza	709	297	741	250	272

III. Respirace homogenátů hlízek (v μl kyslíku na 1 mg dusíku za hod.)

Pokus 2

Substrát	Počet dní po výsevu rostlin		
	36	45	58
Bez substrátu	126	129	86
Citran sodný	135	138	130
Glukóza	125	125	86

Nejaktivnější byly kultury izolované z hlízek v období květu rostlin. Také absolutní hodnoty Q_{O_2} bez přídavku substrátu a s přídavkem citrátu jsou v obou materiálech podobné. Na rozdíl od homogenátů hlízek byla však po přídavku glukózy naměřena u čistých kultur vysoká spotřeba kyslíku. Po jedné pasáži se spotřeba kyslíku zásadně nelišila od hodnot naměřených při 1. pokuse, jak vyplývá z tab. III.

Glukóza byla opět špatně prodýchávána, vyšší spotřeba kyslíku po přidání citrátu proti kontrole bez substrátu byla patrná teprve v druhé polovině vegetačního období.

Změny respirační aktivity během vegetačního období jsou shodné s dřívějšími údaji, při prodýchávání glukózy čistými kulturami jsme však naměřili vyšší spotřebu kyslíku. Existují i výsledky podobné našim (Tuzimura, Meguro, 1960), kdy po tříměsíčním růstu rostlin je glukóza symbiotickými buňkami oxydována špatně, citrát lépe. Avšak kultury pěstované *in vitro* na glukóze mají téměř desetinásobnou spotřebu kyslíku při respiraci na přídavku glukózy oproti symbiotickým buňkám. Je patrné, že respirační systémy v obou materiálech se po kvalitativní stránce liší. Zdá se, že pro bakterie, nacházející se v symbióze s rostlinou, nejsou energetickým zdrojem cukry, ale kyseliny. Změny během stárnutí hlízek nejsou vyloučeny, jak naznačuje oxydace citrátu. Z podobné závislosti spotřeby kyslíku na stáří hlízek u homogenátů i čistých kultur je zřejmý vliv fyziologického stavu hlízek, z nichž byly kultury izolovány.

Z výsledku 2. pokusu vyplývá, že poměr prodýchávání jednotlivých substrátů zůstal po jedné pasáži přes rostlinu nezměněn, i když absolutní hodnoty Q_{O_2} byly o něco nižší než při prvním pokuse. Tento rozdíl však nelze považovat při práci s homogenáty za významný.

Souhrn

Respirační aktivita homogenátů hlízek sóji závisela na vegetační fázi rostlin. Rovněž respirační aktivita kultur *Rhizobium japonicum* izolovaných v různých vegetačních fázích vývoje rostlin závisela na stáří hlízek, z nichž byla kultura izolována.

Respirační aktivita kultur a homogenátů se lišila v prodýchávání glukózy: zatímco čisté kultury rhizobíí oxydovaly glukózu dobře, homogenátem hlízek nebyla téměř vůbec oxydována. Respirační aktivita homogenátů hlízek se po jedné pasáži přes rostlinu nezměnila.

Literatura

1. Bergersen F. J.: The bacterial component of soybean root nodules; changes in respiratory activity, all dry weight and nucleic acid content with increasing nodule age. J. Gen. Microbiol. 19, 312-323, 1958. — 2. Ebertová H., Šrogl M.: Oxydační potenciály v různých starých hlízách sóji a respirační schopnosti hlízek a kultur *Rhizobium japonicum*. Sborník ČSAZV, Rostl. výroba XXXIII, 11, 1567-1576, 1960. — 3. Tuzimura K., Meguro H.: Respiration substrate of *Rhizobium* in the nodule. J. of Bioch., 47, 391-397, 1960.

Респирационная активность *Rhizobium japonicum*

Респирационная активность гомогенатов клубеньков сои зависела от вегетационной фазы растений. Также респираторная активность культур *Rhizobium japonicum*, изолированных в разных вегетационных фазах развития растений, зависела от возраста клубеньков, из которых культура была изолирована.

Респирационная активность культур и гомогенатов отличалась вдыханием глюкозы: в то время как чистые культуры ризобий хорошо окисляли глюкозы, гомогенатом клубеньков она почти совсем не была окислена. Респирационная активность гомогенатов клубеньков после одного пассажа через растение не изменилась.

The Respiratory Activity of *Rhizobium japonicum*

The respiratory activity of homogenates of soya depended on the vegetative phase of the plants. Also the respiratory activity of cultures of *Rhizobium japonicum*, isolated in different vegetation phases of the development of the plants, depended on the age of the tubers from which the culture had been isolated.

The respiratory activity of the cultures and homogenates differed with regard to the respiration of glucose. Whereas pure cultures of rhizobia oxidized glucose well, it was almost not at all oxidized by the homogenate of the tubers. The respiratory activity of the homogenates of the tubers did not change after one passage through the plant.

Růstově aktivní látky v kultuře bakterií rodu *Rhizobium*

Ростовые активные вещества в культуре клубеньковых бактерий рода *Rhizobium*

Growth Stimulating Substances in a Culture of Bacteria of the Genus *Rhizobium*

Květa OPLIŠTILOVÁ, Vlastimil VANČURA

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, oddělení mikrobiologie, Ruzyně

Mikrobiologický ústav ČSAV, oddělení půdní mikrobiologie, Praha

U řady mikroorganismů, ovlivňujících klíčení nebo růst rostlin, byla dokázána produkce fyziologicky nebo růstově aktivních látek. V předložené práci je studována produkce těchto látek v kulturách riziníí.

Materiál a metodika

Kultivace bakterií. Použili jsme druh *Rhizobium leguminosarum* ze sbírky mikroorganismů VÚRV kmen č. D 1, který jsme kultivovali na dvou živných půdách: v hrachovém bujónu s 1% glukózy a 0,1% K_2HPO_4 a v syntetické půdě podle Norrise (1959). Půdy jsme sterilovali při 1,1 atm. po dobu 20 minut. Kultury byly inkubovány 5 dní v termostatu při 30° C na reciproké třepačce.

Stanovení fyziologicky aktivních látek. Butanolický extrakt zahuštěného supernatantu kultury a kontrolního hrachového bujónu jsme po úpravě

pH na 5,0 nanášeli na chromatografický papír Whatman č. 1 (Vančura 1961). Využívali jsme sestupně v těchto rozpouštědlových systémech: benzen:pyridin:3M NH_4OH (3:6:1) podle Van Overbeeka, Racusena, Tagamiho a Hughesa (1957), butylacetát nasycený vodou (Podojil, Ševčík 1960), n-butanol:1,5N amoniak (3:1) podle Briana, Groneho, Millana (1960). K detekci bylo použito 3% roztoku H_2SO_4 v metanolu s 0,05% FeCl_3 (Vančura 1961), 0,5% KMnO_4 (Bird, Pugh 1958), formaldehydového činidla (Procházka 1958) a biologických testů (Bojarkin, Dmitrijeva 1959, Borris 1956).

U každého chromatogramu byla část detekována chemicky a podle rozmístění skvrn byly stanoveny úseky pro biologický test na nedetekovaném chromatogramu. Ke stanovení β -indolyloctové kyseliny jsme použili testu s kókolovým hypokotylem (Borris 1956). Gibereliny byly stanoveny podle přírůstků úseků etiolovaných kukuřičných listů (Bojarkin, Dmitrijeva 1959).

Výsledky a diskuse

Stanovení β -indolyloctové kyseliny. V rozpouštědlovém systému butylacetát nasycený vodou byl u supernatantu kultury rhizobií v hrachovém bujónu průkazný přírůstek úseků kókolů v místech o R_f 0,53–0,67, což odpovídá umístění standardu β -indolyloctové kyseliny. Výsledky měření zahrnuje tabulka I.

I. Test s kókolovým hypokotylem

R_f	Průměrná délka kókolového hypokotyly v mm	%
Kontrola	5,52	100
0,00–0,16	5,72	104
0,16–0,26	5,60	101
0,26–0,33	5,47	99
0,33–0,44	5,57	100
0,44–0,53	5,80	105
0,53–0,67	6,94	126**
0,67–0,81	5,80	105
0,81–1,00	5,97	108

** průkazné při $P = 0,01$

pozitivně v testu s úseky etiolovaných kukuřičných listů. Její poloha odpovídá hodnotě R_f 0,17–0,28 a soustavě n-butanol:1,5 N amoniak hodnotě R_f 0,23–0,37. Výsledky měření kukuřice zahrnuje tab. II.

Množství β -indolyloctové kyseliny nebylo možné detekovat chemicky, bylo však možné stanovení biologickým testem, který je nejméně 20krát citlivější než test chemický. Biologický test na β -indolyloctovou kyselinu v supernatantu kultury rhizobií ze syntetického prostředí podle Norrisa a v supernatantu čistého hrachového bujónu byl negativní. Z toho se dá usuzovat, že rhizobia pro syntézu β -indolyloctové kyseliny potřebují určité prekursory, které jsou přítomny v hrachovém bujónu.

Stanovení giberelinů a giberelinů podobných látek. V rozpouštědlovém systému benzen:pyridin:amoniak u supernatantu kultury rhizobií v hrachovém bujónu byla detekována v VU světle fialové fluoreskující skvrna, která reagovala po-

II. Biologický test na gibereliny

Benzen : pyridin: 3M NH_4OH			n-butanol: 1,5N amoniak		
R_f	mm	%	R_f	mm	%
Kontrola	38,2	100	kontrola	40,6	100
0,00–0,09	36,2	95	0,00–0,23	40,8	100
0,09–0,17	39,0	102	0,23–0,37	44,0	108*
0,17–0,28	41,1	107*	0,37–0,51	37,7	93
0,28–0,40	37,8	99	0,51–0,63	41,0	101
0,40–0,51	39,6	103	0,63–0,70	40,0	98
0,51–0,61	39,0	102	0,70–0,77	40,7	101
0,61–0,77	39,8	104	0,77–0,88	38,6	96
0,77–0,89	37,2	97	0,88–1,00	39,0	96
0,89–1,00	39,6	103			

* průkazné při $P = 0,05$.

Při chemické detekci 3% H_2SO_4 v metanolu byla v místech pozitivního růstového účinku na kukuřici detekována zelenomodře fluoreskující skvrna.

Biologický test na gibereliny u supernatantu kultury rhizobií kultivované v syntetickém prostředí podle Norrisa a u supernatantu čistého bujónu byl negativní. Fluoreskující skvrna v kontrolním hrachovém bujónu zachycena nebyla. Poloha růstově aktivní fluoreskující skvrny v UV světle neodpovídá poloze dosud známých giberelinů (Brian, Grone, Mac. Millan, 1960).

Z výsledků našich stanovení vyplývá schopnost kultury *Rhizobium leguminosarum* produkovat látky fyziologicky aktivní. Je k tomu pravděpodobně nezbytně nutná přítomnost určitých prekursorů, které jsou obsaženy v hrachovém bujónu, ne však v syntetické půdě podle Norrisa.

I když byla zjištěna v kultuře rhizobií v hrachovém bujónu poměrně malá produkce fyziologicky aktivních látek, je možné se domnívat, že *in vivo* v hlízkách hostitele jsou příznivější podmínky pro syntézu těchto látek. Na problému se bude dále pracovat.

Souhrn

V práci byla sledována produkce růstově aktivních látek kulturou *Rhizobium leguminosarum*. V prostředí s hrachovým bujónem byla zjištěna přítomnost β -indolyloctové kyseliny a látky ze skupiny látek podobných giberelinům, které v prostředí syntetické půdy stanoveny nebyly. Je diskutována možnost jejich intenzivnější syntézy rhizobii v hlízkách.

Literatura

1. Bird H. L., Pugh C. T.: Paper chromatographic separation of gibberellic acid and gibberellin. *A. Plant Physiol.* 33, 45-46, 1958. — 2. Bojarkin, A. N. Dmitrijeva M. I.: Biologičeskaja proba na gibberelliny. *Fiziologija rastenij* 6, 741-747, 1959. — 3. Borris H.: Biologische und chemische Methoden zum Nachweis der pflanzlichen Streckungswuchsstoffe (Auxine). Beloserski A. N., Proskurjakov N. I.: Praktikum der Biochemie der Pflanzen, 389-405, 1956. — 4. Brian P. W., Grone J. F., Mac. Millan J.: The gibberellins. *Fortschr. Chem. org. Naturstoffe* 18, 350-433, 1960. — 5. Podojil M., Ševčík V.: Quantitative estimation of gibberellic acid by paper chromatography. *Fol. Mikrobiol.* 5, 192-197, 1960. — 6. Procházka Z.: Indolové deriváty v rostlinách obsahujících askorbigen III. Důkaz kyseliny indol-3-karbonové v kvěťáku a kapustě. *Chem. listy* 52, 1364-1366, 1958. — 7. Norris D. C.: The role of calcium and magnesium in the nutrition of *Rhizobium*. *Austral. J. Agric. Res.* 10, 5, 651-698, 1959. — 8. Vančura V.: Detection of Gibberellic acid in *Azotobacter* cultures. *Nature* 192, 88-89, 1961. — 9. Van Overbeek J., Racusen D. W., Tagami M., Hughes W. J.: Analysis of auxin and gibberellin. *Plant Physiol.* 32, XXXII (Supl.), 1957.

Ростовые активные вещества в культуре клубеньковых бактерий рода *Rhizobium*

В работе изучалась продукция в ростовом отношении активных веществ культурой *Rhizobium leguminosarum*. В питательной среде с гороховым бульоном было установлено наличие β -индолилуксусной кислоты и вещества из группы гиббереллинам подобных веществ, которые в синтетической питательной среде не были установлены. Обсуждается возможность их более интенсивного синтеза ризобиями в клубеньках.

Growth Stimulating Substances in a Culture of Bacteria of the Genus *Rhizobium*

In their work the authors studied the production of growth stimulating substances in a culture of *Rhizobium leguminosarum*. In a medium with a pea bouillon they found the presence of β -indolylacetic acid and of substances of the group of substances resembling gibberellins, which had not been determined in the synthetic medium. The possibility of their more intensive synthesis by rhizobia in the tubers is being discussed.

Některé morfologické poznatky při kultivaci rhizobií

Hana VINTIKOVÁ

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, oddělení mikrobiologie, Ruzyně

Morfologie rhizobií se svou význačnou variabilitou byla předmětem studia již velmi mnoha pracovníků, avšak dosud nejsou v těchto otázkách názory jednotné. Morfologie rhizobií, která se mění podle fáze životního cyklu, byla převážně sledována přímo v hlízkách, v symbióze s hostitelskou rostlinou. Kompletní cyklus popsal Thornton (1926), podle Bisseta (1952) mají rhizobia buď kompletní nebo redukovaný cyklus. Kompletní cyklus mají rhizobia v divoce rostoucích a v některých zahradních rostlinách. Redukovaný cyklus byl nalezen u rhizobií z kultivovaných polních půd. Vcelku jsou u rhizobií v hlízkách známy formy tyčinkovité, kokoidní (pohyblivé i nepohyblivé), různě větvené bakteroidy nebo nevětvené veliké tyčinky převážně s výraznou granulací. Většina autorů předpokládá výskyt bakteroidů nebo jiných atypických forem rhizobií pouze v hlízkách rostlin a popírají možnost jejich existence v laboratorních podmínkách (Barthel, 1921, Zipfel, 1911). Thornton soudí, že bakteroidy přítomné v kultuře byly vneseny přímo z hlízek při izolaci, nebo že jde o involuční formy vznikající následkem nevhodných podmínek prostředí, jako jsou alkaloidy přidané do půdy nebo extrémně nízké hodnoty pH apod. Fred a Baldwin (1932) uvádějí, že nepravdivé bakteroidní formy vznikající v nepříznivých podmínkách prostředí jsou neživotné a neschopné se rozmnožovat. Podle Izraelského (1926) vznikají bakteroidy vlivem fága. Naopak Káš (1927) a Bisset (1952) považují tyto formy za fáze vývojového cyklu rhizobií, který existuje i na umělých prostředích. Káš popisuje jednotlivá stadia, která dělí na gonidie, arthrospory, mikrocysty a některé další formy. Nejednotný je i názor na vznik drobných kokovitých pohyblivých forem zvaných „swarmer“, které bývají v cyklu rhizobií pozorovány po bakteroidních nebo jiných atypických formách.

Tak Thornton předpokládá, že se tyto pohyblivé koky tvoří prasknutím velkých pruhovaných bakterií, přičemž z jedné bakterie vzniká jedna kokoidní buňka, podle Lewise (1938) se jedná o normální jednoduché dělení, zatímco Bisset se domnívá, že pohyblivé koky se uvolňují z prostorů mezi jednotlivými příčnými pruhy velikých tyčinek, a že u nich nastává zřetelná konjugace. Lopatina a Lazarevová (1958) při submersní kultivaci našly pouze krátké drobné tyčinky se slabou granulací, bakteroidní formy přítomny nebyly.

V našich pokusech jsme se setkali při kultivaci rhizobií jak na pevných půdách (hrachovém agaru i agaru s kvasničním extraktem), tak i v tekutých kulturách laboratorních i provozních, s výskytem bakteroidní nebo atypické formy rhizobií. Tyto bakteroidní formy nebyly involuční, neživotné útvary neschopné dalšího růstu. Na pevných půdách se v pasážích intenzivně pomnožovaly, a to rovněž bakteroidní formou se slabší nebo silnější dissociací v typické morfologické kokoidní formy nebo drobné tyčinky. V submersních kulturách jsme pozorovali rozpad atypických forem (silně pruhované, granulované útvary) v mnohonásobně vyšší počet drobných kokovitých forem, což by předpokládalo vznik několika koků z jednoho bakteroidního útvaru nebo neobyčejně zkrácenou generační dobu.

Literatura

1. Barthel C.: Contribution à la recherche des causes de la formation des bactéroïdes chez les bactéries des Légumineuses. Ann. Inst. Pasteur, 35, 634-647, 1921. — 2. Bisset K.: Complete and reduced life cycles in Rhizobium. J. gen. Microbiol. 7, 233-242, 1952. — 3. Fred E. B., J. L. Baldwin, E. McCoy: Root nodule bacteria and leguminous plants. Madison 1932. — 4. Izraelski W. P.: Bakteriophagie und Pflanzenkrebs. Zbl. Bakt. (etc), 2, 67, 236-242, 1926. — 5. Káš V.: K vývojovému cyklu hlízkových bakterií. Věstník ČSAZV, 3, 584-588, 1927. — 6. Lewis I. M.: Cell inclusions and the life cycle of rhizobia. J. Bacteriol. 35, 573-587, 1938. — 7. Lopatinová G. V., Lazarevová N. M.: Polučeníje i přiměněníje bakterijalnych udobrenij. Kijev 1958. — 8. Pochon J., H de Barjac, P. Chouard: Traité de microbiologie des sols. Paris 1958. — 9. Thornton H. G., N. Gangulee: The life-cycle of the nodule organism *Bacillus radicola* (Beij.) in soil and its relation to the infection of the host plant. Roy. Soc. (London) Proc., Ser. B, 99, 427-451, 1926. — 10. Zipfel F.: Beiträge zur Morphologie und Biologie der Knöllchenbakterien der Leguminosen. Zbl. Bakt., 2, 32, 97-137, 1911.

Výběr kmenů *Rhizobium lupini* a jejich odrůdová specifita

Отбор штаммов *Rhizobium lupini* и их сортовая специфичность

The Selection of Strains of *Rhizobium lupini* and their Varietal Specificity

Jiří APLTAUER

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, oddělení mikrobiologie, Ruzyně

Jednou z plodin, která zaujímá velkou plochu orné půdy SSSR, Maďarska, Polska, NDR a rozšiřuje se i u nás, je lupina. Poskytuje zvláště na lehkých půdách značné množství kvalitní organické hmoty i bílkovinami bohaté zrna. Zvláštností této plodiny však je mnohem větší vyhraněnost odrůdové specifiky kmenů než u ostatních leguminóz. Studium specifiky a výběrem kmenů *Rhizobium lupini* se zabývalo několik pracovníků (Hlaváčková, 1956, Dorosinskij, Lazareva, Šamin, 1959, Fedorov, Svityč, 1959, Zarembo, 1959, Lange, Parker, 1960).

Materiál a metodika

Na našem pracovišti jsme se těmito otázkami zabývali především s ohledem na ty odrůdy lupiny, které by přicházely v úvahu při dalším rozšiřování osévané plochy.

Největší pozornost jsme ve své práci věnovali výběru a testaci kmenů provozních, zahraničních a nových izolací. Účinnost kmenů rhizobií jsme zjišťovali v nádobových pokusech v částečně sterilních podmínkách podle metody upravené Hlaváčkovou (1956). Poměr C/N nadzemní a kořenové hmoty jsme sledovali u rostlin pravidelně odebíraných v průběhu vegetace z malých parcelek velikosti 3×1,5 m, čtyřikrát opakovaných, pokusu založeného na pozemcích ÚVÚRV v Ruzyni.

Výsledky a diskuse

Z výsledků bakteriizačních pokusů, jejichž část je uvedena v tabulce I a II, je patrná rozdílná účinnost několika kmenů *Rhizobium lupini* u dvou druhů lupiny. U druhu *Lupinus luteus* (Gyulatanai sárgavirágú édes csillagfürt) se projevil jako maximálně účinný kmen č. D 99/269 a u druhu *Lupinus angustifolius* (Rozový)

I. a II. Obsah celkového dusíku, váha a počet hlízek lupiny očkované kmeny *Rhizobium lupini* (Ruzyně 1959)

Kmen rhizobia		Váha sušiny rostlinné hmoty		Celkový dusík rostlinné hmoty v %	Váha sušiny hlízek v g	Objem hlízek v ml	Počet hlízek v ks
		v g	v %				
Lupina žlutá	—	3,95	100,0	1,24	—	—	—
	D 140/310	3,40	86,0	1,21	—	—	—
	D 99/269	6,86	173,6	2,94	0,226	2,50	88
	D 187/357	6,37	161,2	2,74	0,332	3,51	94
	D 95/265	7,35	186,0	2,65	0,251	2,63	71
	D 75/245	6,55	165,8	2,77	0,295	3,03	71
Lupina úzkolistá	—	4,88	100,0	1,07	0,951	4,40	60
	D 140/310	6,42	131,5	1,42	0,230	3,67	104
	D 99/269	6,93	142,0	1,73	0,328	3,93	237
	D 187/357	6,64	136,0	1,25	0,342	4,05	270
	D 95/265	7,16	146,7	1,15	0,382	4,26	246
	D 75/245	7,56	154,9	2,03	0,403	4,21	448

399, Müncheberger Blaue Süsse, Gülzower Süsse Blaue, Obornicki), kmen č. D 75/245. Vzhledem k tomu, že kmen D 75/245 se projevil jako vysoce účinný v obou případech, použili jsme jej k bakterizaci dalších druhů a odrůd lupiny (tab. III). V provedených pokusech jsme zjistili rozdílný, ale téměř ve všech případech kladný vliv bakterizace tímto kmenem s výjimkou odrůdy Gülzower Süsse Blaue, u které se vliv bakterizace téměř neprojevil. Obdobné výsledky jsme získali v r. 1960 v polních pokusech. Při použití kmene č. D 75/245 jsme zjistili nasazení hlízek u všech uvedených odrůd s výjimkou odrůdy již výše zmíněné. Zajímavé bylo tvoření hlízek u druhu *Lupinus luteus*, které se i v dalších polních pokusech lišilo od nasazení hlízek u ostatních druhů lupiny. Vytvořila se totiž pouze jedna, maximálně dvě hlízky přisedlé na hlavním kořeni, u ostatních druhů se naopak vytvořilo větší množství hlízek různého tvaru i rozložení na kořenech.

V roce 1961 jsme ověřovali účinnost kmene D 75/245 v polním pokuse s odrůdou Rozovj 399. V pravidelných odběrech v průběhu celé vegetace jsme sledovali poměr C/N v nadzemní a kořenové hmotě a orientačně též váhový přírůstek suché nadzemní hmoty. Zjistili jsme, že ve všech odběrech byl bakterizací kladně ovlivněn obsah celkového dusíku v nadzemní a kořenové hmotě a tím se podstatně zúžil poměr C/N (tab. IV).

Uvedenými pokusy jsme získali výsledky obdobné výsledkům některých zahraničních pracovníků (Fedorov, 1959, Lange, Parker, 1960), v kterých byla zjištěna odrůdová specialita kmenů *Rhizobium lupini*. Je třeba uvažovat o tom při výrobě bakterizačního přípravku. Bakterizace osiva lupiny by měla být pravidelným agrotechnickým zásahem u všech osévaných ploch.

III. Obsah celkového dusíku, váha a počet hlízek a výnosy různých druhů a odrůd lupin očkovaných kmenem *Rhizobium lupini* č. D 75/245 (Ruzyně 1960)

Varianta pokusu	Druh	Odrůda	Váha sušiny rostl. hmoty		Celkový dusík rostl. hmoty v %	Váha sušiny hlízek v g	Objem hlízek v ml	Počet hlízek v ks
			v g	v %				
Nebakterizováno	<i>Lupinus luteus</i>	Gyultanyai sárgavirágú édes csilagfűrt						
Bakterizováno			1,65	100,0	1,56	0,012	0,22	1
			3,35	203,0	2,08	0,260	2,00	89
Nebakterizováno	<i>Lupinus mutabilis</i>							
Bakterizováno			2,35	100,0	1,43	—	—	—
			6,78	288,5	2,93	0,355	4,42	460
Nebakterizováno	<i>Lupinus angustifolius</i>	Rozovj 399						
Bakterizováno			2,25	100,0	1,10	—	—	—
			7,21	320,4	2,17	0,197	2,42	252
Nebakterizováno	<i>Lupinus angustifolius</i>	Gülzower Süsse Blaue						
Bakterizováno			3,28	100,0	1,12	—	—	—
			3,51	107,0	1,83	0,086	1,31	46

IV. Vliv bakterizace kmenem *Rhizobium lupini* č. D 75/245 na poměr C/N v kořenové a nadzemní hmotě lupiny odrůdy Rozovj 399 (Ruzyně 1961)

Varianta pokusu		Poměr C/N v organické hmotě rostlin dne				
		15. 6.	26. 6.	8. 7.	20. 7.	31. 7.
Kořenová hmota lupiny	Nebakterizované	—	60,7	77,3	97,1	88,7
	Bakterizované	13,7	15,9	21,1	22,4	29,5
Nadzemní hmota lupiny	Nebakterizované	17,1	19,9	25,2	29,0	25,8
	Bakterizované	11,7	13,9	17,9	19,4	18,5

Souhrn

V nádobových pokusech jsme prověřovali kmeny *Rhizobium lupini* a nejúčinnější z nich jsme použili v polních pokusech. Kmen č. D 75/245 podstatně zvyšoval výnos nadzemní hmoty a obsah celkového dusíku. U studovaných kmenů se projevila odrůdová specifita.

Literatura

1. Dorosinskij L. M., Lazareva N. M., Šamin A. A.: O roli klubeňkových bakterií v azotnom pitání bobových rostlin, *Agrobiologija*, 4, 594-600, 1960. — 2. Fedorov M. V., Svityč K. A.: Efektivnost različných ras klubeňkových bakterií ljuvena pri ich sožitelstve s različnými sortami ljuvena, *Izv. timirjaz. selchoz. Akad.*, 6, 39-44, 1959. — 3. Hlaváčková E.: Příprava a používání bakteriálních očkovacích látek v zemědělství, *Sb. ČSAZV Rostl. výr.*, 29, 9-10, 909-936, 1956. — 4. Lange R. T., Parker C. A.: The symbiotic performance of lupin bacteria under glasshouse and field conditions, *Plant and Soil*, 13, 2, 137-146, 1960. — Zaremba V. P.: Rol klubeňkových bakterií v zvýšení produktivity ljuvena. *Proiz. i ispolzov ljuvena v selskom chozjajstve*, Kiev 1959.

Отбор штаммов *Rhizobium lupini* и их сортовая специфичность

V vegetačních sodech nami proverjali štammj *Rhizobium lupini*. Najbolje efektivnye iz nich my primeniali v polevych opytach. Štamm № D 75/245 suščestvenno povyšal urožaj nadzemnoj masjy i soščeržanie obščego azota. U izučajemych štammov projavilasj sortovaja specifičnosť.

The Selection of Strains of *Rhizobium lupini* and their Varietal Specificity

In pot-tests we checked strains of *Rhizobium lupini*, the most effective of which we used in field tests. Strain No. D 75/245 considerably increased the yield of overground substance and the total nitrogen content. The examined strains showed a varietal specificity.

Úloha hlízkových bakterií v dusíkaté výživě luskovin

Роль клубеньковых бактерий в азотном питании бобовых растений

Die Aufgabe der Knöllchenbakterien in der Stickstoffernährung von Hülsenfrüchten

L. M. DOROSINSKIJ

Všesvazový vědeckovýzkumný ústav zemědělské mikrobiologie, Leningrad

Je dobře známo, že luskoviny v symbióze s hlízkovými bakteriemi jsou schopny mobilizovat značná množství vzdušného dusíku. Do jaké míry uspokojuje tento dusík potřeby luskovin? Jaká je přitom úloha minerálního dusíku? Je biologický a minerální dusík pro luskoviny stejně cenný? Popíšeme stručně v tomto článku výzkumy uvedených problémů, které jsme uskutečnili společně s N. M. Lazarevou a V. T. Jemcevem.

Výsledky

Většina vegetačních pokusů byla uskutečněna s lupinou na říčním písku, který obsahoval nepatrné množství dusíku: 0,005 %. Do písku jsme zapravili živné sole podle Prjanišnikova a dusík (NH_4NO_3) jsme přidávali ve dvou dávkách, a to 0,1 a 1,0 normy.

Několikrát opakované pokusy ukázaly, že aktivní hlízkové bakterie hrají velkou úlohu v dusíkaté výživě lupiny (tabulka I).

I. Výnos lupiny očkované aktivními a inaktivními hlízkovými bakteriemi (průměr na nádobu)

Dusík	Kmen	Váha zelené hmoty za vlhka ve fázi kvetení (v g)	Lusky při sklizni		Váha hlízek (v g)
			počet	váha (v g)	
0,1 normy (podle Prjanišnikova)	kontrola	44	5	3,5	—
	inaktivní	44	6	5,7	3,00
1,0 normy	aktivní	215	37	101,0	2,90
1,0 normy	kontrola	207	23	48,0	—
1,0 normy	inaktivní	184	21	47,0	3,00
	aktivní	227	36	87,0	1,65

Z číslic v tabulce je vidět, že očkování lupiny aktivními hlízkovými bakteriemi bylo stejně účinné jak ve variantě s 0,1 normy dusíku, tak i ve variantě s 1,0 normy. Údaje z uvedeného pokusu svědčí o tom, že hlízkové bakterie plně uspokojují potřebu dusíku u rostlin, protože ani v dodatečně zařazené variantě pokusů s 1,5 normy dusíku se váha zelené hmoty ve srovnání s variantou 0,1 normy dusíku + hlízkové bakterie nezvýšila.

Současně s tímto zjištěním je nutno zdůraznit, že pro rychlejší vytváření hlízek a časnější proces biologického poutání dusíku je nutno zapravovat určité dávky minerálního dusíku do půdy.

Mezi značným počtem pokusů, které jsme provedli s lupinou, byly i takové, v nichž v substrátu byly pouze stopy dusíku. V tomto případě jsme u rostlin pozorovali zpomalenou tvorbu hlízek a brzdění procesu biologického poutání dusíku; přestože rostliny koncem pokusu dávaly poměrně vysoký výnos, byl vždy nižší než výnos očkovaných rostlin, pěstovaných na substrátu s malým množstvím dusíku.

Řada výzkumníků (Fedorov, Kozlov, 1959, Fedorov, Laslo, 1956, Richardson, Jordan, Harrard, 1957) zdůrazňuje nutnost malých dávek dusíku v substrátu pro normální symbiotické vztahy mezi luskovinami a hlízkovými bakteriemi. V našich pokusech (Dorosinskij, Lazareva, Šamin, 1960, Dorosinskij, Lazareva, Jemcev, 1961) s lupinou činila optimální dávka 0,1 normy podle Prjanišnikova, kdežto v pokusech se sójou bylo zapotřebí větších

dávek. S. Bogačeva (1962) uvádí, že optimální dávka pro fazole činí 0,6-0,9 normy podle Hellriegela.

Společná činnost hlízkových bakterií a luskovin nejen napomáhá dosažení vysokých výnosů luskovin, ale zvyšuje i úrodnost půdy, což uvádí velký počet autorů. Stanovení bilance dusíku v našich pokusech ukázalo, že pozitivní bilance dusíku se projevila pouze v těch variantách, v nichž rostliny přednostně využívaly biologický dusík. Největší ztráta dusíku nastala ve variantě s plnou dávkou minerálního dusíku bez očkování, tj. v tom případě, kdy rostliny mohly využívat pouze minerální dusík (tabulka II).

II. Bilance dusíku (v mg) v různých variantách pokusu

Analyzovaný objekt	Varianty pokusu		
	0,1 normy N + očkování hlízko- vými bakteriemi	1 norma N	1 norma N + očkování hlízko- vými bakteriemi
Nadzemní hmota	445,88	257,90	443,95
Kořeny	94,90	92,20	82,80
Písek	400,00	398,40	432,00
Celkové množství N ₂ v rostlinách a písku	940,78	748,50	958,75
Původní množství N ₂ v písku + dusík 6 zrn	518,26	1123,06	1123,06
Bilance	+ 422,52	- 374,56	- 164,31

Četní výzkumníci poukazují na negativní bilanci dusíku při jeho zapravení do půdy ve formě minerálních sloučenin. Údaje k tomuto problému jsou shromážděny v knize E. Rusella „Půdní podmínky a růst rostlin“ (1955). Přesné vysvětlení to-

III. Obsah dusíku v zelené hmotě lupiny a sóji při využívání minerálního a biologického dusíku

Lupina				Sója			
Varianta	Obsah dusíku v % sušiny			Varianta	Obsah dusíku v % sušiny		
	celkový dusík	bílkovin- ný dusík	nebílko- vinný dusík		celkový dusík	bílkovin- ný dusík	nebílko- vinný dusík
0,1 normy dusíku + hlízkové bakterie	2,19	1,76	0,43	0,2 normy dusíku	0,87	0,82	0,05
1,0 normy dusíku	1,25	1,06	0,19	0,2 normy dusíku + hlízkové bakterie	1,68	1,34	0,34
1,0 normy dusíku + hlízkové bakterie	2,08	1,79	0,29	1,0 normy dusíku	0,91	0,90	0,01
				1,0 normy dusíku + hlízkové bakterie	1,55	1,42	0,13

hoto jevu doposud chybí. Je zřejmé, že do značné míry souvisí s činností mikroflóry v půdě, zejména s procesem denitrifikace. Protože poutání vzdušného dusíku probíhá v hlízkách, přičemž jeho předávání rostlinám se uskutečňuje postupně během celého vegetačního období, nedochází obecně při symbiotickém poutání dusíku k jeho ztrátám, ale naopak je pozorováno zvyšování obsahu dusíku v půdě.

Biologický dusík nejvýznamněji ovlivňuje jakost sklizně a její obsah dusíku, zvláště bílkovinného. Výzkumy ukazují, že v těch případech, kdy rostliny přednostně využívají biologický dusík, je jejich procentuální obsah celkového a bílkovinného dusíku vyšší než v rostlinách, které využívají pouze minerální dusík (tabulka III).

Podobné výsledky byly získány při stanovení dusíku u komonice.

Všechny tyto údaje nám dovolují hovořit o určité zákonitosti (obecné) v působení biologického dusíku na luskoviny. Ve srovnání s minerálním dusíkem napomáhá biologický dusík většímu nahromadění celkového a bílkovinného dusíku v rostlinách.

Nakonec je ještě třeba ukázat na jednu charakteristickou zvláštnost biologického dusíku ve srovnání s minerálním. Biologický dusík podporuje tvorbu plodů a urychluje dozrávání rostlin. V našich pokusech s aktivními hlízkami při dávce 0,1 normy dusíku začaly rostliny kvést dva měsíce po výsevu, zatímco při plné dávce minerálního dusíku, ale bez hlízek, začala se u nich teprve nasazovat poupata. Podle počtu lusků a jejich váhy v jednotlivých variantách pokusu (tabulka I) lze soudit, že biologický dusík přispěl k tvorbě plodů u lupiny.

Z á v ě r

Získané údaje o srovnatelném vlivu biologického a minerálního dusíku na vývoj lupiny a sóji, na jejich výnos a na jejich obsah celkového dusíku dovolují vyslovit závěr o tom, že minerální dusík není pro tyto rostliny rovnocenný biologickému dusíku.

S o u h r n

Byly provedeny vegetační pokusy s lupinou a sójou na říčním písku s různými dávkami minerálního dusíku. Tyto pokusy ukázaly, že aktivní hlízkové bakterie mohou plně zajistit dusíkatou výživu uvedených rostlin, obsahuje-li substrát neapatrné dávky minerálního dusíku. Stanovení bilance dusíku v pokusech s lupinou ukázalo, že pozitivní bilance byla pouze v těch variantách pokusu, v nichž rostliny využívaly biologický dusík. Největší ztráta byla ve variantě s plnou dávkou minerálního dusíku.

Procentuální obsah celkového a bílkovinného dusíku v rostlinách byl vyšší v případech, kdy rostliny přednostně využívaly biologický dusík.

Biologický dusík přispíval k zesílení tvorby plodů a urychloval zrání rostlin.

Autor dochází k závěru, že pro lupinu a sóju není minerální dusík rovnocenný biologickému.

L i t e r a t u r a

1. Bogačeva S. D.: Autoreferat, Moskva 1962. — 2. Dorosinskij L. M., Lazareva N. M., Šamin A. A.: Agrobiologija, 4, 594-602, 1960. — 3. Dorosinskij L. M., Lazareva N. M., Jemcev V. T.: Otčet Vsesojuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skochoz'jajstvennoj mikrobiologii, Leningrad 1961. — 4. Fedorov M. V., Kozlov I. V.: Sborník Mikrobiologija na službě sel'skogo choz'jajstva, 93-97, Moskva 1959. — 5. Fedorov M. V., Laslo D.: Izvestija Timirjazevskoj sel'skochoz'j. akademii, 2, 61-82, 1956. — 6. Russel E.: Půdní podmínky a růst rostlin, 294-295, Moskva 1955. — 7. Richardson D. A., Jorda D. C., Harrard E. N.: Canadian J. of Plant Science, vol. 37, 3.

Роль клубеньковых бактерий в азотном питании бобовых растений

Были проведены вегетационные опыты с люпином и соей на речном песке с различными дозами минерального азота. Исследования показали, что активные клубеньковые бактерии могут полностью обеспечить азотное питание указанных растений при наличии в субстрате небольших доз минерального азота. Определение баланса азота в опытах с люпином показало, что положительный баланс был только в тех вариантах опытов, где растения использовали биологический азот. Наибольшая потеря была в варианте с полной нормой минерального азота.

Процентное содержание в растениях общего и белкового азота было выше в тех случаях, когда растения, преимущественно, использовали биологический, а не минеральный азот.

Биологический азот усиливал плодоношение и ускорял созревание растений.

Автор приходит к выводу, что минеральный азот для люпина и сои неравноценен биологическому.

Die Aufgabe der Knöllchenbakterien in der Stickstoffernährung von Hülsenfrüchten

An Lupine und Sojabohnen auf Flußsand wurden Vegetationsversuche mit verschiedenen Dosen mineralischen Stickstoffs durchgeführt. Diese Versuche erwiesen, daß die aktiven Knöllchenbakterien die Stickstoffernährung der angeführten Pflanzen vollkommen decken können, falls das Substrat geringe Dosen an mineralischem Stickstoff enthält. Die Ermittlung der Stickstoffbilanz in den Versuchen mit Lupine zeigte, daß nur in den Versuchsvarianten eine positive Bilanz bestand, in denen die Pflanzen den biologischen Stickstoff verwerteten. Die größten Verluste waren in der Variante mit einer vollen Gabe an mineralischem Stickstoff.

Der prozentuelle Gehalt an Gesamtstickstoff und Eiweißstickstoff in den Pflanzen war dann höher, wenn die Pflanzen in erster Reihe den biologischen Stickstoff verwerteten.

Der biologische Stickstoff trug zu einer verstärkten Fruchtbildung bei und beschleunigte die Reife.

Der Autor kommt zum Schluß, daß für Lupine und Sojabohnen der mineralische Stickstoff dem biologischen nicht gleichwertig ist.

Cytologická studie o endotrofní mykorrhize u Gramineae

Цитологическое изучение эндотрофной микоризы у Gramineae

A Cytological Study on the Endotrophic Mycorrhiza in Gramineae

Václav MEJSTŘÍK

Ústav pro tvorbu a ochranu krajiny ČSAV, Praha

Problematikou mykorrhizy u trav se zabývala celá řada cizích badatelů (Dominik, 1953, Dominik, Nespiak, Pachlewski, 1954, Klečka, Vukolov, 1934). U nás nebyla dosud studována. Většina ze zahraničních badatelů soudí (Boulard, 1956, Dominik, 1953, Dominik, Nespiak, Pachlewski, 1954, Peyrrol, 1932), že více než 90 % rostlinných druhů vytváří s houbovým symbiontem úzké soužití, tzv. mykorrhizu.

Materiál a metodika

Anatomicky byly sledovány tyto druhy: *Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv., *Poa pratensis* L., *Calamagrostis vilosa* (Chaix) Gmel., *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilger., *Festuca pratensis* Huds., *Agrostis stolonifera* L., *Holcus mollis* L., *Nardus stricta* L., *Bromus erectus* Huds., rostoucí na horské louce ve výšce 750 m n. m. u obce Desná v Jizerských horách. Louka se kosí jedenkrát ročně. Drnová vrstva 0–5 cm, drnopodzol 5–20 cm, pH 4,8–5,1. Kořínky druhého, třetího a čtvrtého řádu byly odebrány z drnové vrstvy. U kořenů prvního řádu nebyl v žádném případě nalezen symbiont. Kořínky byly odebrány a zkoumány od 8. do 10. září. Z odebraných kořínků byly zhotoveny preparáty a podrobeny vyšetření.

Výsledky

1. *Poa pratensis* L. — houbový symbiont byl nalezen ve všech padesáti preparátech. Hyfy se nalézaly téměř ve všech vrstvách kořene vyjímaje endodermis a centrální válec kořene. Optimální rozvoj hyf byl zjištěn v parenchymatických buň-

kách primární kůry, rovněž v epiblemových buňkách byly zjištěny hyfy, ale nebyly nalezeny v kořenech prvního řádu a ve špičkách kořenových. Hyfy aktivně pronikají do kořene buňkami vlásků kořenových. Byly zjištěny dva typy hyf: první typ, mající v průměru 4,5–11 μ , byl nazván hyfy hlavní; druhý typ mající v průměru 2–3 μ , byl nazván hyfy vedlejší. Hyfy hlavní vytváří nepravidelné ztlustěliny, z kterých vyrůstají článkované, různé větvené hyfy vedlejší. Hyfy hlavní i vedlejší vytvářejí arbusculy a vesicles. Slabší, vedlejší hyfy jsou patrně přechodného charakteru, jelikož nebyly zjištěny u všech preparátů. Rovněž bylo zjištěno rozpadání a stravování těchto hyf, které bylo nejlépe patrné v parenchymatických buňkách primární kůry. Hyfy aktivně pronikají blánou buněčnou a dochází ke ztlustění hyf. Často bylo možno pozorovat oplétání jádra buněčného hyfou a jeho protažení. V buňkách, které neobsahovaly hyfy, nebylo jádro buněčné patrné. Hyfy se při průchodu buňkami různě větví, zaškrcojí nebo zduřují. Konce hyf jsou buď rovné, kyjovité ztlustělé nebo vidlicovitě rozvětvené. Vesikuly se nejčastěji nacházely v parenchymatických buňkách těsně pod epiblemem. Buňky obsahující rozpadlá vlákna byly zbarveny světle hnědě. Mykorrhiza tolypofagního typu (Burgeff, 1938). (Tab. I.)

2. *Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv. — hyfy jsou zcela stejného charakteru jako u druhu *Poa pratensis* L. Nebylo pozorováno ztlustění hyf při průchodu blánou buněčnou a nebyly zjištěny pelotony. Vše ostatní stejné jako u výše popsaného druhu (tab. II).

3. *Festuca pratensis* Huds. — hyfy a jejich rozmištění v kořeni stejné jako u *Poa pratensis* L. U hlavních hyf byly pozorovány přezky (stopkovýtvarné) a plodnice nápadně připomínají plodničky hub vřeckatých (*Ascomycetes*). Bylo zjištěno pronikání vedlejších houbových hyf z buňky do buňky plasmodiem. Mykorrhiza typu tolypofagního (tab. II a III).

4. *Agrostis stolonifera* L. — zjištěny oba typy hyf stejného charakteru, jak byly popisovány u druhu *Poa pratensis* L. Aktivní pronikání hyf nastává buď buňkami vlášení kořenového, nebo hyfy pronikají mezi buňkami epiblemu. Nebyl pozorován rozvoj hyf v mezibuněčných prostorech. Při pronikání hyf blánou buněčnou bylo pozorováno naopak ztenčení hyf a nikoliv ztlustění jako u *Poa pratensis* L. (tab. III a IV).

5. *Holcus mollis* L. — rovněž i u tohoto druhu byla zjištěna mykorrhiza stejného charakteru jako u *Poa pratensis* L. Hyfy pronikají z buňky do buňky bez zřetelných změn. Jádra buněčná propletená hyfou byla poněkud deformována. Mykorrhiza typu tolypofagního (tab. IV).

6. *Nardus stricta* L. — u tohoto druhu byly zjištěny mimo hyf výše popisovaných „korálkovité hyfy“ o průměru 7–12 μ . Podobný typ hyf nebyl zjištěn u žádného zkoumaného druhu. Byly pozorovány rozpady hyf a jejich stravování. Vedlejší hyfy byly septované a prstovité větvené. Pouze u pěti preparátů byla zjištěna mykorrhiza s korálkovitými hyfami. Podobné zjištění uvádí Klečka (1934). Mykorrhiza typu tolypofagního (tab. V).

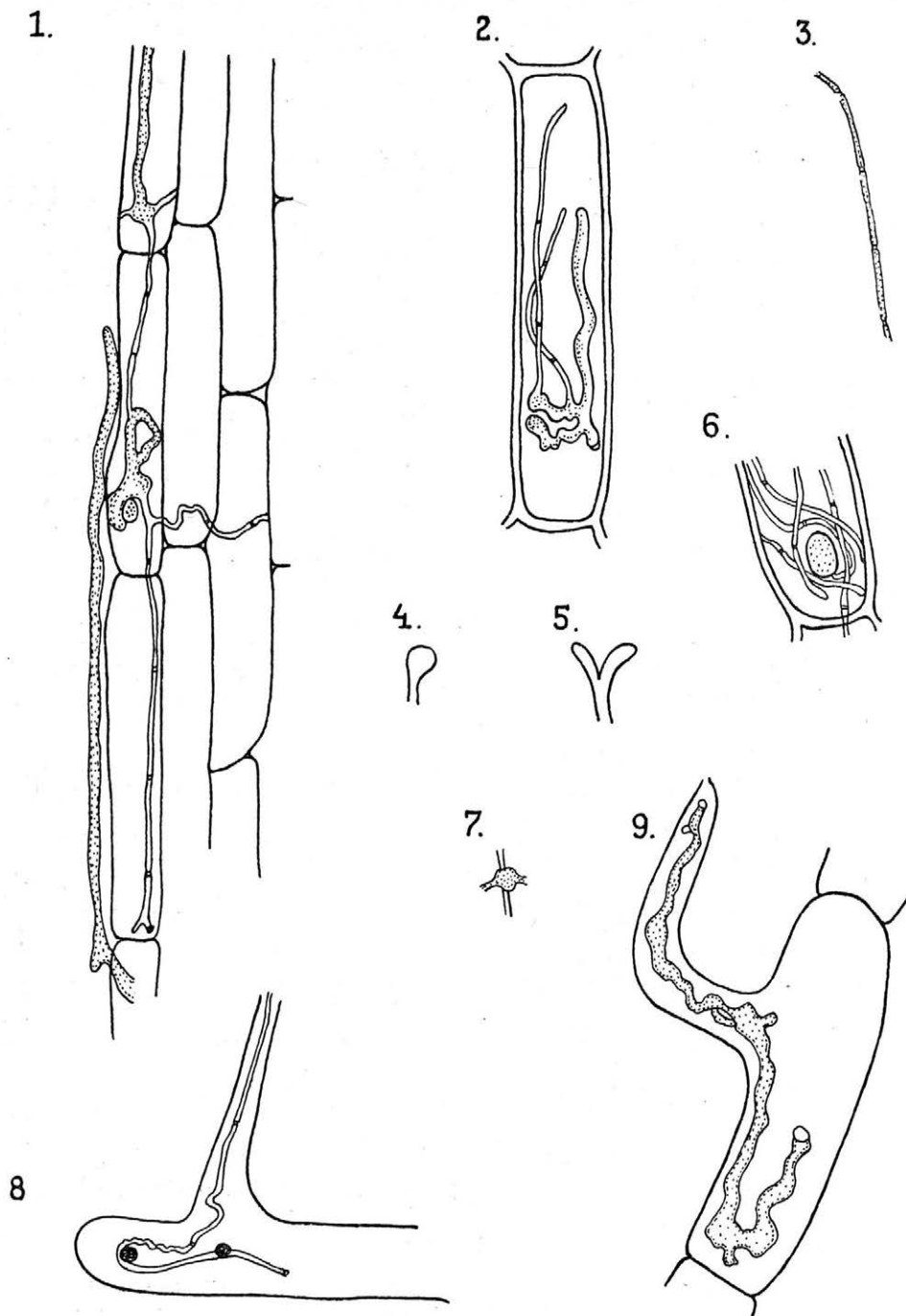
7. *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilger — u tohoto druhu se setkáváme se stejným typem hyf a stejným charakterem mykorrhizy jako u *Poa pratensis* L. Hyfy při pronikání blánou buněčnou nejeví žádných morfologických změn. Mykorrhiza typu tolypofagního (tab. V).

8. *Calamagrostis villosa* (Chaix.) Gmel. — mykorrhiza stejného charakteru a stejného typu jako u *Poa pratensis* L. Byl zjištěn slabší rozvoj mykorrhizy proti ostatním popisovaným druhům (40 preparátů a slabší stupeň napadení — tab. V).

9. *Bromus erectus* Huds. — stejný druh a stejný typ mykorrhizy jako u *Poa pratensis* L. Infekce hostitelské rostliny nastává buňkami kořenových vlásků (tab. V).

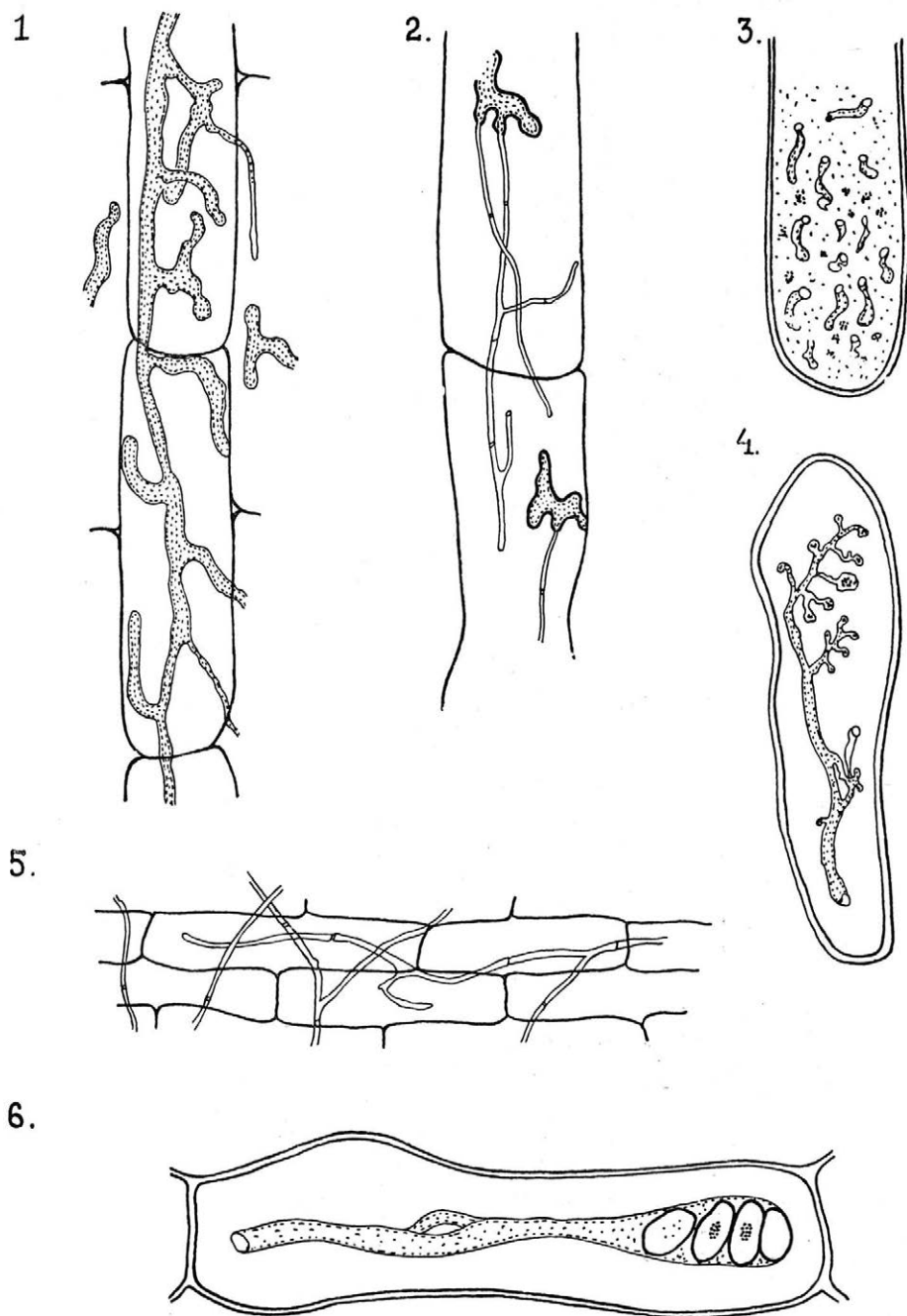
Diskuse

U všech devíti druhů trav z čeledi *Gramineae* byla zjištěna endotrofní mykorrhiza tolypofagního typu (podle Burgeffa, 1938) a vlákna dvojího charakteru: hlavní silné vlákno a vedlejší slabší a septované vyrůstající z hlavní hyfy. Pronikání houbového symbionta do kořene hostitelské rostliny je aktivní činnost a děje se buď buňkami vlášení kořenového nebo mezi buňkami epiblemu. Infekce se zúčastňují hyfy hlavní a hyfy vedlejší. U druhu *Nardus stricta* L. byly zjištěny „korálkovité“ hyfy. V parenchymatických buňkách primární kůry byl pozorován maximální rozvoj houbového symbionta, rozpad hyf a jejich stravování hostitelskou rostlinou.

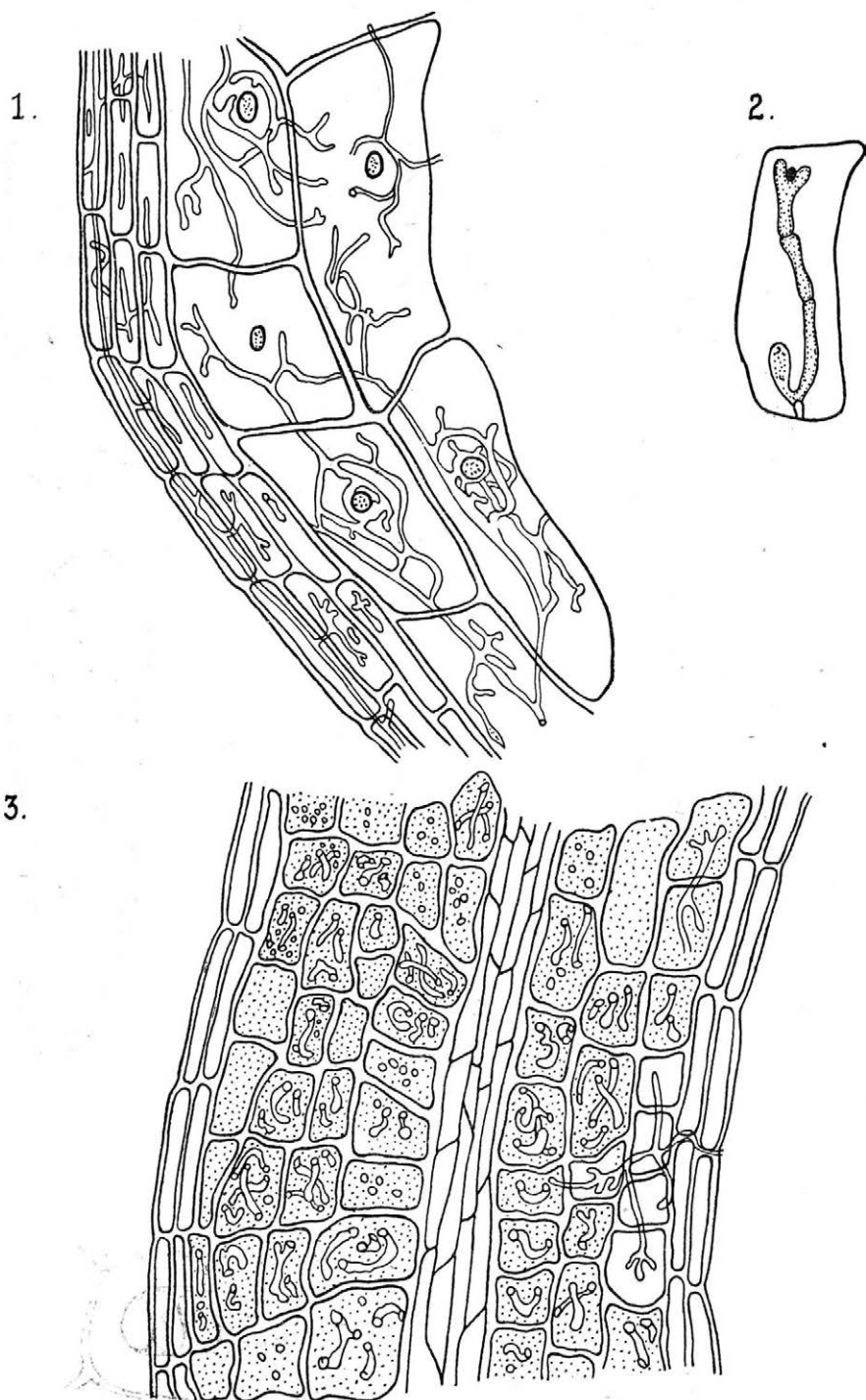


Tabule č. I.: Endotrofní mykorrhiza u *Poa pratensis* L. 1, 2. — Hlavní a vedlejší hyfy v buňkách primární hyfy. 3. — Detail vedlejší hyfy. 4. — Kyjovité zakončení hlavní hyfy. 5. — Vidlicovité zakončení hlavní hyfy. 6. — Jádru buněčné opletané vedlejšími hyfami. 7. Ztlustění vedlejší hyfy při průchodu blánou buněčnou. 8. — Pronikání vedlejší hyfy vláskem kořenovým. 9. — Pronikání hlavní hyfy vláskem kořenovým, 900, 600X

II.

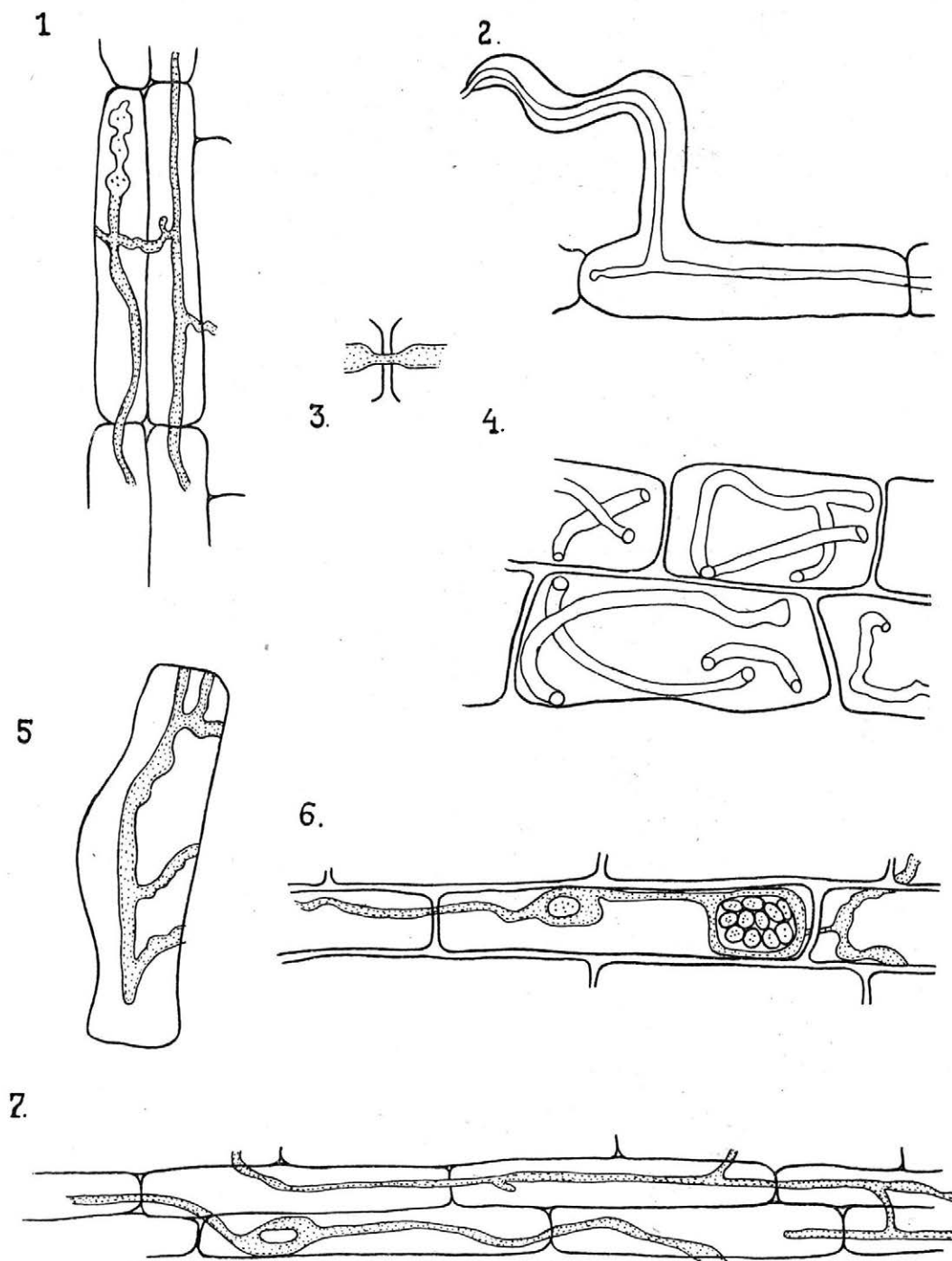


Tabule č. II.: Endotrofní mykorrhiza u *Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv. 1, 2. — Hyfy hlavní a hyfy vedlejší v buňkách primární kůry. 600X
 Endotrofní mykorrhiza u *Festuca pratensis* Huds. 3. — Rozpadlé hyfy v buňce. 4. — Vedlejší hyfy v buňkách primární kůry. — 5. Arbusculy. 6. — Zakončení hyfy. 600, 900X



Tabule č. III.: Endotrofní mykorrhiza u *Festuca pratensis* Huds. 1. — Hyfy v buňkách epiblemu a primární kůry.

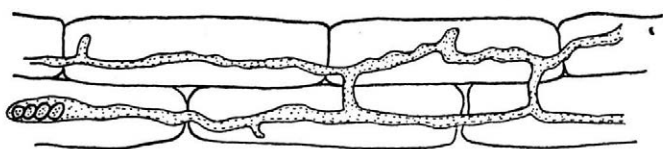
Endotrofní mykorrhiza u *Agrostis stolonifera* L. 2. — Detail přehrádkové hyfy s kyjovitým a vidlicovitým zakončením. 3. — Hyfy, rozpadlé hyfy v buňkách primární kůry. 600, 900 X



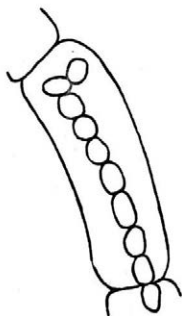
Tabule č. IV.: Endotrofní mykorrhiza u *Agrostis stolonifera* L. 1. — Pravidelné ztlustěninny hyfy u buňkách primární kůry. 2. — Pronikání hyfy vláskem kořenovým. 3. — Ztenčení hlavní hyfy při pronikání blánou buněčnou. 4. — Hlavní hyfy v buňkách primární kůry.

Endotrofní mykorrhiza u *Holcus mollis* L. 5. — Detail hlavní hyfy v buňce primární kůry. 6. — Hlavní hyfy v buňkách primární kůry (vesiculy). 7. — Hyfy v buňkách primární kůry. 600, 900 X

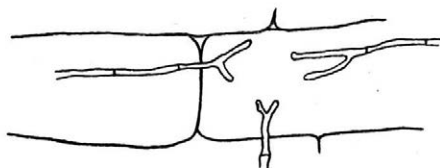
1.



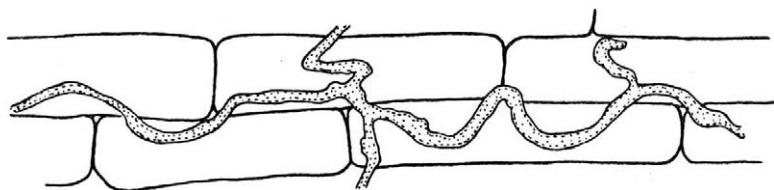
3.



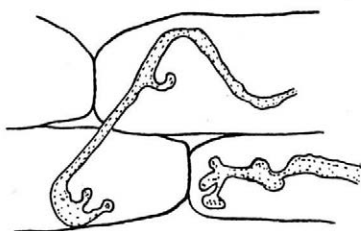
2.



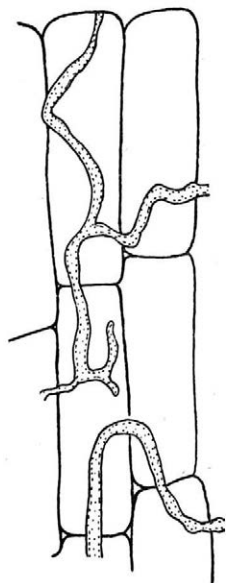
4.



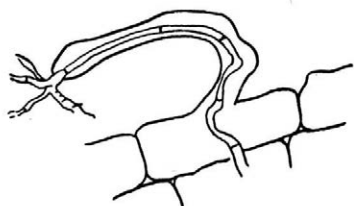
5.



7.



6.



Tabule č. V.: Endotrofní mykorrhiza u *Nardus stricta* L. 1. — Hlavní hyfy v buňkách primární kůry a vesiculy. 2. — Vedlejší, vidlicovitě rozvětvené hyfy v buňkách primární kůry. 3. — „Korálkovité“ hyfy v buňkách epiblemu. 4, 5. — Hlavní hyfy v buňkách primární kůry.

Endotrofní mykorrhiza u *Bromus erectus* Huds. 6. — Pronikání vedlejší hyfy vláskem kořenovým.

Endotrofní mykorrhiza u *Calamagrostis vilosa* (Chaix) Gmel. 7. — Hlavní hyfy v buňkách primární kůry. 600, 900X

Problematika mykorrhizy u rostlin bylinného charakteru nebyla u nás studována. V jiných státech (Polsko, SSSR, Švédsko, Anglie, Portugalsko, NSR) byly vytvořeny celé školy, které se touto problematikou velmi podrobně a z různých hledisek zabývají. Cílem předložené práce je ukázat, že i u nás by měla být věnována pozornost této problematice.

Souhrn

U všech devíti druhů travin z čeledi *Gramineae* byla zjištěna endotrofní mykorrhiza tolypofagního typu. Maximální rozvoj hyf byl zjištěn v buňkách primární kůry. Nikdy nebyla zjištěna infekce v buňkách centrálního válce.

Literatura

1. Boulard B.: Progrés récentes dans l'étude des *Mycorrhizes endotrophes*. Bull. de la Soc. bot. de Fr., 103, 75-90, 1956. — 2. Burgeff H.: Mycorrhiza. T. Verdoord, Hague 1938. — 3. Dominik T.: Mikotrofitizm rodziny traw. Post. Wiedzy Roln., 3, 36-47, 1953. — 4. Dominik T., Nespiak A., Pachlewski R.: Badania mikotrofizmu zespolow roslinnich regla gornego w Tatrach. Acta Soc. bot. Polon., 23, 487-504, 1954. — 5. Klečka A., Vukolov V.: Příspěvek k otázce mykorrhizy u trav a jiných lučních rostlin a jejich fyziologický význam. Rozpr. II. tř. čes. akad., 44, 1-11, 1934. — 6. Krjager L. V.: Endotrofnaja mikoriza travjanistych rastenij nekotorych fitocenoz centralnogo Preduralja. Bot. žurnal, 46: 617-627, 1961. — 7. Mejstřík V.: Zjištění mykorrhizy u pšenice, ovsa a žita. Sborn. ČSAZV, Rostl. výroba 24, 941-949, 1955. — 8. Peyronel B.: Assenza di micorize nelle piante insettivore ed emiparassite et probabile significato della micoriza. Atti. IV. Congr. Naz. Mikrobiol. Milan 1932. — 9. Schlicht A.: Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung und Bedeutung der Mycorrhizen. Landw. Jahrb., 18, 478-506, 1889. — 10. Stahl E.: Der Sinn der Mycorrhizenbildung. Jahrb. f. Wiss. Bot., 34, 539-688, 1900. — 11. Strzemska J.: Badania nad mykorizou roslin zlakowych. Postepy Wiedzy Roln., 4, 38-41, 1952. — 12. Wintz A. G.: Zur Problem der Mykorrhiza bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. I. Die Mykorrhizen der Gramineen. Zeitsch. Pflanzernähr. Düng. Bodenkn., 3, 221-243, 1953.

Цитологическое изучение эндотрофной микоризы у *Gramineae*

У всех 9 видов трав семейства *Gramineae* была установлена эндотрофная микориза толипофагного типа. Максимальное развитие гиф было установлено в клетках первичной коры. Ни в одном случае не была установлена инфекция в клетках центрального цилиндра.

A Cytological Study on the Endotrophic Mycorrhiza in *Gramineae*

In all nine species of grasses of the family *gramineae* an endotrophic mycorrhiza of a tolypophageous type was found. The maximum development of hyphae was found in cells of the primary cortex. An infection in the cells of the central cylinder was not found in a single case.

VLIV OBDĚLÁVÁNÍ A HNOJENÍ NA MIKROFLÓRU A MIKROBIOLOGICKÉ POCHODY V PŮDĚ

Biologické základy zpracování půdy

Биологические основы обработки почвы

Die biologischen Grundlagen der Bodenbearbeitung

E. N. MIŠUSTIN a I. S. VOSTROV

Mikrobiologický ústav Akademie věd SSSR, Moskva

Po Velké říjnové revoluci vstoupila polní výroba v Sovětském svazu do nového období vývoje, vyznačujícího se používáním minerálních hnojiv, která nabývají stále většího významu při zvyšování úrodnosti půdy. Tím však nemizí úloha biologického činitele v polní výrobě. Plné využití tohoto činitele podporuje mobilizaci přirozené úrodnosti a přispívá k hospodárnějšímu využívání minerálních hnojiv. Velký význam má zejména zpracování půdy, které reguluje mikrobiologické pochody v ní probíhající, jakož i mobilizaci rostlinných živin.

Při dříve používané úhorové soustavě v polní výrobě se úrodnost půdy zvyšovala působením divoce rostoucích rostlin. Půda pokrytá několik let nepřetržitě bohatým bylinným rostlinstvem se obohacovala organickými látkami, které jsou zdrojem výživy pro saprofytní mikroflóru půdy. Docházelo k hromadění humusu, půda se obohacovala dusíkem atd.

Do nedávné doby se v Sovětském svazu rozsáhle používalo travoplní soustavy, při níž úlohu obnovitelů půdní úrodnosti hrály směsi víceletých píceň, složené z luskovin a trav.

Obě uvedené soustavy jsou však ekonomicky nerentabilní. Intenzifikace polní výroby a přechod na nové, pokročilejší soustavy kladou ve větší šíři otázku nejen o využívání minerálních hnojiv, ale i zbytků jednoletých rostlin, které se nyní budou v podstatě pěstovat v nově zaváděných osevních postupech. Nesmí se zapomínat na to, že při pěstování jednoletých luskovin se většina dusíku odváží z pole ve výnosu. Jeho návrat na pole musí být zajištěn, jak uváděl Prjanišnikov, zaoráváním chlévské mrvy. Projití jednoletých luskovin (i jiných rostlin) chlévem může podstatně pomoci v zásobování půdy cennými prvky.

Patřičnou pozornost je však třeba věnovat využití slamnatých zbytků, které jsou v současné době ve skutečnosti odpadem. Předpokládá se, že jejich zaorání přispívá k vázání přístupného dusíku a způsobuje pokles výnosů rostlin (kromě luskovin). Přitom však jsou slamnaté zbytky ohromnou rezervou organické půdní hmoty a energetickým materiálem pro práci poutačů dusíku.

Při pěstování jednoletých rostlin, zvláště při použití černého úhoru, se pravidelně vytvářejí podmínky, kdy půda zcela spotřebuje všechny snadno přístupné organické zbytky, takže mikroflóra je nucena přizpůsobit se k využívání energie těžko dostupných zásob humusových látek a chemických sloučenin minerální složky půdy. Ta pak vede k postupnému zmenšování zásob humusu a zhoršování vlastností půdy.

Uložili jsme si za úkol prozkoumat zvláštnosti mikrobiologických pochodů v jednotlivých horizontech orniční vrstvy a na tomto základě vypracovat způsoby využití slamnatých zbytků, které by poskytly kladné výsledky, pokud jde o zvýšení výnosu.

Zabývali jsme se orbou jak pluhem s odhrnovačkou, tak i bez ní. Brali jsme v úvahu skutečnost, že většina hmoty kořenů je pod přirozenou rostlinnou pokrývkou nahromaděna poblíž povrchu půdy. Využití energetických látek mikroorganismy zde probíhá v aerobnějších podmínkách, pokud to dovolují vlhkostní poměry. Při orbě pluhem s odhrnovačkou se většina rostlinných zbytků přemísťuje do spodní části orniční vrstvy, tj. dostává se do podmínek poměrně anaerobnějšího rozkladu, než jak tomu bylo v průběhu evoluce půdy jako živé hmoty. To znamená, že vidíme-li v přírodě ubývání znaků života půdy ve formě kužele obráceného základnou směrem nahoru, pak orba pluhem s odhrnovačkou staví tento kužel základnou dolů. Při orbě pluhem bez odhrnovačky jsou podmínky pro průběh mikrobiologických procesů bližší přírodním podmínkám.

Metodika

Polní pokusy jsme provedli ve variantách s orbou pluhem s odhrnovačkou a s orbou bez odhrnovačky na polích Šadrinské výzkumné stanice (Západní Sibiř), na polích Zemědělského ústavu centrálního černozemního pásma V. V. Dokučajeva (Voroněžská oblast) a v iževském okrese v Rjazaňské oblasti. Sestavování modelů jsme uskutečnili ve vegetačních pokusech s pískem, podzolem a černozemní půdou ze západní Sibiře. Při výpravách jsme prováděli mikrobiologické výzkumy podle metodiky laboratoře půdních mikroorganismů Mikrobiologického ústavu Akademie věd SSSR. Zjednodušenou gazometrickou metodou jsme provedli rozbor biologické aktivity jednotlivých horizontů orniční vrstvy půdy podle tvorby CO_2 z různých navážek na různý časový úsek (I). Potencionální schopnost půdy k nitrifikaci jsme určovali podle rozdílu v množství nitrátů ve výchozích vzorcích a dvoutýdenním kompostováním půdy s provzdušněním a zavlažením. O rychlosti rozkladu vlákniny v jednotlivých horizontech orniční vrstvy jsme usuzovali podle pouhým okem znatelného porušení pásků lněného pletiva o velikosti 10–15 cm, které jsme ukládali vertikálně do půdy (Vostrov, Petrova, 1961) a vyjímali z ní po jednom až dvou měsících.

Ve vegetačních pokusech jsme zkoušeli vliv různých způsobů zapravení slámy na výnos pšenice v nádobách naplněných pískem, podzolem nebo černozemí; v pokusu s pískem jsme určovali poměrné množství huminové kyseliny, která se vytvořila při rozkladu v různých proplástech různých navážek slámy.

Výsledky a zhodnocení

Mikrobiologické rozborů provedené na různých půdách (Mišustin, Mirzoeva, Vostrov, 1957) ukázaly, že při každoroční orbě k jednoletým plodinám pluhem s odhrnovačkou dochází přesto k rozlišení horizontů orniční vrstvy půdy podle počtu mikroorganismů. Svrchní horizonty orniční vrstvy obsahují větší počet mikroorganismů (nehledě na orbu pluhem s odhrnovačkou). Každoroční povrchové zpracování půdy diskovými kultivatory podporuje zřetelnější rozlišení horizontů orniční vrstvy podle počtu mikroorganismů.

Kvalitativní složení mikroorganismů se vyrovnává při každoroční orbě pluhem s odhrnovačkou do hloubky orniční vrstvy. Při každoročním povrchovém zpracování

I. Biologická aktivita jednotlivých vrstev různě zpracované černozemní půdy

Varianta pokusu	Horizonty orniční vrstvy				
	0—5 cm	5—10 cm	10—20 cm	20—30 cm	30—40 cm
I. Voroněžská oblast					
Panenská půda	14,7	11,2	4,8	2,0	1,2
Úhor zpracovávaný pluhem bez od- hrnovačky	1,5	1,4	1,1	1,2	0,4
Běžný úhor	0,8	1,0	1,0	0,7	0,2
Varianty pokusu	Horizonty orniční vrstvy				
	0—10 cm	10—20 cm	20—30 cm		
II. Kurganská oblast					
Panenská půda		6,0	2,0	0,8	
Diskování (po dobu 5 let)		2,7	1,7	0,7	
Normální orba (po dobu 5 let)		1,9	1,6	1,5	
Sláma zapravená při diskování		5,6	2,7	1,5	
Sláma zapravená při orbě pluhem s odhrnovačkou		1,5	2,4	1,8	

Poznámka: oralo se do hloubky 30 cm.

po dobu 4–5 let dochází k výraznému obohacování flóry povrchové vrstvy půdy bakteriemi rodu *Pseudomonas*, houbami z rodu *Trichoderma* a aerobními bakteriemi rozkládajícími vlákninu rodu *Cytophaga*.

Velmi široký výběr mikrobiologických metod výzkumu použitý v našich pokusech dovoluje vyslovit závěr, že jednotlivé horizonty orniční vrstvy půdy nejsou stejnorodé. Při všech způsobech zpracování půdy se odlišuje aktivnější povrchová vrstva (0–15 : 0–20 cm), v níž energičtěji probíhají mikrobiologické pochody (pocho-pitelně při dostatečné vlhkosti). Při použití orby pluhem bez odhrnovačky je svrchní vrstva půdy bohatší mikroflórou než při orbě pluhem s odhrnovačkou.

Stanovení biologické aktivity jednotlivých horizontů orniční vrstvy podle metody Vostrova (1960) plně potvrzuje tento závěr, což je dobře vidno z údajů tabulky I. S postupujícím prohlubováním se půdní horizonty stávají méně aktivními v produkci CO₂. Při použití orby pluhem bez odhrnovačky nebo diskování je svrchní vrstva půdy maximálně aktivní. Podobný obraz je typický pro panenskou půdu.

Mikrobiologická pozorování ukázala, že sláma zapravená do svrchní vrstvy půdy (0–10 cm) se rozkládá mnohem rychleji než sláma zaorávaná hlouběji do půdy. Dobře to potvrzují údaje tabulky I. Sláma zapravená při diskování (0–8 cm) podporuje větší tvorbu CO₂ než sláma zaoraná do hloubky orniční vrstvy. To svědčí o tom, že hloubkou zapravení rostlinných materiálů lze podstatně měnit rychlost jejich rozkladu. Povrchové zapravení slámy mimo jiné způsobuje masové rozmno-žení hub z rodu *Trichoderma* a bakterií z rodu *Cytophaga*. Houby z rodu *Penicillium* jsou přitom vytlačovány z půdy.

Zvláštnosti každoročního opakovaného povrchového zpracování půdy nebo zpra-cování pluhem s odhrnovačkou se výrazně projevují v červencovém rozboru poten-cionální schopnosti horizontů půdy k nitrifikaci. Pro příklad jsou v tabulce II uve-deny údaje o nahromadění nitrátů v černozemích Kurganské oblasti, zpracovávaných různým způsobem. Rozbor byl proveden podle metody Waksmana.

II. Potencionální schopnost různých horizontů orniční vrstvy černozemní půdy k nitrifikaci

Varianty pokusu	Půdní horizont (v cm)	Nahromadění nitrátů (v mg na 1 kg) v půdě za tři týdny
Panenská půda	0–10	98,0
	20–30	7,3
Diskování (2 let)	0–10	428,5
	20–30	2,9
Normální orba (5 let)	0–10	5,0
	20–30	0

Kypření půdy bez obrácení tedy značně zvyšuje biogenost svrchní vrstvy půdy. V panenské půdě je tato vrstva rovněž velmi aktivní.

Různou kvalitu horizontů orniční vrstvy lze dobře zjistit uložením pásků lně-ného tkaniva (Vostrov, Petrova, 1961) do půdy. Tímto způsobem lze zvláště zjistit poměrně rychlé odlišení svrchního horizontu dokonce i po orbě pluhem s od-hrnovačkou. Například za měsíc po orbě byl stanoven úbytek váhy sušiny lněného tkaniva v různých hloubkách, který se projevil takto:

Hloubka (v cm)	Úbytek váhy (v ‰)
7	46,8
15	23,2
25	20,3
35	20,0

V poslední době se nám podařilo potvrdit různou kvalitu půdních horizontů vyvoláním pásků tkaniva umístěných v půdě v chromatografické vývojce.

Uvedené příklady různé kvality horizontů orniční půdy a jejich rychlého roz-lišení ukazují na neudržitelnost teorie orby pluhem s odhrnovačkou, která před-pokládá stejnorodost horizontů v celé hloubce orby. Tyto příklady nás nutí k za-myšlení, do jaké hloubky je výhodnější umisťovat rostlinné zbytky. Předběžnou od-pověď na tuto otázku dávají vegetační pokusy.

Pokus s pískem ukázal, že v prvním roce po zapravení stejných navážek slámy do vrstvy 0–6 nebo 0–20 cm jsou výnosy obilí téměř stejné. Ve druhém roce byl výnos zrna získán pouze při povrchovém zapravení slámy a ve třetím roce ve variantě se zapravením slámy do hloubky 0–20 cm následně působení končilo a rostliny uhynuly; zapravením slámy do hloubky 0–6 cm se získalo po jednom až dvou zrnech v klasu.

Pokus ukázal, že huminová kyselina se nejvíce hromadí při rozkladu slamnatých zbytků ve svrchní vrstvě půdy. Z optické hustoty roztoků humátu je vidno, že stejné množství slámy poskytlo při rozkladu v horizontu 0–6 cm 25násobné množství huminové kyseliny než ve vrstvě 14–20 cm.

Zapravení slámy do vrstvy 0–6 cm podzolované půdy nesnižovalo výnos trav, kdežto promísení téže dávky slámy v hloubce 20 cm snižovalo výnos na polovinu ve srovnání s kontrolou. Výnos luskovin se po zapravení slámy podstatně zvýšil, avšak účinek byl mnohem lepší, jestliže byla sláma zapravena do svrchní vrstvy půdy.

Výnosy trav na černozemích po povrchovém zapravení slámy značně stoupají. Po zapravení slámy do hloubky 0–20 cm se výše výnosů nezměnila.

Souhrn

Bylo dokázáno, že při různých způsobech zpracování půdy se jednotlivé horizonty orniční vrstvy podstatně liší počtem mikroorganismů a energií probíhajících pochodů.

Odlišení horizontů orniční vrstvy probíhá poměrně rychle dokonce i po orbě s obrácením plástu.

Největší biogeností a aktivitou se vyznačuje svrchní horizont orniční vrstvy půdy. Při orbě pluhem bez odhrnovačky je rozdíl mezi tímto horizontem a spodními horizonty zvláště výrazný.

Z údajů o heterogenosti horizontů orniční vrstvy vyvozujeme, že pokusy o využití slamnatých zbytků jako hnojiva byly neúspěšné proto, že zbytky byly zapravovány na dno orniční vrstvy. V těchto podmínkách se organické zbytky pomalu mineralizují, což způsobuje nejen dlouhodobé vázání pohyblivého dusíku, ale i vytváření toxických produktů, které snižují výnos (Mišustin, 1961). Mnohem účelnější je zapravení slamnatých zbytků do svrchního horizontu orniční vrstvy půdy. V tomto horizontu se omezují výše uvedené nežádoucí jevy a dochází k energické nové tvorbě humusových látek, které nejen zlepšují vlastnosti půdy, ale mají i stimulační účinek na rostliny (Kononova, 1951).

Vegetační a polní pokusy potvrdily účelnost praktického využití uvedených způsobů.

Literatura

1. Vostrov I. S.: Trudy Instituta mikrobiologii AN SSSR, 205-213, 1960. —
2. Vostrov I. S., Petrova A. N.: Mikrobiologija 4, 665-672, 1961. —
3. Kononova M. M.: Problema počvennogo gumusa i sovremennyye zadachi jego izučeniya, 1951. —
4. Mišustin E. N.: Trudy Instituta mikrobiologii AN SSSR 11, 3-16, 1961. —
5. Mišustin E. N., Mirzoeva V. A. a Vostrov I. S.: Izvěstija AN SSSR, ser. biol. 4, 466-479.

Биологические основы обработки почвы

Показано, что при любых способах обработки почвы отдельные горизонты пахотного слоя существенно отличаются по их микронаселению и энергии протекающих процессов.

Обособление горизонтов пахотного слоя происходит довольно скоро даже после вспашки с оборотом пласта.

Наибольшей биогенностью и активностью отличается верхний горизонт пахотного слоя почвы. При безотвальной вспашке разница между ним и нижележащими горизонтами выступает более резко.

На основании имеющихся у нас данных о гетерогенности горизонтов пахотного слоя мы считаем, что попытки использования соломистых остатков как непосредственного удобрения терпели неудачу из-за помещения их на дно пахотного слоя. В этих

условиях органические остатки медленно минерализуются, что приводит не только к длительному закреплению подвижного азота, но и к образованию токсических продуктов, снижающих урожай (Mišustin, 1961). Значительно целесообразнее производить заделку соломистых остатков в верхний горизонт пахотного слоя почвы. Последний снижает указанные выше нежелательные явления и приводит к энергичному новообразованию гумусовых веществ, не только улучшающих свойство почвы, но и оказывающих стимулирующее действие на растение (Копанова, 1951).

Вегетационные и полевые опыты вполне подтвердили целесообразность практического использования указанных приемов.

Die biologischen Grundlagen der Bodenbearbeitung

Es wurde nachgewiesen, daß sich die einzelnen Horizonte der Ackerkrume bei verschiedenen Arten der Bodenbearbeitung sehr wesentlich durch die Anzahl der Mikroorganismen und die Energie der verlaufenden Prozesse unterscheiden.

Die Differenzierung der Horizonte der Ackerkrume verläuft sogar nach Pflügen mit vollkommenem Umbruch des Erdstreifens verhältnismäßig schnell.

Die größte Biogenität und Aktivität weist der obere Horizont der Ackerkrume auf. Bei der Bodenbearbeitung mit einem Pflug ohne Streichblech ist der Unterschied zwischen diesem Horizont und den unteren Horizonten besonders deutlich.

Aus den Angaben über die Heterogenität können wir schließen, daß die Versuche zur Verwertung strohiger Rückstände als Dung deswegen erfolglos waren, weil diese Reste bis auf den Grund der Ackerkrume eingebracht wurde. Unter solchen Bedingungen werden die organischen Rückstände langsam mineralisiert, was nicht nur eine langfristige Bindung des beweglichen Stickstoffes, sondern auch die Bildung toxischer Produkte verursacht, die den Ertrag herabsetzen (Mišustin, 1961). Bedeutend zweckmäßiger ist die Unterbringung der strohigen Rückstände in den oberen Horizont der Ackerkrume. In diesem Horizont werden die oben angeführten unerwünschten Erscheinungen beschränkt und es kommt zu einer energischen Neubildung von Humusstoffen, die nicht nur die Bodeneigenschaften verbessern, sondern auch auf die Pflanzen eine stimulierende Wirkung ausüben (Kopanova, 1951). Die Vegetations- und Feldversuche haben die Zweckmäßigkeit der praktischen Anwendung der angeführten Methoden im vollen Maße bestätigt.

Půdní mikroflóra a pšenice ozimá po různých předplodinách

Předběžné sdělení

Почвенная микрофлора и озимая пшеница после разных предшественников

The Soil Microflora and Winter Wheat after Various Preceding Crops

Karel ŘÍDKÝ

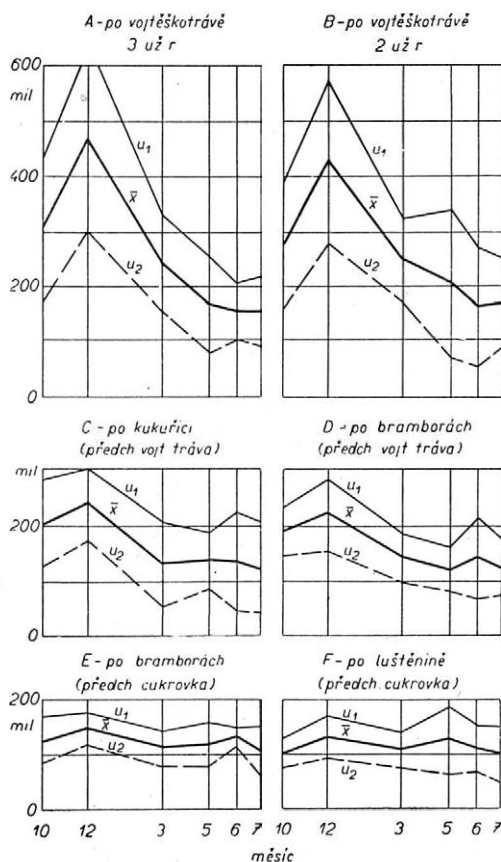
Výzkumná stanice základní agrotechniky a hnojení ÚVÚRV, Pohořelice u Brna

Jednoznačná odpověď na otázku po nejvhodnějším stavu půdní mikroflóry pro určitou plodinu je velmi nesnadná pro komplikovanost vztahů mezi plodinou a půdní mikroflórou, odvislých od konkrétních vlastností prostředí. Jako východisko k řešení může však sloužit skutečnost, že plodina přichází prakticky vždy do půdy, jejíž stav je možno označit za výsledek nejširšího vlivu předplodiny a agrotechnických úprav k plodině nové.

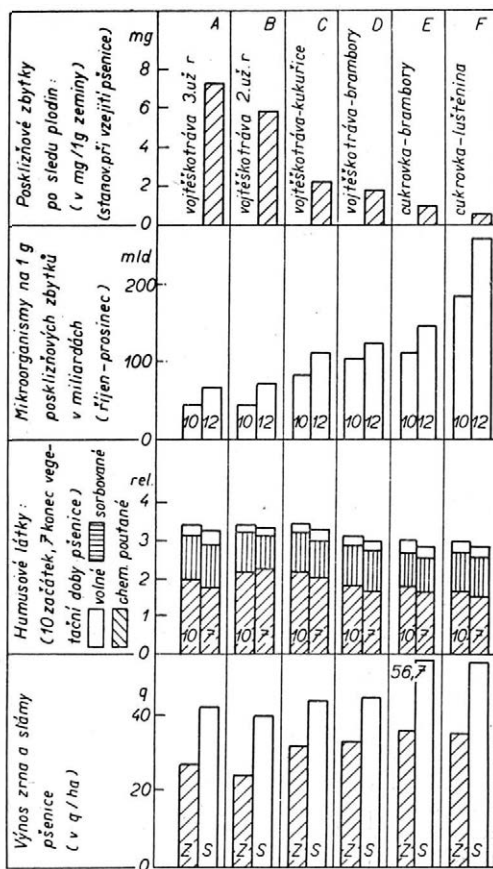
Pro hlubší poznání těchto základních vztahů významných pro zemědělství se ukázalo jako výhodné zaměřit výzkum k plodině jedné, pěstované však současně po různých předplodinách. Takto podrobně po pět let byly studovány kultury ozimé pšenice. Ukázalo se, že pšenice téže odrůdy v těchto půdách a klimatických podmínkách při stejných agrotechnických zásadách dává často značně rozdílné výnosy právě v důsledku různých předplodin.

Mikrobiologický výzkum byl prováděn v letech 1956–61 na honech šesti pokusných osevních postupů v Pohořelících. Velikost honu: 60 X 25 m. Půda: degradovaná černozem s ornici tvořenou tmavší hnědou hlínou, humózní, náznakové drobtovité struktury. Asi ve 40 cm přechází do světlejší hnědé, pak plavě žlutavé spráše. Vzorky byly odebrány v době vegetace pšenice, v polovině října, prosince, března, května, června a července, z vrstvy ornice z hloubky 5–20 cm, jako průměrné, zpracovávány ihned, bez předchozího prosávání. Navážka zeminy byla 100 g. Mikroflóra byla určována běžnou plotnovou metodou v rozsahu šesti fyziologických skupin.

V předložené práci je uvedeno pouze celkové množství mikroflóry (po sumari-
zaci skupin) a změny jejího průměrného stavu ($\bar{x}$) s rozptylem za pět let sledování (μ_1, μ_2) stanoveným vypočtením hranice spolehlivosti průměru pro hladinu významnosti $P = 0,05$ z rovnice $\mu_{1,2} = \bar{x} \pm s$; pro výpočet střední chyby bylo použito faktorů podle Behrens, sloužících k přibližnému odhadu této charakteristiky rozptylu. Základní frakce humusových látek byly určovány u každého vzorku měřením extinkce stupňovým fotokolorimetrem Pulfrichtovým, posklizňové zbytky byly získány vyplavením z monolitů.



Graf č. 1: Rozvoj půdní mikroflóry na honech s pšenicí ozimou po různých předplodinách. $\bar{x}$ = průměrné množství mikroflóry; μ_1, μ_2 = hranice spolehlivosti průměru. Vše v miliónech na 1 g suché zeminy



Graf č. 2: Množství posklizňových zbytků; stav mikroflóry na 1 g posklizňových zbytků; stav humusových látek; výnos zrna a slámy pšenice ozimé — po různých předplodinách

Výsledky a diskuse

Z připojených grafů je zřejmé, že posklizňové zbytky předplodin ovlivňují značně stav půdní mikroflóry u ozimé pšenice, nejvýrazněji v době od jejího zasetí do zámrazu půdy; větší množství zbytků je provázáno vyšším stavem mikroflóry (vztahované na váhovou jednotku zeminy analyzovaného vzorku; je to závislost přímá. Na jaře a v létě se pak stavy mikroflóry jednotlivých honů postupně stále více navzájem vyrovnávají, zřejmě v důsledku rozkladu uvedené organické hmoty. Nejvyšší dynamiku danou rozpětím minimum – maximum vykazují tedy hony s výchozím bohatým obsahem posklizňových zbytků.

Vliv rozdílných podmínek prostředí v jednotlivých letech sledování se projevuje nejvýrazněji opět u honů s nejvyšším množstvím posklizňových zbytků a tedy i mikroflóry; rozptýl od průměrných hodnot byl zde nejvyšší v podzimních měsících.

Vztáhneme-li množství mikroorganismů na jednotku dosud nerozložených posklizňových zbytků (uváděno pouze při podzimních analýzách), je relativně nejvíce mikroflóry tam, kde bylo těchto zbytků nejméně a naopak. Je tedy mezi množstvím posklizňových zbytků a množstvím mikroflóry na ně vztahované v daném případě závislost nepřímo úměrná.

Obsah humusu v půdě je zřejmě ovlivněn rovněž předplodinami; z grafu 2 je patrné kladné působení vojtěškotrav. Po okopaninách, náročných na mechanické zpracování půdy a zanechávajících málo posklizňových zbytků, je stav humusových látek poněkud snížen. Do sklizně pšenice dojde jen k poměrně malému snížení stavu humusových látek, takže sama pšenice uchovává tedy vcelku půdní fond v tomto ohledu v dobrém stavu. Podle vzájemného poměru jednotlivých frakcí je zde možno označit humus za kvalitní, poněvadž převládají složky sorpčně dosycené, stabilní, složky s vysokým stupněm upoutání chemickou vazbou.

Vyšších výnosů ozimé pšenice bylo dosaženo v uvedených podmínkách u těch honů, kde byl stav mikroflóry především v podzimním období sice poměrně nízký na jednotku zeminy, ale vztahen na jednotku dosud nerozložených organických zbytků byl nejvyšší, kde mikroflóra vykazovala nejmenší změny (nejvyrovnanější stav) během celého vegetačního období i nejnižší kolísání v množství při srovnání jednotlivých pokusných let, tedy nejnižší ovlivnění podmínkami prostředí. Možno zde předpokládat, že mikrobiální procesy vyvolané nutným přídavkem organické hmoty (hnojiva) do půdy proběhly ve své podstatné části již značně dříve, mimo rámec našich pozorování; posklizňové zbytky přímé předplodiny byly pak svým složením takového charakteru, že došlo k snadnému jejich rozkladu; stav humusových látek byl přitom uspokojivý. Domnívám se, že právě uvedenými poměry je charakterizovaná do určité míry „zralost“ půdy z hlediska mikrobiologického.

V našem případě byla taková půda u honů s pšenicí jdoucí po bramborách nebo lustěnině, jimž předcházela cukrovka. Půdu honů s opačnou charakteristikou by podle uvedených hledisek bylo nutno označit za mikrobiálně méně „zralou“; je to především u honů s bezprostředně zaoraným drnem vojtěškotrav (hlavně po pozdní zaorávce). Je tedy nutno za obdobných podmínek prostředí u plodiny, kde se předpokládá po větší část jejího vegetačního období vysoká dynamika rozvoje mikroflóry v důsledku posklizňových zbytků, počítat s deficitem živin a podmínky kultury podle toho upravit.

Souhrn

U pšenice ozimé zařazené po různých předplodinách byly sledovány kvantitativní změny půdní mikroflóry s přihlédnutím k posklizňovým zbytkům předplodin a stavu humusových látek. Bylo zjištěno, že dobrý výnos pšenice zabezpečuje „zralost půdy“, projevující se relativně vysokým stavem mikroflóry na jednotku dosud nerozložených organických zbytků, kterých je zde minimálně, dále poměrně vyrovnaným stavem mikroorganismů v průběhu vegetace, malým kolísáním v důsledku rozdílných podmínek prostředí v jednotlivých letech a konečně i příznivým stavem humusových látek.

Literatura

1. Řídký K.: Vliv různých předplodin, především vojtěškotravnic a jetelotravnic směsek na úrodnost půdy a výnos následné plodiny v osevních postupech v různých výrobních typech z hlediska biologické činnosti půdy. Soustava základních agrotechnických opatření v rostlinné výrobě. Kapitola VIII. SZN Praha, 1958.

— 2. Řídký K.: Mikrobiologický výzkum při zavádění travoplní soustavy na objektech Pohořelice, Hl. Životice. Závěrečná zpráva ČSAZV — VÚRV, výzk. stanice zákl. agrotechniky a hnojení Pohořelice, 1961. — 3. Řídký K.: Sledování vlivu různých předplodin na mikroflóru půdy a změn organické hmoty v půdě u honů s pšenicí ozimou. Závěrečná zpráva. ÚVÚRV Praha - Ruzyně, Výzkumná stanice základní agrotechniky a hnojení, Pohořelice 1962.

Почвенная микрофлора и озимая пшеница после разных предшественников

У озимой пшеницы, выращиваемой после разных предшественников, изучались количественные изменения почвенной микрофлоры с учетом пожнивных остатков предшественников и состояния гумусовых веществ. Было установлено, что хороший урожай пшеницы обеспечивается «зрелостью почвы», проявляющейся в относительно высоком уровне микрофлоры на единицу до сих пор неразложившихся органических остатков, которых здесь имеется минимум, далее относительно выравненным наличием микроорганизмов в процессе вегетации, небольшим колебанием вследствие различных условий среды в отдельные годы и, наконец, также благоприятным содержанием гумусовых веществ.

The Soil Microflora and Winter Wheat after Various Preceding Crops

In the case of winter wheat grown after various preceding crops the quantitative changes in the soil microflora were examined under consideration of the post-harvest remnants of preceding crops and of the humus substances. It was found that a good wheat yield is ensured by "soil ripeness", which is characterized by a relatively high quality in the microflora of the various not yet decomposed organic remnants, of which there is a minimum, and further by a relatively balanced quantity of microorganisms in the course of vegetation, by a small fluctuation in consequence of different conditions of environment in the various years, and finally by a favourable state of the humus substances.

Působení formy a způsobu dodávání minerálních hnojiv v závlahových podmínkách na životní činnost půdních mikroorganismů

Действие формы и способа внесения минеральных удобрений в орошаемых условиях на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов

The Influence of the Form and of the Method of Application of Mineral Fertilizers together with Irrigation on the Activity of Soil Microorganisms

Miroslava AMBROŽOVÁ

Výzkumná stanice základní agrotechniky a hnojení ÚVÚRV, Pohořelice u Brna

Závlahy plně využijeme tehdy, když ji nepovažujeme pouze za zajištění proti abnormálnímu suchu, ale získáme-li její pomocí i za normálních podmínek zvýšení sklizně. Tomuto požadavku lze vyhovět vhodným spojením techniky zavlažování a hnojení v hnojivé závlaze. Voda v tomto případě plní funkci jednak nezbytného růstového faktoru, jednak nositele živin. Je možno hnojit rostliny v uzavřeném porostu a pro zkvalitnění plodin. Hnojivá závlaha má účelně doplňovat hnojení v pevné formě.

K porovnání účinku suchých minerálních hnojiv a hnojivé závlahy na půdní mikroflóru byl založen r. 1959 pokus s ranými bramborami.

Pozemek pokusných parcel je středně těžká až těžší hlinitá půda, mělká černozem. Ornice sahá do hloubky asi 35 cm, spodina do 80 cm je tvořena diluviální spraší, pod níž se nachází písčité blok diluviálního původu, který nasedá na horninu třetihorního původu.

Průměrné hodnoty ovzdušných srážek a teplot jednotlivých měsíců ovlivňující pokus byly následující:

I. Ovzdušné srážky v mm a průměrné měsíční teploty vzduchu ve stínu ve 2 m

Měsíc	1958			1959						
	10.	11.	12.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
mm	48,0	21,1	45,8	15,1	2,6	28,4	34,9	38,8	78,8	126,9
°C	10,1	5,2	1,8	1,0	1,2	6,7	10,1	14,4	17,3	19,9

Pokus byl proveden se 6 kombinacemi hnojiv ve trojím opakování.

II. Rozdělení hnojiv na pokusných parcelách

Zásahy a jejich časové rozdělení	K Bez závlahy	Z Zavlaženo	ZS Zavlaženo a suché min. hnojivo	R Hnojivá závlaha	ZSM Zavlaženo + suché min. hnojivo s močůvkou	RM Hnojivá závlaha a močůvka
25. 5.	—	—	—	20 mm roztoku LV 0,20 SP 0,20 DS 0,30	20 mm vody	20 mm roztoku LV 0,20 SP 0,20 DS 0,30 25 l močůvky
26. 5. 28. 5.	— —	20 mm vody —	20 mm vody LV 0,20 SP 0,20 DS 0,30	— —	— LV 0,20 SP 0,20 DS 0,30	— 25 l konc. močůvky
5. 6.	—	35 mm vody	35 mm vody suché hn. LV 0,20 SP 0,20 DS 0,30	35 mm roztoku LV 0,20 SP 0,20 DS 0,30	35 mm vody suché hn. LV 0,20 SP 0,20 DS 0,30 25 l konc. močůvky	35 mm roztoku LV 0,20 SP 0,20 DS 0,30 25 l močůvky

LV = ledek vápenatý, SP = superfosfát, DS = draselná sůl.

Půdně mikrobiologicky byly sledovány plotnovou metodou tyto skupiny mikroorganismů: bakterie na MPA, konzumenti nitrátového a amoniakálního dusíku, minerálního fosforu, rozkladači organického fosforu, bakterie pektinolytické a celulo-lytické a rozkladači ligninu.

Plodina: brambory Bintje byly vysázeny 17. 4., vláčení provedeno 12. 5., okopání 18. 5., plečkování 25. 5., kopčení 9. 6., sklizeň 11. 7.

Výsledky mikrobiologických rozborů

byly hodnoceny analýzou rozptylu. Pravděpodobnost rozdílů způsobená hnojením u konzumentů amoniakálního dusíku, min. fosforu a rozkladačů ligninu je 90–99 %. Rozdíly mezi hnojením byly dále vyhodnoceny pomocí nejmenší průkazné difference, která pro konzumenty amoniakálního dusíku činí 6,06, pro konzumenty minerálního fosforu 5,6 a pro rozkladače ligninu 6,02.

Jak se projevila jednotlivá hnojení a jejich kombinace, vyplývá z následujících tabulek III, IV, V, VI a VII.

III. Výnosy q/ha

K	Z	ZS	R	ZSM	RM
138,05	211,94	269,86	272,36	252,50	255,13

IV. Průměrná vlhkost pokusných parcel ve váhových procentech vlhkosti v období trvání pokusu

K	Z	ZS	R	ZSM	RM
18,9	20,1	20,4	20,5	20,7	21,0

V. Konzumenti amoniakálního dusíku

Řádkové průměry	27,2 K	26,5 Z	25,6 ZS	31,0 R	22,7 ZSM	33,5 RM
27,2 K	—	1,6	1,6	3,8	4,5	6,3*
25,6 Z		—	0	5,4	2,9	7,9*
25,6 ZS			—	5,4	2,9	7,9*
31,0 R				—	8,3*	2,5
22,7 ZSM					—	10,8*
33,5 RM						—

Při rozboru výsledků pomocí nejmenší průkazné difference bylo zjištěno, že průkazné rozdíly jsou mezi K a RM, Z a RM, ZS a RM, ZSM a RM, ZSM a R vždy ve prospěch roztoku. U ostatních dvojic průkazných rozdílů nebylo.

VI. Konzumenti minerálního fosforu

Řádkové průměry	29,5 K	24,6 Z	25,2 ZS	31,3 R	25,1 ZSM	33,2 RM
29,5 K	—	4,9	4,3	1,8	4,4	3,9
24,6 Z		—	0,6	6,7*	0,5	8,6*
25,2 ZS			—	6,1*	0,1	8,0*
31,3 R				—	6,2*	1,9
25,1 ZSM					—	8,1*
33,2 RM						—

Průkazné rozdíly jsou mezi Z a R, ZS a R, Z a RM, ZS a RM, ZSM a RM, ZSM a R, vždy ve prospěch hnojivé závlahy. Rozdíly ostatních dvojic jsou neprůkazné.

VII. Bakterie rozkládající lignin

Řádkové průměry		20,2 K	16,1 Z	11,9 ZS	22,0 R	11,2 ZSM	24,4 [RM]
20,2	K	—	4,1	8,5*	1,8	9*	4,2
16,1	Z	—	—	4,2	5,9	4,9	8,3*
11,9	ZS	—	—	—	10,1*	0,7	12,5*
12,0	R	—	—	—	—	10,8*	2,4
11,2	ZSM	—	—	—	—	—	13,2*
24,4	RM	—	—	—	—	—	—

Průkazné rozdíly jsou mezi K a ZS, R a ZS, K a ZSM, R a ZSM, RM a Z, RM a ZS, RM a ZSM. Závlaha působí na růst rozkladačů ligninu depresivně. Ve spojení se suchým hnojením potlačující účinek ještě vzrůstá. Na zjištěných výsledcích se značně projevuje i podíl opakování.

Z výsledků je patrné, že nejen chemické složení, ale i forma dodaných hnojiv má vliv na kvantitativní zastoupení jednotlivých mikrobiálních skupin v půdě. Největší produkce mikroorganismů využívajících amoniakální dusík byla stanovena při použití roztoku a roztoku s močůvkou. Podobné výsledky byly zjištěny u mikrobiálních skupin bakterií využívajících minerální fosfor i rozkladačů ligninu. Rozdíly u ostatních mikrobiálních skupin, bakterie na MPA, konzumenti nitrátového dusíku, bakterie využívající organický fosfor, pektinolytické a celulolytické byly neprůkazné.

Vzhledem k pomnožení rozkladačů ligninu u hnojivé závlahy lze předpokládat, že hnojivá závlaha podporuje i mineralizaci látek vůči rozkladu značně odolných. Ačkoliv z výnosů nelze soudit, že by využitelnost živin u roztoku byla pro rostliny vyšší, je pro mikroflóru kyselina fosforečná přístupnější. Zatímco rostlina pravděpodobně snadno přijímá nitrátový dusík, mikroflóra se spokojuje amoniakálním zdrojem dusíku, který není především čerpán z močůvky. Na výnosech se močůvka projevuje spíše jako brzdicí činitel. Značná část amoniakálního dusíku je využívána půdními mikroorganismy.

Souhrn

1. V polním pokuse byl sledován vliv formy minerálního hnojiva suchého a v roztoku na půdní mikroflóru.
2. Půdní mikroorganismy byly stanoveny plotnovou metodou. Výsledky mikrobiologických rozborů byly hodnoceny analýzou roztopy. Vlivy kombinace hnojiv byly vyhodnoceny pomocí nejnižší průkazné difference.
3. Dostupná kyselina fosforečná v hnojivé závlaze zvyšovala především počet půdní mikroflóry, využívající minerální fosfor. Nitrátový dusík je pravděpodobně především využíván rostlinou, zatímco půdní mikroflóra dává přednost amoniakálnímu dusíku. Roztok uhlikatých látek typu ligninu je intenzivněji rozkládán při použití minerálních hnojiv v roztoku.
4. Na kvantitativní zastoupení jednotlivých mikrobiálních skupin v půdě má vliv nejen chemické složení minerálního hnojiva, ale i forma dodaných hnojiv.
5. Zdá se, že hnojivá závlaha by mohla být jedním usměrňujícím činitelem mikrobiálních pochodů v půdě v případě, že výzkum v tomto směru bude prohlouben a rozšířen.

Literatura

1. Anonym: Hnojivá závlaha pícnin na orné půdě. ČSAZV Ústav vědeckotechnických informací, 1961. — 2. Buchner A., Kradel J.: Die Anwendung von Harnstoff als Düngemittel. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Db. 114, H. 1, S. 1-22, 1961. — 3. Cavazza L.: L'influenza dell'irrigazione sulla concinazione minerale. Hlavní referáty IV. Světového kongresu o hnojivech, Opatije 9-12 V. 1961 Jugoslavi, CIEC el CITA, str. 97-112, 1961. — 4. Klatt F.: Technik und Auswendung der Feldberegnung. Berlin. VEB Verlag Technik 1958. — 5. Kopetz L. M.: Die Beregnung im Dienste des Pflanzenbaues. Die Bodenkultur, Bd. 7. H. 3, 199-208, 1953. — 6. Kozin M. A.: Podkormka sel'skochozajstvennyh kultur s polivoj vodoj. Zemle-

delije č. 6, 1958. — 7. Lauzņe E. J.: Vlijanije poverchnostnogo udobrenija na mikrofloru lugovych počv. Voprosy sel'skochozjajstvennoj mikrobiologii, IV Izd. An Latvij-skoj SSR, Riga, s. 29-47, 1960. — 8. Sciaroni R. A. a spol.: Application of fertilizers in irrigation system. Agricultural, Chimicale, leden, str. 60, 1958. — 9. Wil-berg E., Möller G.: Ein Beitrag zur „Naßkopfdüngung“, Zeitschrift für landwirt-schaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen, Bd. 1, s. 242-244, 1955.

Действие формы и способа внесения минеральных удобрений в орошаемых условиях на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов

1. В полевом опыте изучалось влияние формы минерального удобрения в виде по-рошка и раствора на почвенную микрофлору.

2. Почвенные микроорганизмы были определены чашечным методом. Результаты микробиологических анализов были оценены анализом дисперсии. Влияния комбинаций удобрений были оценены при помощи минимальных достоверных расхождений.

3. Доступная фосфорная кислота в подкормочном поливе повышала прежде всего количество почвенной микрофлоры, использующей минеральный фосфор. Нитратный азот, вероятно, в первую очередь используется растением, в то время как почвенная микрофлора отдает предпочтение аммиачному азоту. Раствор углеродистых веществ типа лигнина более интенсивно распределен при применении минеральных удобрений в растворе.

4. На количественное содержание отдельных микробиальных групп в почве ока-зывает влияние не только химический состав минерального удобрения, но и форма вне-сенных удобрений.

5. Оказывается, что подкормочный полив мог бы быть одним выравнивающим фактором микробиальных процессов в почве в том случае, если исследование в этом направлении будет углубляться и расширяться.

The Influence of the Form and of the Method of Application of Mineral Fertilizers together with Irrigation on the Activity of Soil Microorganisms

1. In a field test the influence of the form of dry mineral fertilizers and of fertilizers in a solution on the soil microflora was investigated.

2. The soil microorganisms were determined by means of the plate method. The results of the microbiological analyses were evaluated by means of an analysis of variance. The influence of combinations of fertilizers was evaluated by means of the lowest conclusive difference.

3. Accessible phosphoric acid in the fertilizing irrigation increased above all all the numbers of the soil microflora utilizing mineral phosphorus. Nitrate nitrogen is probably utilized above all by the plants, whereas the soil microflora prefers ammoniacal nitrogen. The decomposition of carbon substances of the lignin type proceeds more intensively if the mineral fertilizer is applied as a solution.

4. The quantitative representation of the individual microbial groups in the soil is influenced not only by the chemical composition of the mineral fertilizer, but also by the form of the applied fertilizers.

5. It seems that fertilizing irrigation might be one of the rectifying factors influencing microbial processes in the soil, if research work in this direction is deepened and extended.

Vliv zeleného hnojení na půdní mikroflóru

Влияние зеленого удобрения на почвенную микрофлору

The Influence of Green Manuring on the Soil Microflora

J. APLTAUER, O. SKOPALÍKOVÁ

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, oddělení mikrobiologie, Ruzyně

Jednou z podmínek rozvoje mikroflóry a její činnosti v půdě je dostatečné množství organických látek, jejichž zdrojem v půdě je především chlévská mrva, komposty, posklizňové zbytky a neméně důležité zelené hnojení. Vliv zeleného hnojení na rozvoj mikroflóry je závislý nejen na množství, ale i na kvalitě zaorané organické hmoty, především na poměru uhlíku k dusíku. Tento poměr u různých látek a jejich vliv na mikrobiální pochody byl intenzívně studován (Pinck, Allison, Sherman, 1950, Jezubčík, Gurinovič, Konaševič, 1955, Káš, 1955, Novák, 1956, Stewart, 1959, Günther, 1960, Pošon, De Baržak, 1960, Tjurin, Michnovskij, 1961). Na našem pracovišti jsme studovali vliv zeleného hnojení na mikrobiální pochody v půdě v modelových a polních pokusech. V této práci uvádíme část výsledků polních pokusů z let 1958–1961.

Materiál a metodika

Vliv zeleného hnojení na mikroflóru a tvorbu kysličníku uhličitého jsme sledovali v polních pokusech agrotechnického osevního postupu, založeného na pozemcích účelového hospodářství Ústředního výzkumného ústavu rostlinné výroby (černozem) a osevního postupu pracoviště ÚVÚRV v Lukavci (hnědá půda). V obou pokusech jsme sledovali varianty s bílým jetelem (Víglašský), bílou hořčicí (Přerovská), jarní peluškou (Stupická jarní) a variantu bez zeleného hnojení. Mimo výskyt mikroorganismů v roce výsevu jsme během růstu rostlin též zjišťovali poměr uhlíku k dusíku v nadzemní hmotě uvedených rostlin.

Místo bílého jetele však byl sledován koňský bob (Chlumecký). V následujícím roce po zaorání jsme vzorky půdy odebírali v pravidelných měsíčních intervalech. V Ruzyni byla vyseta jako následná plodina kukuřice (Český koňský zub bílý) a vzorky půdy byly odebírány ze dvou vrstev ornice zvlášť, v Lukavci byly vysázeny brambory (Krasava) a vzorky jsme odebírali z celého orničního profilu na jednu. Skupiny mikroorganismů jsme sledovali na Ashbyho, škrobovém, masopeptonovém a nukleinovém agaru, sporulující bakterie na masopeptonovém, aktinomycety na škrobovém agaru a intenzitu rozkladu celulózy metodou rozkladu koutoučků filtračního papíru na minerálním médiu. Tvorbu kysličníku uhličitého jsme sledovali v $\frac{1}{2}$ l Erlenmayerových baňkách s 50 g čerstvé zeminy, inkubované 20 hodin v termostatu při 26° C interferometricky a stanovili vzniklý kysličník uhličitý.

Výsledky a diskuse

V tabulce I je uveden poměr C/N v rostlinné hmotě plodin, používaných na zelené hnojení. Byl sledován během jejich růstu až do zaorání. Tento poměr se podstatně měnil (rozšiřoval) se stářím rostlin především u hořčice, mnohem méně u rostlin motýlokvětvých – jarní pelušky a koňského bobu, u nichž před zaoráním činil 9,91 a 15,9. Poměr C/N podstatně ovlivňoval intenzitu rozkladu zaorané organické hmoty zeleného hnojení, což se zřetelně projevilo v počtu mikroorganismů a v tvorbě CO₂.

V roce výsevu byl výskyt mikroorganismů v půdě během růstu plodin zeleného hnojení velmi nepravidelný a nepodařilo se nám zjistit žádné bližší vztahy. Lze tedy předpokládat, že se na ně vliv rostlin zeleného hnojení v tomto období projevil velmi nepatrně.

Podstatný vliv zeleného hnojení na mikroorganismy jsme však zjistili v následujícím roce po zaorání rostlinné hmoty. Jejich počet se zvýšil ve variantách se zeleným hnojením především na počátku vegetace, kdy zpravidla dosahoval maxima. Později nastávalo snížení, v některých případech až na úroveň nebo pod úroveň počtu mikroorganismů ve variantě bez zeleného hnojení. Nejvýraznější ovlivnění

I. Poměr C/N v rostlinné hmotě plodin používaných na zelené hnojení (Ruzyně 1961)

Odběr rostlin dne	Poměr C/N v rostlinné hmotě		
	hořčice	bobu	pelušky
4. 9.	9,1	8,5	9,0
12. 9.	15,1	9,1	9,1
21. 9.	20,7	8,7	9,8
30. 9.	24,8	10,3	10,3
6. 10.	23,7	10,3	11,4
13. 10.	21,0	10,2	11,5
20. 10.	26,8	10,9	12,9
27. 10.	25,8	9,9	15,9

II. Výskyt mikroorganismů jednotlivých fyziologických skupin (Ruzyně 1961)

Var. po- kusu	Živná půda	Počet mikroorganismů v 1 g suché zeminy dne						
		28. 3.	25. 4.	24. 5.	20. 6.	18. 7.	22. 8.	26. 9.
1 3 5 11	Škrobo- vý agar	3,7 12,2 10,5 7,3	13,2 21,9 17,3 18,9	11,8 16,7 10,2 10,0	13,8 21,3 9,1 13,6	12,0 17,8 15,6 11,9	19,7 21,3 28,7 20,1	7,9 13,4 13,3 13,5
2 4 6 12		5,8 14,1 12,8 91,8	13,7 13,3 15,0 20,9	11,9 17,1 11,1 10,0	14,3 17,8 17,6 13,7	18,2 14,3 15,3 19,6	15,0 21,7 20,3 18,9	9,7 13,6 9,5 14,6
1 3 5 11	Maso- pepto- nový agar	8,6 42,8 19,5 25,1	10,5 22,4 8,6 15,3	9,2 11,3 11,4 12,0	21,3 39,2 26,1 20,9	10,5 7,6 10,2 4,0	8,5 11,5 17,3 9,9	7,6 6,4 8,3 4,8
2 4 6 12		10,3 37,7 21,8 91,8	12,3 14,5 8,1 52,2	15,0 14,6 10,8 12,3	28,0 29,7 29,3 23,1	4,8 7,7 6,9 6,8	6,9 6,4 11,0 8,9	5,6 5,0 8,7 6,7
1 3 5 11	Jense- nův agar	59,9 84,9 48,6 50,9	87,8 180,2 190,5 134,8	110,4 167,2 129,3 119,3	94,0 94,5 110,1 177,3	148,0 137,1 162,1 83,5	99,5 168,9 145,9 122,6	129,3 132,3 115,6 110,0
2 4 6 12		72,9 65,7 59,9 148,4	85,9 199,2 121,5 240,5	90,9 145,5 123,8 102,4	128,8 166,1 139,3 104,1	91,6 185,5 161,5 130,6	130,8 173,5 164,0 106,5	134,5 121,4 128,5 92,9
1 3 5 11	Aktino- nomyce- ty na škrobo- bovém agaru	0,47 0,54 1,58 0,65	0,89 0,85 1,62 1,32	1,25 1,39 0,78 1,07	1,12 1,49 1,06 0,69	0,70 1,04 1,69 1,15	1,72 2,97 4,95 3,07	0,29 1,15 1,07 1,02
2 4 6 12		0,36 0,98 0,60 0,73	0,54 2,51 1,55 0,97	2,34 1,22 1,03 1,20	0,83 1,32 1,51 0,89	0,81 1,45 1,35 —	2,23 3,11 3,13 2,21	1,38 0,56 1,76 1,08

III. Tvorba CO₂ v zemině (Ruzyně 1961)

Varianta pokusu	Množství CO ₂ v mg na 100 g suché zeminy dne						
	28. 3.	25. 4.	24. 5.	20. 6.	18. 7.	22. 8.	26. 9.
1	6,93	6,31	9,10	6,22	4,76	3,83	4,17
3	16,73	25,75	11,15	8,22	5,64	5,23	4,32
5	9,10	9,82	7,81	9,60	8,31	7,40	5,54
11	11,88	10,52	6,60	8,20	6,38	5,89	4,32
2	6,48	7,97	10,40	8,91	5,57	4,67	4,80
4	28,47	17,65	13,60	11,07	6,65	5,31	5,62
6	11,48	9,89	9,36	15,88	7,71	6,30	5,69
12	31,62	14,10	9,95	23,66	9,21	6,86	5,43

s nejdelším trváním jsme zjistili v kombinaci s bílým jetelem, nejmenší v kombinaci s hořčicí.

Z fyziologických skupin mikroorganismů byl nejvíce ovlivněn celkový počet bakterií, množství bakterií amonizačních a bakterií rozkládajících organické formy fosforu.

Na počátku vegetace shodně s výskytem mikroorganismů byla nejvíce ovlivněna tvorba CO₂ především v pokusné variantě s bílým jetelem.

V tabulkách II a III je uveden výskyt mikroorganismů a tvorba CO₂ ve sledovaných variantách pouze u pokusu v Ruzyni v r. 1961 (označení variant: 1, 2 – bez zeleného hnojení, 3, 4 – jetel bílý, 5, 6 – hořčice, 11, 12 – jarní peluška). Lichá čísla uvedená v tabulkách označují vrstvu půdy 2–10 cm, sudá vrstvu 10–25 cm. Množství plísni je uvedeno v tisících, počet ostatních mikroorganismů v miliónech (tab. II, III).

I když jsme v polních pokusech zjistili kladný vliv zeleného hnojení na mikroflóru půdy, neprojevil se tak průkazně jako v pokusech modelových. Kolísání v počtu mikroorganismů, které jsme zjistili v některých odběrech, bylo způsobeno velmi obtížným získáváním průměrného vzorku půdy a nerovnoměrným rozložením rostlinné hmoty v orniční vrstvě. Dosažené výsledky teoretického charakteru mají i značný praktický význam. Především nelze pominout, že motýlokvěte rostliny poskytují kvalitnější organickou hmotu bohatou dusíkem, který je při rozkladu uvolňován a je k dispozici následně plodině bezprostředně na počátku vegetace. Hořčice naopak poskytuje organickou hmotu dusíkem podstatně chudší a je po jejím zaorání třeba pamatovat na upravení širokého poměru C/N dodáním dusíku v průmyslových hnojivech. Nestane-li se tak, lze předpokládat, že část dostupného dusíku bude z půdy odčerpána při rozkladu organické hmoty hořčice a tím bude ochuzena následná plodina. Důležitý je též poznatek, že rozklad organické hmoty nastává velmi rychle, bylo-li zelené hnojení zaoráno na podzim předčasně. V takovém případě bývá dusík, uvolněný při rozkladu během zimy, vyplavován a tím pro následnou plodinu ztracen.

Souhrn

Vliv zeleného hnojení na mikroflóru závisí nejen na množství, ale i kvalitě zaorané rostlinné hmoty, především na poměru C/N, který je podstatně užší u motýlokvětých rostlin než u rostlin nemotýlokvětých. V období růstu rostlin zeleného hnojení jsme nezjistili podstatný vliv na rozvoj a činnost půdní mikroflóry. Zřetelně se projevil na počátku vegetace až v následujícím roce po zaorání rostlinné hmoty, a to především v pokusné variantě s bílým jetelem a jarní peluškou.

Literatura

1. Günther E.: Die Bedeutung des Stickstoff: Kohlenstoff-Verhältnisse der organischen Bodensubstanz. Organischer Landbau, 3, 55-57, 1960. – 2. Jezubčík A. A., Gurinovič E. S., Konaševič Z. I.: Vlijanije zelenoj massy ljupina na mikrofloru počvy. Sb. nauč. trudov III, Minsk 1955. – 3. Káš V.: Předběžné vý-

sledky pokusů s podkulturou ve vinicích. Sb. ČSAZV, Rostl. výr., 28, 3-4, 213-220, 1955. — 4. Novák B.: Zelené hnojení z mikrobiolog. hlediska. Sb. ČSAZV, Rostl. výr., 31, 6-7, 791-798, 1958. — 5. Pinck L. A., Allison F. E., Sherman M. S.: Maintenance of soil organic matter: II. Losses of carbon and nitrogen from young and mature plant materials during decomposition in soil. Soil Sci., 69, 391-401, 1950. — 6. Pochon J., Barjac H. de: Počevnaja mikrobiologija, Moskva 1960. — 7. Stewart E. H.: Relative rates of mineralization in soil of organic nitrogen from several forage crops. Agron. J., 51, 1, 51-53, 1959. — 8. Tjurin I. V., Michnovskij V. K.: Vlijanije zelenogo udobrenija na soderžanije gumusa i azota v der-novo-podzolistoj počve Izv. Akad. Nauk SSSR, ser. biol. 3, 337-351, 1961

Влияние зеленого удобрения на почвенную микрофлору

Влияние зеленого удобрения на микрофлору зависит не только от количества, но и от качества запаханной растительной массы, прежде всего от соотношения C/N, которое существенно теснее у бобовых, чем у небобовых растений. В период роста растений на зеленое удобрение нами не было установлено существенного влияния на развитие и деятельность почвенной микрофлоры. Оно явно проявилось в начале вегетации только в последующем году после запахивания растительной массы, а именно, прежде всего в опытном варианте с белым клевером и яровой пелушкой.

The Influence of Green Manuring on the Soil Microflora

The influence of green manuring on the microflora depends not only on the quantity, but also on the quality of the ploughed — in plant matter, and above all on the C/N ratio, which is substantially narrower in leguminous plants than it is in non-leguminous plants. At the time of growth of the plants used for green manuring we ascertained no substantial influencing of the development and activity of the soil microflora. However, it appeared clearly at the beginning of the vegetation period in the following year, and that above all in the experimental variant with white clover and spring field pea.

Použití metody stanovení respiračních kvocientů během zrání organických hnojiv

Использование метода определения респирационных квоциентов в процессе созревания органических удобрений

The Application of the Method of Determination of Respiration Quotients in the Course of the Ripening of Organic Fertilizers

Jitka NOVÁKOVÁ

Výzkumný ústav meliorací, Praha

Při sledování metabolismu čistých kultur nebo směsí mikrobů se často používá stanovení respiračních kvocientů (RQ) jako jednoho z indikátorů aktivity mikroflóry nebo jakosti substrátu.

Daleko méně časté je užití této metody pro sledování pochodů v půdě. Pro zjišťování biochemických pochodů v organických hnojivech bylo této metody užíváno zatím jen velmi zřídka a nejsou ani standardizovány metody vlastního stanovení RQ. Věnovali jsme proto podstatnou část práce metodické stránce stanovení. V další práci jsme stanovovali hodnoty RQ vzorků chlévské mrvy a kompostu v průběhu zrání těchto hnojiv.

Metodika

Pracovali jsme jednak s jednotlivými vzorky chlévské mrvy rozdílně dlouho uložené anaerobním způsobem a mrvy kompostované se zemínou (20 %) způsobem semiaerobním až aerobním, jednak jsme sledovali soustavně celý průběh zrání obou těchto hnojiv. Pokusné bloky mrvy a komposty byly založeny a vzorky byly odebrány postupem popsaným Novákem.

Vlastní měření RQ jsme prováděli manometricky pomocí Warburgova přístroje metodou Dickens–Šimerovou. Použití této metody bylo umožněno tím, že při zvoleném počtu kmitů (100 kmitů/min.) nedocházelo k sedimentaci žádných podílů suspenze připravené z odebraných vzorků.

Pro přípravu suspenze bylo vyzkoušeno několik postupů. Nejlépe se osvědčil tento: 25 g vzorku bylo přelito 250 ml H_2O a směs byla homogenizována třikrát po 30 vteřinách homogenizátorem při 7000 ot/min. Hrubé zbytky nerozmnělné slámy, jejichž biochemická účinnost je malá, byly odstraněny scezením přes silonovou tkaninu, aby nedocházelo k nepřesnostem při odměřování suspenze.

Do hlavního prostoru Dickens–Šimerových baniček bylo odměřováno 2,5 ml suspenze, do absorpčního kalíšku 0,2 ml 2 n NaOH bez karbonátů. Do ramínek bylo připraveno 0,3 ml 2,5 n H_2SO_4 k vypuzení CO_2 absorbovaného během inkubace v louhu a 0,2 ml 2,5 n H_2SO_4 k vypuzení CO_2 zadržného v suspenzi. Od konečných hodnot byly odečítány hodnoty slepého pokusu (bez inkubace). Jako manometrická kapalina byl použit roztok chloristanu olovnatého o sp. h. 2,068. Dobu inkubace jsme standardizovali na 4 hodiny, během níž bylo ve všech případech dosaženo logaritmické fáze, proto pro stanovení RQ plně vyhovuje.

Do paralelních suspenzí vzorků jsme přidávali 5 mg glukózy do každé nádoby. To odpovídá 2 mg C nebo 620 μl glukózy. Při úplné mineralizaci tohoto množství je třeba 3700 μl O_2 , což při objemu nádobek 20–25 ml by odpovídalo vyčerpání většího O_2 z nádoby.

Výsledky a diskuse

Respirační kvocienty vzorků mrvy inkubovaných bez přídavku glukózy jsou po celé období zrání menší než 1 a většinou podstatně menší. Z toho tedy vyplývá, že organické látky mrvy jsou silně redukovány nebo že při inkubaci vznikají organické látky silně oxydované.

Hodnoty RQ vzorků mrvy s přídavkem glukózy jsou pravidelně vyšší než bez přidaného substrátu a až na 2 výjimky vždy větší než 1. Porovnáme-li hodnoty RQ vzorků mrvy s přídavkem glukózy a bez přídavku, můžeme spíše soudit na to, že organické látky mrvy jsou skutečně silně redukovány a nízká hodnota RQ bez přídavku glukózy je způsobena oxydací těchto látek.

V kompostu se hodnoty RQ většinou pohybují nad 1. Po první překopávce hodnoty RQ vzorků kompostu poněkud kolísají při celkové tendenci jejich postupného snižování, takže poslední 2 vzorky, odebrané týden a těsně před druhou překopávkou, mají hodnoty menší než 1. Po druhé překopávce se RQ kompostu opět zvýšil a jen velmi zvolna klesal.

Hodnoty RQ vzorku kompostu se substrátem glukózou jsou ve všech případech větší než 1. Ve většině případů došlo vlivem přídavku glukózy ke zvýšení RQ, ne však podstatnému, jako tomu bylo u mrvy. V několika případech nastalo dokonce snížení.

Porovnáme-li respirační kvocienty mrvy a kompostu s glukózou a bez glukózy je vidět, že RQ kompostu je ve všech případech vyšší než RQ mrvy, hodnota RQ vzorků kompostu s glukózou je jen o málo vyšší než RQ vzorků mrvy s glukózou. Přidaná glukóza tedy snižuje rozdíly mezi RQ vzorků mrvy a kompostu.

V porovnání s chlévskou mrvou jsou RQ vzorků kompostu vyšší, což ukazuje na vyšší oxydovanost organických látek kompostu ve srovnání s mrvou. V průběhu zrání jsou RQ kompostu stále větší než 1, u mrvy jsou naopak nižší než 1. Tyto rozdíly v RQ se projeví v daleko větší míře u vzorků bez přidání glukózy: Po přidání glukózy se RQ mrvy silně blíží 1, kdežto u kompostu se vlivem přidané glukózy mění jen málo.

RQ vzorku mrvy mají v průběhu zrání pravidelnou stoupající tendenci, takže lze pro ně i pro RQ vzorků mrvy s glukózou vypočítat rovnice pro regresní přímky. RQ vzorků kompostů nejsou tak vyrovnané, jako je tomu u mrvy. Je to způsobeno přetržitostí zrání zavlažováním a překopávkami.

I. RQ vzorků chlévské mrvy a kompostu v průběhu zrání

Vzorek	RQ vzorku		RQ vzorku s glukózou	
	mrva	kompost	mrva	kompost
21. 11.	0,388	1,207	0,573	1,259
23. *	0,385	1,199	0,512	1,186
25. *	0,317	2,023	0,647	1,672
29.	0,584	0,669	0,565	1,319
2. 12.	0,441	1,957	0,975	2,193
7.	0,572	1,723	1,527	1,252
12. **	0,324	1,805	0,885	1,947
14.	0,551	1,090	0,723	1,842
16.	0,765	1,753	1,047	1,047
17.	0,808	0,986	1,187	1,628
20.	0,914	1,105	0,983	1,797
23.	—	1,138	—	1,621
27.	0,862	2,341	0,831	1,683
3. 1.	0,772	0,935	1,438	1,591
9.	0,617	0,876	1,310	2,002
11. **	—	1,552	—	1,726
13.	—	1,425	—	1,761
16.	0,580	1,379	1,093	1,285
23.	0,362	1,358	1,673	1,332

* po zavlažení kompostu,

** po překopání kompostu.

Souhrn

1. Stanovovali jsme RQ chlévské mrvy uložené anaerobním způsobem a mrvy kompostované se zemínou způsobem aerobním.

2. Pracovali jsme s homogenizovanou suspenzí vzorků ve vodě v poměru 1 : 10. Používali jsme Dickens–Šimerovy metody. Paralelní suspenze byly inkubovány se substrátem glukózou (2 mg/ml).

3. Zjistili jsme, že RQ mrvy je většinou podstatně nižší než 1, kdežto RQ kompostu je většinou vyšší než 1 a ve všech případech je vyšší než RQ mrvy. Přídavkem glukózy se RQ mrvy posunuje blíže hodnotě 1. Usuzujeme, že organické látky mrvy jsou podstatně redukovánější než organické látky kompostu.

Использование метода определения респирационных квоциентов в процессе созревания органических удобрений

1. Определялся респирационный квоциент навоза, хранимого анаэробным способом, и навоза, компостированного с землей аэробным способом.

2. Работа велась с гомогенизированной суспензией образцов в воде в отношении 1 : 10. При этом применялся метод Дикенс-Шимера. Параллельные суспензии инкубировались глюкозой с субстратом (2 мг/мл).

3. Было установлено, что респирационный квоциент навоза в большинстве случаев существенно ниже, чем 1, тогда как респирационный квоциент компоста в основном выше 1 и во всех случаях выше, чем у навоза. Вследствие добавления глюкозы респирационный квоциент навоза приближается больше к 1. Мы полагаем, что органические вещества навоза значительно больше редуцированы, чем у компоста.

The Application of the Method of Determination of Respiration Quotients in the Course of the Ripening of Organic Fertilizers

1. We determined the RQ of FYM composted anaerobically and of FYM composted with earth in an aerobic way.

2. We worked with a homogenized suspension of samples in water at ratio of

1:10. We applied Dickens-Šimer's method. The parallel suspensions were incubated with a glucose substratum (2 mg/ml).

3. We found the RQ of FYM to be mostly substantially lower than 1, whereas the RQ of compost was mostly higher than 1, and in all cases it was higher than the RQ of manure. With an addition of glucose the RQ of manure approached the value 1. We suppose that the organic substances of manure are substantially more reduced than are the organic substances of compost.

Vliv organických látek v různém stupni humifikace na mikrobiologické a biochemické pochody v půdě

Влияние органических веществ в различной степени гумификации на микробиологические и биохимические процессы в почве

The Influence of Organic Substances in Different Stages of Humification on Microbiological and Biochemical Processes in Soil

B. NOVÁK, J. KOZOVÁ, F. LÖBL, R. APFELTHALER

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, oddělení mikrobiologie, Ruzyně

Při řešení úkolu ošetření a používání statkových hnojiv sledujeme již několik let, jaký vliv mají různá organická hnojiva spolu s minerálními hnojivy na biologické pochody v půdě. Z pokusných variant považujeme za nejdůležitější tyto: 1. nehnojeno, 2. minerální NPK na hladinu živin odpovídající cca 220 kg čistých živin na 1 ha, 3. chlévský hnůj, 4. hnůj + NPK, 5. kompost, 6. kompost + NPK. Dávky organických hnojiv odpovídající ekvivalentu 300 q/ha čerstvé chlévské mrvy. Hnůj je ošetřen anaerobně, humifikace během zrání je nevýrazná nebo žádná. Kompost je vyroben z mrvy s přidávkou 10% zeminy, zraje převážně aerobně, humifikace v průběhu zrání je vydatná. Jen tyto varianty budou v další práci popisovány.

Základní pokus je založen v Ruzyni na jílovito-hlinité půdě hnědozemního typu v 9honném řepářském osevním postupu: 1. vojtěška, 2. vojtěška, 3. ozimá pšenice, 4. cukrovka, 5. jarní ječmen, 6. smíšený hon (brambory), 7. ozimá pšenice, 8. cukrovka, 9. jarní ječmen s podsevem. Přímo organicky jsou hnojeny obě cukrovky (plnou dávkou) a brambory (2/3 dávkou), všechny plodiny jsou hnojeny minerálně (kromě nehnojených kontrol). Parcely jsou trvale vytyčeny a hnojeny soustavně podle základního schématu. Každá parcela je na každém honu 4X opakována.

Vzorky byly odebírány na parcelách nejméně 1 m od kraje z plochy asi 1 m². Při dalším odběru byly vzorky odebírány nejméně 0,5 m od místa odběru předcházejícího. Čerstvě odebrané vzorky byly prosáté 2 mm sítí; vzorky, které nebylo možno pro extrémní vlhkost sít, byly rozstrouhány. Z čerstvě připravené jemnozeme o přirozené vlhkosti byly provedeny všechny mikrobiologické a biochemické analýzy. Základní suspenze pro stanovení mikrobů byly zhotoveny nejpozději do 2 hodin, základní navážky pro biochemické analýzy nejpozději do 4 hodin po odběru vzorků na poli.

A. Mikroflóra

Ve většině půdně mikrobiologických pracích se setkáváme s tím, že hlavní pozornost je soustřeďována na mikroby (Belov, 1959, Gyllenberg, 1957, Jedrzejska-Dobrzańska, 1955, Kolcheva, 1955, Úlehlová, 1958), bez souvislosti s jejich funkcí. Stanovování množství mikroorganismů jednotlivých kulturačních skupin má v této práci charakter doplňující jejich funkci.

Účelem mikrobiologických rozborů bylo získat přehled kvantitativního zastoupení mikrobiálních skupin, které objasňují změny v mikrobiálních pochodech.

Metodika

Ke stanovení počtu mikrobů sledovaných kultivačních skupin jsme připravili sérii decimálních zředění suspenze, ze kterých jsme odměřovali po 1 ml do Petriho misek (navážka 50 g půdního vzorku). Ve 14denních intervalech jsme určovali tyto kultivační skupiny mikrobů:

1. mikroby využívající organických dusíkatých látek jako zdroje C a N (kultivace na MPA), 2. mikroby využívající škrob a minerální N (kultivace na škrobovém agaru), 3. mikroby využívající celulózu a minerální N (kultivace na celulóзовém agaru), 4. aktinomycety (kultivace na škrobovém agaru).

Kultivační rozborry jsme prováděli na živých pevných půdách. Kvantitativní počet mikrobů jsme vyhodnocovali po aerobní mesofilní kultivaci.

Výsledky a diskuse

Z rozsáhlých mikrobiologických rozborů uvádíme pouze kvantitativní vyhodnocení těch mikroorganismů, které nám charakterizují širší biologické procesy:

1. mikroby, které využívají organickou dusíkatou látku pepton jako zdroj C a N. Počet těchto mikroorganismů nám charakterizuje intenzivnost humifikace. 2. mikroby, které využívají škrob a minerální N, představují skupinu mikroorganismů, které využívají poměrně dobře rozložitelné polysacharidy. Zvýšený výskyt těchto mikrobů nám charakterizuje čerstvou dobře rozložitelnou organickou hmotu, zejména organické látky chudé dusíkem. 3. mikroby, které využívají celulózu a minerální N. Zástupci této skupiny mikroorganismů rozkládají nesnadno rozložitelné bezdusíkaté organické látky. Kvantitativní vyhodnocení celulytických mikroorganismů je problematické, protože jejich kolonie jsou často rozplývavé, nestejně velké. Proto vyrostlé celulytické mikroorganismy hodnotíme souborně intenzitou rozkladu celulózy na agarových deskách, která je biologickým ukazatelem aktivity celulytických mikroorganismů (Kozová, 1961). 4. Aktinomycety. Zvýšený výskyt nám indikuje relativní převahu humusových látek nad organickými látkami nehumusové povahy.

Při posuzování vlivu hnojení na půdní mikroflóru uvádíme výsledky analýz parcel honů bezprostředně organicky hnojených.

Absolutně nejpočetnější skupinou mikroorganismů jsou bakterie, které využívají organických dusíkatých látek jako zdroje C a N. Zjištěné hodnoty těchto mikroorganismů v průběhu sledování nevykazují podstatných rozdílů na parcelách vůbec nehnojených a na parcelách hnojených jen minerálně ve srovnání se zjištěnými hodnotami na parcelách organicky hnojených a hnojených organicky a minerálně. Zvláště vysoké počty jsme zjistili v některých obdobích, zejména krátce po hnojení na parcelách hnojených dobře vyžralým kompostem. Zvýšený výskyt těchto mikroorganismů nám indikuje intenzivnější probíhající humifikaci.

Druhou nejpočetnější kultivační skupinou jsou bakterie amylytické. Výsledky ukazují, že maximální množství těchto bakterií je na parcelách hnojených hnojem a na parcelách minerálně přihnojovaných v druhé polovině vegetace. Tyto výsledky nám indikují jakost organických látek. Největší jejich stabilita je na nehnojených parcelách a na parcelách hnojených dobře vyžralým kompostem. Nejvíce dobře využitelných organických látek je v jarním období na parcelách hnojených hnojem. Minerální přihnojení způsobuje značnější přírůstek organických látek v půdě, a proto zřetelnější stoupání počtu amylytických bakterií než na odpovídajících kombinacích organického hnojení bez minerálního přihnojení.

Intenzitou rozkladu celulózy na agarových deskách jsme zjistili, že rozklad celulózy se výrazně uplatnil při přeměně organických látek. Projevilo se, že rozklad nesnadno rozložitelných bezdusíkatých látek je poměrně malý na nehnojených parcelách. Hnojení kompostem intenzitu rozkladu zvyšuje jen nepatrně, avšak hnojení hnojem ji zvyšuje značně. Minerální přihnojení zvyšuje intenzitu rozkladu celulózy a zmenšuje výkyvy v intenzitě rozkladu během vegetace. Současně zamezuje poklesu této intenzity na konci vegetace.

Při posuzování relativního počtu aktinomycet jsme zjistili, že nejvyšších hodnot dosahují brzy zjara po hnojení kompostem. Je to způsobeno tím, že komposty obsahují značné množství aktinomycet a ty se dále v půdě udržují. Dokumentuje to, že tento vliv hnojení se projevuje jen ve svrchních vrstvách ornice, kam byl za diskován kompost. V průběhu vegetace množství aktinomycet na parcelách hnojených kompostem podstatně převyšuje hodnoty na parcelách hnojených pouze hnojem. Ukázalo se, že převaha organických látek na parcelách hnojených kompostem je vzdornější vůči mikrobiálnímu rozkladu než na parcelách hnojených hnojem.

Souhrn

Při mikrobiologickém sledování změn v půdě různě organicky hnojené statkovými hnojivy jsme zjišťovali počet a charakter některých kultivačních skupin mikroorganismů, které nám charakterizují širší biologické procesy. Získali jsme představu o aktivitě mikrobů, které využívají organickou dusíkatou látku pepton jako zdroje C i N, mikrobů, které využívají škrob a minerální N, i mikrobů, které využívají celulózu a minerální N. Zjistili jsme, že organické hnojení zvyšuje počet mikroorganismů. Zvláště hnůž zvyšuje množství mikroorganismů a intenzitu rozkladu organické hmoty. Kompost nejpronikavěji zvyšuje potenciální aktivitu mikroflóry a nejméně snižuje stabilitu organických látek. Minerální hnojení působí nepřímo. Jeho vliv se projevuje zejména v druhé polovině vegetace, kdy se zřetelně zvyšuje počet mikroorganismů.

B. Amonizace

Kromě respirace lze s úspěchem použít metod zjišťujících změny dusíku k charakteristice jakosti organických látek půdy. Je to usnadněno ještě tím, že dusík je převážně využíván jako prvek plastický, zatímco mikroflóre je energie zajišťována až na určité výjimky především látkami uhlíkatými. Rychlost a hloubka změn dusíku, jak mineralizačních, tak syntetických, je tedy závislá na povaze látek obsahujících jednak dusík, jednak uhlík. Budou existovat určité poměry C:N podmiňující vazbu nebo hromadění amoniakálního dusíku.

Metodika

20 g zeminy bylo vsypáno do upravených Conwayových misek z tvrzeného PVC s drážkou pro olejový uzávěr. Stanovení amoniaku bylo prováděno ve čtyřech testech:

1. Neinkubovaná kontrola — vzorek ihned přelit louhem, uzavřen a čpavek jímán v 0,1-N H_2SO_4 a po 48 hodinách titrován 0,1-N NaOH.

2. Inkubovaná kontrola — vzorek se standardním ovhččením 2 ml destil. H_2O byl v misce, přikryté víčkem, ale bez uzávěru inkubován při 27° C 8 dnů, další postup jako u 1. — odečtením množství původního $\text{N}-\text{NH}_4^+$ zjištěného při stanovení ad 1. dostáváme vlastní amonizaci.

3. Vazba minerálního dusíku — vzorek obohacen 20 mg N ve formě $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ a 200 mg C ve formě glukózy v celkovém objemu 2 ml kapaliny a inkubován 48 hodin za stejných podmínek. Od součtu původního $\text{N}-\text{NH}_4^+$ a dodaného byl odečten zbylý $\text{N}-\text{NH}_4^+$ zjištěný při stanovení 3. a tím získáno množství vázaného minerálního dusíku do organických sloučenin.

4. Vzorek byl obohacen 2 ml 33% peptonu a inkubován 24 hodin. V předloze použito 5 ml 1 N H_2SO_4 a titrováno NaOH.

Použitá analytická metoda zachycuje celkové množství amoniakálního dusíku bez ohledu na jeho využitelnost rostlinami, sledování změn těchto obsahů je však pro charakteristiku mikrobiálních procesů v půdě velmi účelné. Sledování bylo prováděno v celém průběhu dlouhodobého pokusu od r. 1957 u cukrovky, brambor, ječmene a pšenice, a to s přímým organickým (okopaniny), tak i nepřímým (obiloviny) hnojením.

Výsledky a diskuse

Všechny změny mikrobiální aktivity (v našem případě mineralizační a syntetické) nelze jednoznačně přičítat pouze působení různých variant hnojení. Tak např. bylo zjištěno, že množství čpavkového dusíku v čerstvém vzorku pod cukrovkou na podzim r. 1960 je větší než v témže období u cukrovky r. 1959, kdy půdní vzorky byly sušší. Působí též vliv plodiny: pod brambory byly zaznamenány celkově vyšší hodnoty než pod cukrovkou.

A. Mineralizační aktivita půdní mikroflóry je nejmenší u nehnojených parcel, což je pochopitelné, neboť tam neočekáváme velké změny organických látek. Dobře vyzrálý kompost působí určité nahromadění čpavkového dusíku v půdě, a to větší než při použití hnoje, kde by toto bylo více očekáváno pro vysoký obsah $\text{N}-\text{NH}_4^+$. Vysvětlení může dát jednak široký poměr C:N u hnoje, který při lehké rozložitelnosti dává předpoklad k biologické vazbě dusíku, jednak to, že významné sorpční vlastnosti kompostu, přenesené do půdy, zabraňují snadnému uvolnění amoniakálních iontů pro potřeby mikroflóry a tím dochází k onomu hromadění na rozdíl od půd

I. Hodnoty amonizace bez inkubace, s 8denní inkubací, po přidání peptonu a vazby minerálního dusíku u použitých kombinací organického (hnůj a kompost) a minerálního hnojení NPK v různém stupni vegetace brambor

Hnojení	org.		O	Hnůj		Kompost	
	min.	O	NPK	O	NPK	O	NPK
Odběr mg % N – NH ₄ ⁺ neinkubováno							
5. 5.	9,4		12,0	11,3	10,7	11,2	10,3
28. 7.	15,2		10,0	17,8	11,1	13,2	12,7
6. 10.	14,6		10,7	10,8	11,9	13,6	15,4
mg % N – NH ₄ ⁺ po 8 denní inkubaci							
5. 5.	6,7		11,1	10,4	10,3	10,3	11,2
28. 7.	—		9,1	12,4	9,1	12,2	9,2
6. 10.	10,8		10,8	10,8	12,9	11,8	11,9
mg % N – NH ₄ ⁺ rozkladem peptonu							
5. 5.	276,6		267,9	309,2	270,0	297,8	30,10
28. 7.	266,1		302,1	281,3	209,0	296,9	225,4
6. 10.	291,2		118,5	283,3	210,7	282,9	305,9
mg % N – NH ₄ ⁺ vázaného							
5. 5.	49,1		57,1	57,4	54,0	51,5	53,8
28. 7.	43,2		47,8	44,8	49,5	49,7	44,0
6. 10.	35,5		26,0	39,4	31,8	42,1	45,7

hnojených hnojem, kde tyto ionty jsou pohyblivé a snadno přístupné. Tento závěr je podepřen analýzami nitrifikace.

Mineralizace během inkubace je velmi kolísavá u parcely nehnojené organicky a hnojené hnojem. V hnoji nejenže organické látky podléhají velkým změnám, ale jejich rozložitelnost se mění a tím i mineralizovatelnost dusíkatých látek. Nejméně se mění mineralizace dusíku při použití kompostu, což svědčí o stabilitě organických látek. Na začátku a konci vegetace je kolísání u všech variant značné a přisuzujeme je zvýšenému množství organické hmoty rozkládajících se zbytků předplodiny, jednak kořenových sekretů plodiny. Toto se projeví i v nehnojených kontrolních parcelách a minerální přihnojení ještě stupňuje tyto výkyvy u organicky nehnojených i hnojených parcel.

B. Testem s použitím peptonu bylo zjištěno, že pepton je lépe využíván u variant, kde je předpokládán vyšší stupeň humifikace, tj. na parcelách nehnojených a hnojených vyzrálým kompostem. Minerální přihnojení zvyšuje podíl nové organické hmoty a tím snižuje relativní zastoupení humusových látek. Tomu odpovídá snížení koeficientu využití peptonu v poměru k respiraci s dusíkem a glukózou.

C. Vazba minerálního dusíku do organických látek byla zaznamenána již při stanovení amoniaku po 8denní inkubaci. Přistoupí-li k tomu i vysoký koeficient působení dusíku při respiraci, svědčí to o nedostatku fyziologicky využitelného dusíku v poměru k uhlíku. Tak je tomu i u parcel hnojených hnojem a všech parcel minerálně přihnojených, zvláště zjara a na podzim. Dochází-li k vazbě minerálního dusíku bez předchozích příznaků, je to znakem vysoké syntetické aktivity mikroflóry, převládající nad mineralizací. K tomu dochází především u vyzrálého kompostu pro umírněnou mineralizaci. Relativně největší vazbou se vyznačují nehnojené parcely.

Vliv různého organického hnojení na amonizační pochody u obilovin není již tak výrazný a daleko více se uplatňují rostliny svými nároky. Stanovením obsahu čpavku byl zjištěn zvýšený nárok na dusík v době sloupkování a metání, který u variant minerálně přihnojených byl z velké části kryt. Pokles hladiny $N-NH_4$ v tomto období byl velký u kompostu, který umožnil pohodovější a důkladnější zásobení rostliny živinami. V tabulce I jsou uvedeny některé hodnoty.

Souhrn

Metodou stanovení amonizace a biologické vazby minerálního dusíku byl zjištěn vliv chlévského hnoje a kompostu z chlévské mrvy v kombinaci s minerálním přihnojením na jakost organické hmoty v půdě. Minerální hnojení ve všech variantách způsobuje sekundárně větší produkci uhlíkaté organické hmoty rostlinou, což rozšiřuje poměr mezi fyziologicky dostupným uhlíkem a dusíkem. Okamžité hodnoty mineralizace v těchto případech velmi kolísají. Chlévský hnůj má nevýhodný poměr C:N, je prokázána rychlá mineralizace, takže syntetické pochody (vazba minerálního dusíku) se nemohou v dostatečné míře uplatnit. Všemi uvedenými testy se ukázalo, že z organických hnojiv má kompost nejvíce stabilizované organické látky. Syntetická činnost mikroflóry při použití kompostu je mineralizací nejmeně porušována a je nejvyšší ze všech variant hnojení.

C. Nitrifikace

Stanovení nitrifikace v souvislosti s používáním organických hnojiv je důležitým indikátorem jednak celkových oxydoredukčních procesů, jednak fyziologické využitelnosti amonných iontů (Fuller, Jourdan 1955, Lozinov, Ermachenko 1959, Matlingly 1956) a může být do určité míry indikátorem kvality organických látek (Poulsen, Hansen 1961, Ševljagin 1961), zejména z hlediska jejich rozložitelnosti mikroflórou.

Metodika

V půdních vzorcích byly stanoveny hodnoty:

1. Momentní obsah (M) neboli aktuální obsah nitrátů.
2. Potenciální nitrifikační schopnost (R) po osmidenní inkubaci ve vlhké komoře při 27° C s přídavkem $(NH_4)_2 SO_4$.
3. Současně byl inkubován kontrolní vzorek (K).

Nitráty byly stanoveny kolorimetrickou metodou (7)fenolsírovou kyselinou po alkalizaci čpavkem.

Ze získaných hodnot byly vypočteny: relativní nitrifikační schopnost R/K (jako faktor ukazující na využitelnost dodaného NH_4), z rozdílu inkubované kontroly a momentního obsahu (K - M) bylo uvažováno o působení fyzikálních podmínek na nitrifikaci.

Výsledky a diskuse

Od r. 1957 do r. 1960 byly soustavně sledovány na stejném honu v průběhu roku změny hodnot M, R, K jak u plodin první trati (cukrovka, brambory), tak i druhé trati (pšenice, ječmen). U plodin první trati byly zjištěny hodnoty M od 0,25–2,3 mg $NO_3/100$ g suchého vzorku. Hodnoty K byly po inkubaci o 15–25 % vyšší. Hodnoty R se pohybovaly od 3,15–15,0 mg $NO_3/100$ g suchého vzorku.

U plodin druhé trati byly hodnoty M od 0,10–1,5 mg $NO_3/100$ g suchého vzorku.

Hodnoty K po inkubaci byly vyšší až o 70–80 %. Hodnoty R se pohybovaly v rozmezí 1,80–7,0 mg $NO_3/100$ g suchého vzorku. Je však nutno konstatovat, že vzorky pod porostem brambor a ječmene se vyznačovaly mnohem nižší nitrifikací než pod cukrovkou a pšenicí.

Při hodnocení nitrifikace nás bude nejvíce zajímat působení organických hnojiv bez minerálních NPK hnojiv. Předpokládáme, že intenzivnější nitrifikace za jinak stejných podmínek při dostatku NH_4 indikuje větší stabilitu organických látek v půdě. To je z hlediska posouzení aplikovaných organických hnojiv velmi důležité. Kromě toho se ve výsledné nitrifikaci uplatňuje vliv plodiny, agrotechnika, strukturní stav půdy s její vlhkostí a teplotou.

II. Hodnoty M a K — M pod cukrovkou v r. 1960 na parcelách organicky nehnojených, hnojených hnojem a kompostem

Datum odběru vzorku	Nehnojené vůbec		Hnojem		Kompostem	
	M	K—M	M	K—M	M	K—M
14. 3.	0,03	3,10	0,14	5,29	0,18	6,36
11. 4.	0,07	3,21	0,10	3,63	0,19	3,26
25. 4.	—	—	0,45	3,14	0,33	4,62
10. 5.	1,23	0,63	0,55	0,13	0,55	0,09
6. 6.	0,77	6,07	1,33	4,95	0,72	2,01
20. 6.	0,12	2,99	0,35	4,01	0,44	2,26
4. 7.	0,47	3,54	0,36	3,50	0,25	3,13
18. 7.	0,34	4,27	0,29	3,12	0,26	3,61
2. 8.	0,09	3,72	0,04	3,67	0,06	3,12
15. 8.	0,02	3,02	0,17	3,49	0,21	2,75
29. 8.	0,12	3,34	0,10	4,77	0,08	3,42
12. 9.	0,12	3,64	0,08	4,69	0,11	4,21
4. 10.	0,04	3,32	0,02	3,54	0,02	3,79

Hodnota M kolísá v průběhu celého roku. Je však dobře znatelná tendence úbytku nitrátů s vývojem plodiny. V pozdějším období dochází již mnohdy k značné rozdílným hodnotám, které je možno vysvětlit výdejem látek kořeny rostlin. Na podzim dosažené hodnoty je možno vysvětlit jednak vysokým obsahem vody nebo vysokou provzdušeností půdy (suchý podzim).

Minimum obsahu nitrátů je charakteristické pro jednotlivé plodiny. Cukrovka jej dosahuje od druhé poloviny června až do konce srpna (mnohdy do poloviny září), jak je uvedeno v tab. II (hodnota M), brambory od poloviny července do konce srpna, pšenice od konce května do konce června a ječmen od druhé poloviny května do poloviny června.

Porovnáme-li hodnoty rozdílu K—M zjistíme, že se v rámci hnojení pohybují na přibližně stejné úrovni. U parcel vůbec nehnojených je tento rozdíl daleko vyšší. U organického hnojení, zejména po hnojení kompostem, je tento rozdíl nejnižší. Je-li rozdíl K—M rozdílem mezi nitrifikací za vhodných podmínek (strukturní stav, vlhkost a teplota) a za podmínek, ve kterých se projevují výsledky vlivu polních podmínek, pak vyšší hodnoty představují vzorek s horšími fyzikálními podmínkami a naopak (tab. II), nebo malým množstvím využitelného NH_4 .

III. Hodnoty M a R/K pod cukrovkou v roce 1960 na parcelách organicky nehnojených, hnojených hnojem a kompostem

Datum odběru vzorku	Organicky nehnojeno		Hnojeno hnojem		Hnojeno kompostem	
	M	R/K	M	R/K	M	R/K
14. 3.	0,03	1,34	0,14	—	0,18	1,45
11. 4.	0,07	1,66	0,10	1,45	0,19	1,16
25. 4.	—	1,37	0,45	1,06	0,33	3,63
10. 5.	1,23	6,05	0,55	8,64	0,55	6,36
6. 6.	0,77	1,05	1,33	1,78	0,72	3,71
20. 6.	0,12	5,21	0,35	1,75	0,44	2,26
4. 7.	0,47	1,75	0,36	1,89	0,25	1,21
18. 7.	0,34	1,14	0,29	3,22	0,26	3,16
2. 8.	0,09	0,94	0,04	1,06	0,06	1,43
15. 8.	0,02	3,40	0,07	3,70	0,21	5,02
29. 8.	0,12	1,59	0,10	5,85	0,08	1,57
12. 9.	0,12	2,10	0,08	2,72	0,11	1,95
4. 10.	0,04	1,31	0,02	2,91	0,02	4,17

Kvocient relativní nitrifikační schopnosti R/K ukazuje potenciální schopnost oxydace dusíku a nepřímou stabilitu organických látek. Za předpokladu stejné aktivní mikroflóry přidavek $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ způsobí zvýšení kvocientu nitrifikační schopnosti při zapravení hnojiva se stabilnější formou organických látek proti hnojení s organickými látkami méně stabilními (jak je uvedeno v tab. III).

V našem případě dosahuje kvocient relativní nitrifikační schopnosti po hnojení kompostem vyšších hodnot než po hnojení hnojem. Srovnáme-li tyto hodnoty po hnojení kompostem s parcelami nehnojenými vůbec (kde je předpokládána největší stabilita organických látek), dojdeme k závěru, že jsou obě vyšší než po hnojení hnojem a v mnohých případech ukazují ještě vyšší stabilitu než po hnojení kompostem.

Byly-li hodnoty K — M po hnojení kompostem nejnižší a hodnoty R/K naopak vyšší, vidíme, že zvětšení stability bylo spojeno se silnější sorpcí NH_4 . Recipročnost těchto hodnot dokazuje přítomnost stabilnějších organických látek zřejmě koloidní povahy se značnou sorpční schopností. Lze tedy soudit, že stabilnější formy humusu v kompostu se projevují i v půdě a pomocí testu nitrifikace je lze detekovat.

Organické hnojení a zejména kompost se nejen podílí na zvýšené nitrifikaci v průběhu roku, ale z několikaletého pozorování je dobře vidět vliv soustavného vyhnojení půdy na vlastní nitrifikaci, která je jednak výsledkem stále se zlepšujících fyzikálních podmínek, ale i celkového zvýšení obsahu stabilnějších organických látek, jak je uvedeno v tab. IV.

IV. Hodnoty M, K — M a R/K na parcelách org. nehnojených, hnojených hnojem a kompostem v období příznivém pro nitrifikaci v průběhu let 1957—1960

Datum Plodina	Organicky nehnojeno			Hnojeno hnojem			Hnojeno kompostem		
	M	K — M	R/K	M	K — M	R/K	M	K — M	R/K
29. 4. 1957 ječmen	0,95	1,12	1,73	1,06	4,32	0,75	0,99	0,83	1,96
19. 5. 1958 brambory	1,02	0,48	4,37	1,27	1,93	3,71	1,80	0,56	5,42
6. 4. 1959 pšenice oz.	0,02	0,68	2,26	0,17	0,79	2,29	0,41	0,65	1,22
20. 6. 1960 cukrovka	0,12	2,91	5,21	0,35	1,70	2,57	0,44	1,82	3,00

Hodnoty M v rámci jedné plodiny jsou větší po hnojení kompostem než hnojené hnojem a nehnojené organicky. Zároveň se u parcel hnojených kompostem tyto hodnoty zvětšují mnohem více. Je možno ještě konstatovat recipročnost hodnot K — M a R/K i větší stabilitu organických látek.

Souhrn

Stanovením nitrátů a nitrifikační schopnosti bylo zjištěno, že na fyzikální vlastnosti půdy, které ovlivňují nitrifikaci (strukturní stav, vlhkost a teplota půdy), působí příznivěji kompost než hnůj.

Na parcelách hnojených kompostem je v průběhu roku vyšší obsah nitrátů než na parcelách hnojených hnojem.

Rozdíl v obsahu nitrátů na parcelách soustavně hnojených hnojem a kompostem se v průběhu let postupně zvětšuje ve prospěch parcel hnojených kompostem.

Vývojovou tendencí souhlasí obsah nitrátů na parcelách hnojených kompostem a organicky nehnojených.

Průběh relativní nitrifikační schopnosti nasvědčuje, že organické látky jsou stabilnější na parcelách hnojených kompostem než hnojem.

D. Respirace

Řada prací (Káš 1947, Drobník 1933, 1961, Makarov, Mackevič 1958, Maštakov, Kulakovskaja, Goldina 1945, Schmalfuss 1949) ukazuje na to, že respirometrickými metodami lze dobře hodnotit biologickou aktivitu půdy. Při vhodné úpravě vzorků lze současně usuzovat na jakost substrátu z hlediska výživy mikrobu (Káš 1947, Novák 1956, Novák 1957). Toto hodnocení má značný význam pro stanovení i malých rozdílů v jakosti půdního humusu (Káš 1932, Kolcheva 1955).

Metodika

Ve vzorcích odebraných a zpracovaných postupem uvedeným v první části sdělení byly stanoveny průměrné hodinové hodnoty respirace během 20hodinové inkubace při 27° C (Novák 1957), a to: bazální „B“ (aktuální dýchací mohutnost) a potenciální dýchací mohutnost pro dusík („N“), glukózu („G“) a dusík a glukózu („NG“). Z těchto hodnot byly vypočteny hodnoty relativní dýchací mohutnosti (Novák 1961).

Výsledky a diskuse

Při soustavném sledování parcel popsaných v první části sdělení pod plodinami první i druhé trati byly zjištěny různé hodnoty pro B, N, G a NG i pro jejich kvocienty. Hodnoty B se pohybovaly většinou od 0,5 do 1 mg CO₂/100 g suchého vzorku/hod., hodnoty N byly přibližně v týchž mezích, hodnoty G většinou dosahovaly 3–6 mg CO₂/100 g/hod. a hodnoty NG většinou 10–20 mg CO₂/100 g/hod.

Změny respirace půdních vzorků lze pozorovat zejména v závislosti na ročním období, plodině, teplotě, vlhkosti, agrotechnických zásadách a hnojení.

Hnojení, které bylo hlavním předmětem výzkumu, se uplatňovalo v respiračních hodnotách takto:

Bazální a potenciální respirace poměrně značně kolísá v závislosti na teplotě a vlhkosti půdy (viz též Novák, Nováková, 1962) i v závislosti na stavu porostu. Zejména ke konci vegetace se bazální respirace relativně zvětšuje, při čemž potenciální respirace zůstává přibližně na stejné úrovni, takže kvocient relativní dýchací mohutnosti se snižuje (tab. V).

V. Hodnoty respirací „B“ a „NG“ a NG:B na parcele hnojené kompostem a minerálně NPK pod cukrovkou v r. 1960

Datum odběru vzorků	B	NG	NG : B
14. 3.	0,71	13,8	19,5
11. 4.	0,57	13,0	22,8
25. 4.	0,70	10,7	15,3
10. 5.	0,71	14,6	20,6
23. 5.	0,66	19,7	29,9
6. 6.	0,47	20,0	42,5
20. 6.	0,26	9,7	37,3
4. 7.	0,45	8,5	18,9
18. 7.	0,31	8,2	26,4
2. 8.	0,36	7,3	20,3
12. 8.	0,66	—	—
29. 8.	0,66	12,3	18,7
12. 9.	0,43	8,6	20,0
3. 10.	1,6	7,6	6,6

Toto snížení hodnoty relativní dýchací mohutnosti nelze vysvětlovat jako důsledek celkového zvýšení rozložitelnosti organických látek, ale jako nahromadění určitého množství snadno využitelných organických látek vedle poměrně stabilního půdního humusu, takže při krátkodobých inkubacích je bazální respirace neúměrně zvýšena (Novák 1961). Toto vysvětlení dobře souhlasí s pozorováními, že v tomto období je zvýšený výdaj organických látek kořeny rostlin.

Proto pro posouzení samotného efektu hnojení se nejlépe hodí stav půdy před počátkem a na počátku vegetace, i když ani zde nelze vyloučit sekundární vlivy hnojení, které se uplatňují prostřednictvím předplodiny.

Hodnoty uvedené v tabulce VI ukazují, že stabilita humusu je největší na nehnojených parcelách, potom na parcelách hnojených pouze minerálně NPK, pak kompostem, kompostem a minerálně NPK, hnojem a NPK a nejmenší je po hnojení hnojem. Tyto vztahy se rok od roku stávají stále výraznější.

VI. Hodnoty respirací „B“, „NG“ a NG:B na různých hnojených parcelách v první trati na počátku vegetace v průběhu let 1957—1960

Datum odběru vzorku	Organické hnojení	Minerální hnojení	B	NG	NG : B
13. 5. 1957	O	O	0,41	15,3	37,7
	O	NPK	0,43	17,4	40,9
	chlév. hnůj	O	0,60	16,6	27,8
	chlév. hnůj	NPK	0,57	18,4	32,4
	kompost	O	0,50	20,4	40,8
	kompost	NPK	0,51	16,8	32,7
19. 5. 1958	O	O	0,63	19,9	31,4
	O	NPK	0,69	23,1	33,7
	chlév. hnůj	O	1,09	24,8	22,7
	chlév. hnůj	NPK	0,80	21,2	26,6
	kompost	O	0,79	21,0	26,7
	kompost	NPK	0,67	14,6	21,6
25. 5. 1959	O	O	0,63	15,5	24,6
	O	NPK	0,71	13,9	19,7
	chlév. hnůj	O	0,74	16,4	22,0
	chlév. hnůj	NPK	0,74	13,7	18,5
	kompost	O	0,71	22,1	31,2
	kompost	NPK	0,81	22,2	27,4
23. 5. 1960	O	O	0,30	18,8	63,3
	O	NPK	0,50	16,2	32,8
	chlév. hnůj	O	0,54	10,5	19,5
	chlév. hnůj	NPK	0,54	13,6	25,3
	kompost	O	0,66	20,0	30,5
	kompost	NPK	0,66	19,7	29,9

Souhrn

Respirometrickými metodami bylo zjištěno, že stabilita půdního humusu je největší na nehnojených parcelách. Z organického hnojení působí na stabilitu půdního humusu příznivěji kompost než chlévský hnůj. Minerální hnojení stabilitu humusu většinou snižuje, pouze při základním vyhnojení hnojem ji nepatrně zvyšuje.

Spolehlivost kvocientů získaných respirometrickými analýzami je největší na počátku vegetace nebo před vegetací.

Porovnáme-li dedukce jednotlivých testů — stanovení počtu mikrobů jednotlivých kultivačních skupin a jejich aktivity indukované změnami amonného a nitrátového dusíku a respirací — přicházíme vždy k podobným závěrům.

Toto vzájemné potvrzování konkluzí z výsledků dosažených různými metodami považujeme za velmi důležité, protože potvrzuje nejen získané nálezy, ale potvrzuje i správnost metod, resp. testů, které byly zvoleny za indikátory mikrobiálních pochodů v půdě i za indikátory změn těmito pochody vyvolanými.

Literatura

1. Belov E. A.: Agrobiologija 2, 236-241, 1959. — 2. Drobník J.: Čs. mikrobiologie 3, 5-16, 1958. — 3. Drobník J.: Canad. Microbiol 7, 769-775, 1961. — 4. Fuller J. E., Jourdian G. W.: Sewage industr. Wastes 27, 161-165, 1955. — 5.

Gyllenberg H. G.: *Canad. J. Microbiol.* 3, 131-136, 1957. — 6. Jedrzejewska-Dobrzańska A.: *Ann. Univ. M. Curie Skłodowska* 7E, 221-245, 1955. — 7. Káš V.: *Mikrobiologické praktikum*. Praha 1932. — 8. Káš V.: *Sborník ČAZ*, XX, 300-311, 1947. — 9. Kolcheva B. A.: *Priroda* 9, 69-72, 1955. — 10. Kozová J.: *Mikrobiální rozklad celulózy*. Kand. dis. práce. Praha 1955. — 11. Lozinov A. B., Ermachenko V. A.: *Mikrobiologija* 28, 724-729, 1959. — 12. Makarov B. N., Mackevič V. B.: *Počvoveděnie* 6, 114-115, 1958. — 13. Maštakov S. N., Kulakovskaja T. N., Goldina S. M.: *DAN SSSR*, XCVII, 121-144, 1954. — 14. Matlingy G. E.: *J. Sci. Food Agric.* 7, 601-605, 1956. — 15. Novák B.: *Sborník ČSAZV-Rost. výroba*, XXIX, 999-1031, 1956. — 16. Müller G., Steinweg K.: *Zbl. Bakt.* 111, 625-652, 1958. — 17. Novák B.: *Za soc. s. ch. nauku A*, V, 278-282, 1956. — 18. Novák B.: *Hodnocení různých způsobů ukládání chlévské mrvy na podkladě mikrobiologických a biochemických průkumů*. Kand. dis. práce. Praha 1957. — 19. Novák B.: *Symposium Humus et Planta*, Praha-Brno, 28. 9.-6. 10. 1961. — 20. Novák B., Nováková J.: *Vědecké práce VÚRV Ruzyně*, 81-93, 1962. — 21. Poulsen E., Hansen P.: *Tidsskrift for Planteavl*, 65, 206-234, 1961. — 22. Schmalfluss K.: *Bodenk. u. Pflanzenernähr.*, 21-22, 422-454, 1940. — 23. Ševljagin A. I.: *Počvoveděnie* 5, 96-103, 1961. — 24. Úlehlová B.: *Sborník ČSAZV-Rost. výroba*, 5, 1325-1330, 1958.

Влияние органических веществ в различной степени гумификации на микробиологические и биохимические процессы в почве

В результате респирометрических методов было установлено, что стабильность почвенного гумуса самая большая на неудобряемых делянках. Из органических удобрений на стабильность почвенного гумуса более благоприятно действует компост, чем навоз. Внесение минерального удобрения в большинстве случаев снижает стабильность гумуса, только при основном внесении удобрений оно незначительно ее повышает.

Надежность quotиентов, полученных респирометрическими анализами, самая большая в начале вегетации или до нее.

Если же сравнить дедукцию отдельных тестов — определение числа микробов отдельных культивационных групп и их активности, индуцированной изменениями аммонийного и нитратного азота, с респирацией — мы всегда приходим к аналогичным выводам.

Это взаимное подтверждение выводов из результатов, достигнутых разными методами, мы считаем весьма важным, так как оно подтверждает не только полученные данные, но также и правильность методов, или же тестов, которые были избраны в качестве индикаторов микробиальных процессов в почве, а также в качестве индикаторов изменений, вызванных этими процессами.

The Influence of Organic Substances in Different Stages of Humification on Microbiological and Biochemical Processes in Soil

By means of respirometric methods it was found that the stability of soil humus is highest in non-fertilized parcels. Of the organic fertilizers compost exerts a more favourable influence on the stability of soil humus than does FYM. In most cases mineral fertilizers decrease the stability of humus, only in the case of basic fertilizing with manure it is somewhat increased by mineral fertilizers.

Reliability of the quotиents obtained by means of respirometric analyses is highest at the beginning of the vegetation period or before.

If we compared the deductions derived from the individual tests — the determination of the number of microbes of the individual cultivation groups and their activity induced by changes of ammonium and nitrate nitrogen and of respiration — we always arrive at similar conclusions.

We consider this mutual confirmation of conclusions drawn from the results obtained with different methods as very important, as it proves the correctness not only of the findings obtained, but also of the methods, or tests that had been chosen as indicators of microbial processes in the soil and as indicators of the changes caused by these processes.

PROCESY MINERALIZACE ORGANICKÝCH LÁTEK V PŮDĚ

K některým otázkám koloběhu uhlíku a dusíku v půdě z hlediska metodického

К некоторым вопросам обращения углерода и азота в почве с методической точки зрения

On Some Problems Concerning the Cycle of Carbon and Nitrogen in the Soil from
the Methodical Point of View

Maria VÁGNER

Vysoká škola zemědělská, katedra botaniky a mikrobiologie, Brno

Množství, druhové složení a činnost půdní mikroflóry je v úzkém vztahu s prostředím půdy a mění se v závislosti na změnách prostředí, vyvolaných vnějšími činiteli i činností mikroflóry samé. Vneseme-li do půdy snadno rozložitelnou organickou látku, bude tato půdní mikroflórou využívána jako zdroj živin a energie. Celkové množství minerálního dusíku a uhlíku, které se po ukončení rozkladu vytvoří, bude záviset na poměru C:N v této látce samé, na mikroflóře, která se na přeměnách této látky podílela, a na souboru půdních podmínek, za nichž rozkladný proces proběhl (Löhnis, 1935, Russel, 1950, Fjodorov, 1954, Pochon, Barjac, 1958).

Je-li přidána tato látka ve velmi nízké koncentraci, aby se nemohla výrazněji uplatnit na změnu půdní mikroflóry a prostředí, měla by se po ukončení jejího rozkladu vytvořit určitá relativní rovnováha minerálních zplodin, určovaná rozhodující měrou stavem půdní mikroflóry a podmínkami prostředí ve zkoumané zemině.

Úkolem experimentální práce bylo zjistit, je-li možno charakterizovat odchylné ekologické podmínky půdní mikroflóry stanovením minerálních zplodin rozkladu malého přídatku snadno rozložitelné organické látky.

Materiál a metodika

K pokusům bylo použito celkem šesti různých rolních půd, označovaných dále v textu A až F. Každá zemina prosátá přes 2 mm síto byla rozdělena na dvě části. K jedné části bylo přidáno 1 % rozemleté vojtěšky, k druhé pak 1 % rozemleté žitné slámy. Každá z těchto 12 variant (6 zemin s vojtěškou, 6 zemin se slámou) byla rozdělena po 200 g do čtyř Erlenmayerových baněk, vlhkost zemin upravena na 60 % m. v. k. Baňky byly uzavřeny a dány k inkubaci při laboratorní teplotě. Vzduch v baňkách byl periodicky vyměňován a stanoveno množství vyprodukovaného CO₂. První skupina paralel (I. etapa rozkladu) byla vzata z rozborům po 14 dnech, druhá po 28, třetí po 63, čtvrtá po 77 dnech rozkladu. Zemina z každé parcely k rozboru byla rozvážena po 10 g do devíti upravených trubic, ostatní zemina byla vysušena a použita k některým dalším stanovením. K zemině ve 3 trubicích bylo přidáno po 0,5 ml roztoku alaninu (7,43 mg alaninu = 3 mg C, 1,166 mg N) na každou trubic, k dalším třem po 0,5 ml roztoku glukózy (7,5 mg glukózy = 3 mg C), k posledním třem pak 0,5 ml vody.

Trubice byly uzavřeny a inkubovány 48 hod. (aminokyseliny přidávané do půdy se rozkládají velmi rychle [5,6], po řadě zkoušek se uvedená doba ukázala jako zcela dostačující). Po inkubaci byl ve všech trubicích stanoven vytvořený CO₂ (interferometricky), dusík ve formě amoniakální (Nessler), dusitanové (Gries-Illosway), dusičnanové (kyselina fenoldisulfonová). Výluh byl připraven pomocí 1 % roztoku K₂SO₄.

Výsledky

Pro nutnost omezit rozsah budou dále uvedeny pouze výsledky pokusů s mineralizací po přidání alaninu. Hodnoty uvedené v tabulkách byly ve všech případech stanoveny jako rozdíl mezi množstvím příslušné minerální zplodiny v zemině s přídatkem alaninu a v zemině bez přídatku.

1. Stupeň mineralizace uhlíku po přidání alaninu (tabulky I, II a III). Charakteristická je průkazně celkově vyšší mineralizace u série

I. Produkce uhlíku ve formě CO₂ v mg

Varianty	S vojtěškou				Se slámou			
Etapy rozkladu	1	2	3	4	1	2	3	4
Zemina								
A	1,210	1,233	1,344	1,248	2,254	1,920	1,344	0,987
B	1,209	1,382	1,487	1,507	2,297	1,835	1,460	1,263
C	1,469	1,638	1,521	1,596	1,582	1,921	1,323	1,581
D	1,433	1,574	1,371	0,912	1,532	1,877	1,518	1,465
E	1,151	1,106	1,306	1,108	2,029	1,640	0,956	1,120
F	1,042	0,234	1,093	1,031	1,943	1,208	1,252	1,023

II. Analýza rozptylu

Zdroj proměnlivosti	N	Varianty s vojtěškou		Varianty se slámou	
		variance	F	variance	F
Zeminy	5	229.604	4,37*	70.252	<1
Etapy	3	25.148	<1	679.259	9,56**
Chyba	15	52.521		70.117	

Minim. průkazné difference

pro zeminy (d)_z

0,345 mg

0,399 mg

pro etapy (d)

0,282 mg

0,327 mg

III. T — hodnoty pro rozdíly mezi variantami s vojtěškou a slámou

Zeminy	A 1,22	B 1,07	C <1	D 3,02*	E <1	F 2,01
Etapy	1 3,83*	2 5,06*	3 <1	4 <1	— —	celkem 3,32**

* P = 0,05

** P = 0,01

platí pro všechny tabulky

se slámou než u série s vojtěškou, způsobená vysokými rozdíly v prvních dvou etapách rozkladu, zatímco v druhých dvou etapách se stává neprůkaznou. Projevuje se tu s velkou pravděpodobností nedostatek přístupného dusíku u půd s přidavkem slámy, který omezuje využití přístupné uhlíkaté látky v počátečním období rozkladu slámy (Waksman, Heulekian, 1924, Russel, 1950). Přidavkem dusíku alaninu dochází k intenzivnímu využívání uhlíkatých látek jak z alaninu, tak i s velkou pravděpodobností ze slámy, což se projevuje silným vzestupem produkce CO₂. Pro tento závěr svědčí i výsledky analýzy rozptylu u série s vojtěškou a série se slámou. U série se slámou se ukazuje vysoká průkaznost rozdílů mezi etapami. Vliv ostatních vlastností jednotlivých použitých zemín je v tomto směru natolik překryt, že mezi zemínami se nejvíce průkazný rozdíl. Obráceně je tomu u série s přidavkem vojtěšky, kde nedošlo k depresi přístupného dusíku v žádné etapě, proto mezi etapami nebyl zjištěn průkazný rozdíl, ale naopak se průkazně uplatnily rozdíly mezi zemínami.

2. Stupeň mineralizace dusíku po přidání alaninu (tabulky IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI a XIII). Celkové množství uvolňovaného dusíku je průkazně, popřípadě vysoce průkazně vyšší u série s vojtěškou, hodnotíme-li rozdíly jak podle zemín, tak i podle etap rozkladu. Zřetelně se tu projevuje vyšší mikrobiální konzum dusíku u série zemín se slámou. Na celkové uvolňování minerálního dusíku se silně uplatňuje specifický vliv zemín jak u série s vojtěškou, tak se slámou. Totéž nelze říci o rozdílech při uvolňování minerálního dusíku v etapách.

Zatímco u série s vojtěškou reaguje mikroflóra jednotlivých zemin na uvolňování dusíku v etapách obdobně, u série se slámou se uplatňují různé ekologické podmínky jednotlivých zemin natolik, že se nemohl projevit rozdíl mezi etapami rozkladu (patrný u zemin A a B).

IV. Celkový minerální dusík (v mg)

Etapy rozkladu	Varianty s vojtěškou				Varianty se slámou			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Zemina								
A	0,629	0,748	0,744	0,904	0,441	0,514	0,540	0,588
B	0,622	0,714	0,892	0,702	0,546	0,579	0,550	0,610
C	0,718	0,896	0,854	0,853	0,688	0,778	0,589	0,693
D	0,756	0,939	0,941	0,878	0,625	0,741	0,553	0,795
E	0,696	0,783	0,801	0,774	0,631	0,566	0,654	0,636
F	0,672	0,774	0,835	0,766	0,578	0,604	0,548	0,623

V. Analýza rozptylu

Zdroj proměnlivosti	N	Varianty s vojtěškou		Varianty se slámou	
		variance	F	variance	F
Zeminy	5	12.279	4,00*	16.552	5,25**
Etapy	3	30.893	10,06**	9.431	2,99
Chyba	15	3.072		3.152	
(d) _z		0,083 mg		0,085 mg	
(d) _e		0,068 mg		0,069 mg	

VI. T — hodnoty pro rozdíly mezi variantami s vojtěškou a slámou

Zeminy	A 7,10**	B 2,64*	C 2,88*	D 2,98*	E 4,58**	F 4,22**
Etapy	1 4,22*	2 9,42**	3 7,56**	4 4,43*	— —	celkem 12,27**

VII. Dusík dusičnanový a dusitanový (v mg)

Etapy rozkladu	Varianty s vojtěškou				Varianty se slámou			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Zemina								
A	0,107	0,150	1,178	0,110	0,069	0,098	0,066	0,068
B	0,135	0,202	0,262	0,209	0,112	0,133	0,114	0,127
C	0,470	0,628	0,548	0,600	0,374	0,559	0,435	0,458
D	0,591	0,743	0,698	0,603	0,369	0,604	0,404	0,485
E	0,182	0,227	0,293	0,265	0,104	0,165	0,200	0,142
F	0,074	0,057	0,172	0,206	0,072	0,108	0,055	0,096

VIII. Analýza rozptylu

Zdroj proměnlivosti	N	Varianty s vojtěškou		Varianty se slámou	
		variance	F	variance	F
Zeminy	5	211.223	97,16**	136.018	68,49**
Etapy	3	10.909	5,02*	9.409	4,74*
Chyba	15	2.174		1.986	
(d) _z		0,070 mg		0,067 mg	
(d) _e		0,058 mg		0,055 mg	

IX. T – hodnoty pro rozdíly mezi variantami s vojtěškou a slámou

Zeminy	A 3,59*	B 3,10*	C 6,56**	D 4,82**	E 6,85**	F 1,05
Etapy	1 2,32	2 2,33	3 4,71*	4 6,87**	celkem 6,86**	— —

X. Dusík amoniakální (v mg)

Varianty	S vojtěškou				Se slámou			
Etapy rozkladu	1	2	y	4	1	2	y	4
Zemina								
A	0,522	0,598	0,562	0,793	0,372	0,416	0,474	0,520
B	0,489	0,512	0,630	0,493	0,434	0,446	0,436	0,483
C	0,248	0,268	0,306	0,253	0,314	0,219	0,154	0,235
D	0,165	0,196	0,243	0,275	0,256	0,141	0,149	0,310
E	0,514	0,556	0,508	0,509	0,527	0,401	0,454	0,494
F	0,598	0,717	0,663	0,560	0,506	0,496	0,493	0,527

XI. Analýza rozptylu

Zdroj proměnlivosti	N	Varianty s vojtěškou		Varianty se slámou	
		variance	F	variance	F
Zeminy	5	126.883	5,78**	66.030	28,61**
Etapy	3	5.067	<1	7.544	3,27
Chyba	15	21.950		2.308	
(d) _z		0,223 mg		0,072 mg	
(d) _e		0,182 mg		0,059 mg	

XII. T – hodnoty pro rozdíly mezi variantami s vojtěškou a se slámou

Zeminy	A 4,49**	B 2,06	C <1	D 1,36	E 1,42	F 3,07*
Etapy	1 <1	2 4,03*	3 5,68*	4 <1	— —	celkem 3,33**

Hodnotíme-li výsledky rozborů pro dusík nitrátový a amoniakální samostatně, je zřejmé, že přes celkově vyšší množství dusíku nitrátového i amoniakálního u série s vojtěškou jsou rozdíly mezi těmito sériemi u jednotlivých zemin především u dusičnanů. To znamená, že přidavek vojtěšky k zeminám způsobil silnější rozvoj nitrifikátorů než přidavek slámy. K největším rozdílům došlo ve třetí a zvláště ve čtvrté etapě rozkladu. Specifičnost vlivu ekologických podmínek jednotlivých zemin pro tvorbu amoniaku a zvláště dusičnanů je velmi typická, což platí jak pro sérii s vojtěškou, tak i se slámou. Vliv etap rozkladu je v tomto směru značně menší, avšak pro dusičnany ještě průkazný. U amoniaku se průkaznost rozdílů mezi etapami u obou sérií ztrácí.

Závěr

Mikroflóra v závislosti na podmínkách zeminy reagovala specificky na malé množství přidavku alaninu. Tato specifita se projevila v odlišných množstvích mineralizovaného uhlíku a dusíku, u dusíku zvláště ve velikosti tvorby dusičnanů.

Literatura

1. Löhnis F.: Handbuch der landwirtschaftlichen Bakteriologie, II. Band, Berlin 1935. — 2. Fjodorov M. V.: Počvennaja mikrobiologija, Moskva 1954. — 3. Russel E. J.: Soil conditions and plant growth, 1950, ruský překl., Moskva 1955. — 4. Pochon J., de Barjac H.: Traité de microbiologie des sols, 1958, Paris, ruský překl., Moskva 1960. — 5. Quastel J. H., Scholefield P. G.: Biochemistry of nitrification in soil, Bact. Revs, 15, 1, 1951. — 6. Schmidt E. L.: Behaviour of free amino acids in soil, Soil Sci. Soc. Am. Proc., 24, 107, 1960. — 7. Waksman S. A., Heukelekian O.: Microbiological analysis of soil as an index of soil fertility. VIII. Decomposition of cellulose, Soil Sci., 17, 275, 1924.

К некоторым вопросам обращения углерода и азота в почве с методической точки зрения

Микрофлора в зависимости от условий почвенной породы специфически реагировала на небольшое количество добавления аланина. Эта специфичность проявилась в различном количестве минерализованного углерода и азота, у азота в особенности в отношении величины образования нитратов.

On Some Problems Concerning the Cycle of Carbon and Nitrogen in the Soil from the Methodical Point of View

In dependence on soil conditions the microflora reacted specifically to a small quantity of added alanin. This specificity was shown by different quantities of mineralized carbon and nitrogen, and in the case of nitrogen particularly by the intensity of the forming of nitrites.

Biologická immobilizace minerálních živin v půdě

Биологическая иммобилизация минеральных питательных веществ в почве

Biological Immobilization of Mineral Nutrients in Soil

Jiří MACURA, František KUNC

Mikrobiologický ústav ČSAV, oddělení půdní mikrobiologie, Praha

Biologickou immobilizací může být značně ovlivněna přístupnost prvků minerální výživy v půdě a jejich příjem rostlinou. Proto byla cyklu mineralizace – immobilizace věnována značná pozornost, jak o tom svědčí např. údaje uváděné v pracích Harmsena a Schrevena (1955) a Janssona (1958). Bezprostřední význam pro rostliny mají tyto pochody v zóně rhizosféry, která je kontinuálně obohacována organickými látkami o různém poměru uhlíku k dusíku. V závislosti na zásobení půdy dusíkem může pak být rhizosféra mikroflórou ovlivněn příjem minerálních živin rostlinnými kořeny (Goring, Clark, 1949, Legg, Allison, 1960). Pokusili jsme se proto ukázat na vztah mezi rozvojem mikrobiální populace v půdě po přidání energetického zdroje a rozsahem biologické immobilizace minerálního fosforu a dusíku.

Materiál a metodika

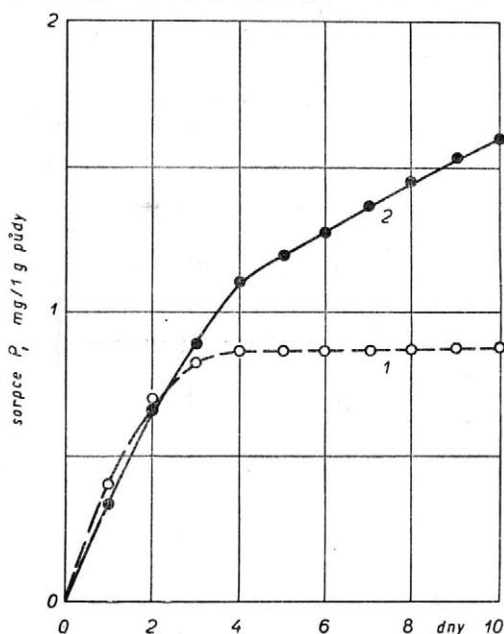
V pokusech jsme použili zahradní půdy s obsahem 3,38 % C a 0,24 % N (C : N = a o pH 7,9). Brali jsme strukturní agregáty o průměru 2–5 mm.

Ke studiu biologické immobilizace minerálního dusíku a fosforu jsme použili kontinuální průtokové metody. V práci bylo použito stejného postupu i přístroje popsaného v naší předchozí práci (Macura, 1961). Rovněž analytické metody byly popsány již dříve (Macura, Kunc, 1961).

Výsledky a diskuse

Při studiu cyklu mineralizace – biologická immobilizace se používá běžných inkubačních metod půdní mikrobiologie nebo nádobových pokusů. V obou případech se v určitých časových intervalech buď ruší příslušný počet pokusných variant nebo odebírají vzorky půdy a po extrakci vhodnými roztoky se stanoví obsah minerálních živin a tím i rozsah mineralizace nebo immobilizace. Kontinuální průtoková metoda, při níž prochází roztok konstantní rychlostí nepřetržitě půdou, umožňuje analýzy, aniž by byl vzorek půdy dotčen odběry ke stanovením. Vzhledem k tomu, že v dřívějších pokusech s touto metodou jsme ukázali na závislost mezi rozvojem mikrobiálního společenstva půdy a poměrem mezi zdrojem energie a prvky minerální výživy přidávanými kontinuálně do půdy, pokládali jsme za vhodné použít metody při studiu biologické immobilizace.

Výsledky uvedené v grafu 1 ukazují, že při kontinuálním průtoku roztoku sekundárního fosforečnanu amonného vzorkem půdy dochází v krátké době k nasycení aniontové sorpční kapacity fosforečným iontem. Rychlost, jíž je dosaženo rovnováhy, závisí na koncentraci fosforečnanového iontu a na průto-



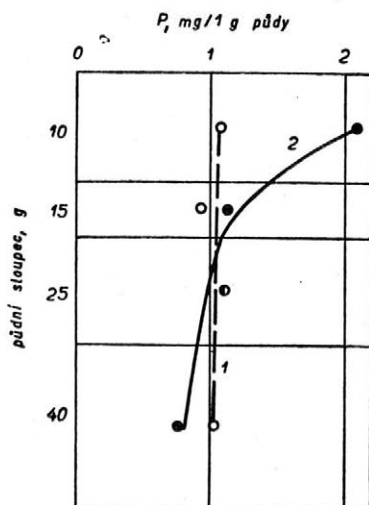
Graf 1. Sorpce P v 15 g půdy při kontinuálním průtoku roztoku $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (1) a téhož roztoku s glukózou (2)

tokové rychlosti a na velikosti navážky půdy. Při použití 10 g půdy a při dané koncentraci fosforečnanu a průtokové rychlosti ustala sorpce po 3 dnech, při použití 15 g po 4 dnech, 25 g po 5 až 6 dnech a při použití 40 g půdy nebyla sorpce ukončena ani po 10 dnech kontinuálního průtoku. Byl-li však přidáván roztok fosforečnanu amonného spolu s glukózou, probíhala sorpce fosforu po celou dobu pokusu ve všech navážkách půdy.

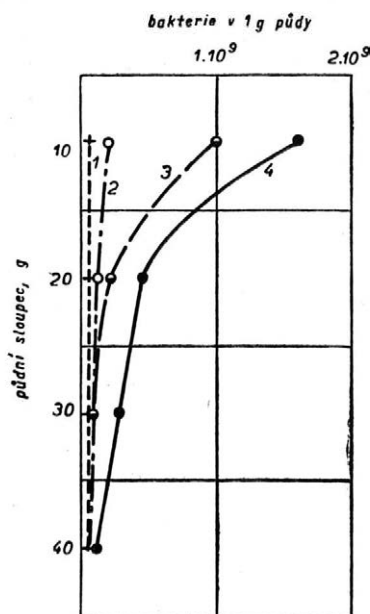
Charakter křivek znázorňujících retenci fosforečnanových iontů v půdě v tomto případě ukazuje na dvě fáze. Prvá má stejný charakter jako při kontinuálním přidávání fosforečnanu bez glukózy a je pravděpodobně způsobena fyzikálně chemickou sorpcí. Druhá fáze, v níž je rozsah retence značně nižší, je zřejmě způsobena biologickou immobilizací fosforečnanového iontu. Podobným způsobem probíhá i retence a biologická immobilizace dusičnanového dusíku a amonného dusíku. V posledním případě je však při celkové bilanci nutno vzít v úvahu i ve větší či menší míře probíhající nitrifikaci.

I. Množství P sorbovaného po 10 dnech kontinuálního průtoku roztoku $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ a téhož roztoku s 0,1 % glukózy různými navážkami vzorků půd

Navážka půdy v g	Kontinuální průtok			
	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$		glukóza + $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	
	celková sorpce P v mg	sorpce P v mg na 1 g půdy	celková sorpce P v mg	sorpce P v mg na 1 g půdy
10	6,51	0,65	11,13	1,11
15	8,98	0,60	14,59	0,97
25	14,05	0,56	17,30	0,68
40	21,64	0,54	27,70	0,69



Graf 2. Množství P sorbovaného v různých vrstvách sloupce půdy po 10 dnech průtoku roztoku $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (1) a téhož roztoku s glukózou (2)



Graf 3. Počty bakterií v různých vrstvách sloupce půdy po 8 dnech průtoku vody (1), roztoku glukózy (2), glukózy s min. N (3), glukózy s min. N a P (4)

Při použití kontinuální průtokové metody bylo možno rovněž stanovit rozsah retence nebo biologické immobilizace v různých vrstvách sloupce půdy (graf 2). Při kontinuálním průtoku roztoku fosforečnanu amonného bez glukózy bylo ve všech vrstvách sloupce půdy sorbováno prakticky totéž množství fosforu v přepočtu na 1 g půdy. Při současném přidávání roztoku fosforečnanu amonného s glukózou byl rozsah biologické immobilizace fosforu nejvyšší ve vrchní vrstvě půdního sloupce a v dalších vrstvách rychle klesal. Tyto údaje jsou v souladu se stanovením rozvoje mikroflóry ve sloupci půdy. Výskyt bakterií v půdním sloupci, jak je uveden na obr. 3, ukazuje, že k nejvyššímu pomnožení dochází ve vrchní vrstvě sloupce půdy a dále rychle klesá.

Další výsledky ukázaly, že immobilizace fosforečnanového a amonného iontu závisí na koncentraci přidávaného zdroje energie (tab. I). Čím vyšší bylo množství kontinuálně přidávané glukózy, tím vyšší byla retence fosforečného iontu v půdě. Obdobné výsledky byly získány i při studiu retence a biologické immobilizace amonného iontu.

II. Sorpce P v půdě při kontinuálním průtoku roztoku $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ a různých koncentrací glukózy (v % přidávaného P)

Konc. glukózy v %	Dny					
	1	3	5	10	15	20
0	88	91	81,1	54	41,9	37,3
0,05	87,5	91,5	87,6	62,8	50,9	44,5
0,01	87,1	91,8	90,7	70,2	58,5	53,5
0,2	85,4	91,4	92,6	90,9	85,3	75,9
0,5	86,6	93	94	95	95,3	—

Souhrn

Použili jsme kontinuální průtokové metody ke studiu vztahu mezi rozvojem mikrobiálního společenstva půdy a biologickou immobilizací amonného a fosforečnanového iontu. Při kontinuálním přidávání fosforečných ionů do půdy dochází v závislosti na velikosti navážky půdy dříve či později k nasycení aniontové sorpční kapacity a další sorpce fosfátového iontu ustává. Přidávali se však současně glukóza, probíhá biologická immobilizace fosforu. Sorpce fosforu v různých vrstvách půdního sloupce je ve vztahu k rozvoji mikrobiální populace půdy a závisí rovněž na koncentraci přidávaného zdroje energie. Podobné výsledky byly získány i při studiu sorpce amonného a dusičnanového iontu.

Literatura

1. Goring C. A. J., Clark F. E.: Influence of plant growth on mineralization of nitrogen in soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 13, 261-266, 1949. — 2. Hansen G. W., Schreven D. A.: Mineralization of organic matter in soil. *Adv. Agron.* 7, 29-398, 1955. — 3. Jansson S. K.: Tracer studies on nitrogen transformations in soil with special attention to mineralization-immobilization relationships. *Kungl. Lantbruks-högskolans Annaler* 24: 101-361, 1958. — 4. Legg J. O., Allison F. E.: Role of rhizosphere microorganisms in the uptake of nitrogen by plants. 7th Intern. Congr. Soil Sci., Madison, Wisc. III. 12: 545-550, 1960. — 5. Macura J.: Continuous flow method in soil microbiology. I. Apparatus. *Folia microbiologica* 6, 328-334, 1961. — 6. Macura J., Kunc F.: Continuous flow method in soil microbiology. II. Observations on glucose metabolism. *Folia microbiologica* 6, 398-407, 1961.

Биологическая иммобилизация минеральных питательных веществ в почве

Нами применялся непрерывный проточный метод для изучения отношений между развитием микробного сообщества почвы и биологической иммобилизацией аммониевого и фосфатного ионов. При непрерывном добавлении фосфорных ионов в почву в зависимости от размера навески почвы рано или поздно происходит насыщение анио-

новой сорбционной емкости; дальнейшая сорбция фосфатных ионов прекращается. Если, однако, одновременно добавляется глюкоза, происходит биологическая иммобилизация фосфора. Сорбция фосфора в разных слоях почвенного столбца находится в отношении с развитием микробной популяции почвы и зависит также от концентрации добавляемого источника энергии. Аналогичные результаты были получены и при изучении сорбции аммониевого и азотнокислого ионов.

Biological Immobilization of Mineral Nutrients in Soil

We applied the method of continual passage for the investigation of the relation between the development of microbial population of the soil and the biological immobilization of ammonium and phosphate ions. In the case of a continuous adding of phosphate ions to the soil there sooner or later occurs, in dependence on the size of the weight of soil, a saturation of the anion exchange capacity, and further sorption of phosphate is discontinued. However, if glucose is added simultaneously, a biological immobilization of phosphorus occurs. Sorption of phosphorus in different layers of the soil column takes place in relation to the development of the microbial population of the soil, and it also depends on the concentration of the added source of energy. Similar results were obtained in the investigation of the sorption of ammonium and nitrate ions.

Rozklad glukózy v půdě

Разложение глюкозы в почве

Decomposition of Glucose in Soil

J. MACURA, J. SZOLNOKI, V. VANČURA

Mikrobiologický ústav ČSAV, oddělení půdní mikrobiologie, Praha

Glukóza je v půdě mikroflórou velmi rychle metabolizována. Glukózový uhlík je zčásti použit v anabolických procesech, zčásti oxydován až na kyslíčník uhličitý, jehož vývoj je mírou rozkladu přidané látky. Po přidání uhlíkatého materiálu do půdy však probíhá nejen rozklad přidané látky, nýbrž je ovlivněna i mineralizace nativní organické hmoty půdy (Broadbent, 1948, Broadbent, Bartholomew, 1948, Hallam, Bartholomew, 1953, Jansson, 1960). Vzhledem k významu těchto procesů v uhlíkové bilanci půdy jsme věnovali pozornost osudu glukózového uhlíku v půdě a jeho vlivu na rozklad nativní půdní organické hmoty.

Materiál a metodika

V pokusech jsme použili černozemní půdy s obsahem 2,1 % uhlíku a 0,21 % dusíku a o pH 7,7. Půda byla vysušena na vzduchu a k pokusům jsme brali strukturní agregáty o průměru 2 až 5 mm.

Rozklad glukózy byl studován kontinuální průtokovou metodou (Macura, Málek, 1958) a bylo použito přístroje i postupu popsaného dříve (Macura, 1961).

V pokusech jsme použili uniformně značené glukózy, což nám umožnilo získat údaje o množství glukózového uhlíku zadrženém v půdě, mineralizovaném na kyslíčník uhličitý a vymytém z půdy, jakož i o množství uhlíku uvolněném při mineralizaci nativní půdní organické hmoty.

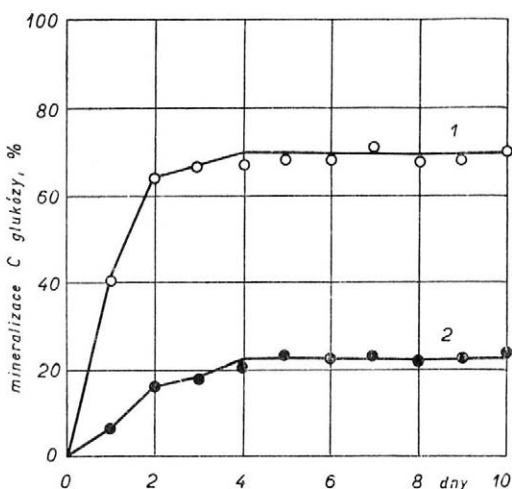
Metabolické produkty jsme stanovili v roztoku prošlém půdou. K identifikaci jsme použili papírové chromatografie a postupů popsaných v našich předchozích sděleních (Vančura, Macura, 1961, Vraný, Vančura, Macura, 1962).

Výsledky a diskuse

Rozklad glukózy v půdě a její vliv na rozklad nativní půdní organické hmoty jsme sledovali při různé hladině minerálního dusíku a fosforu v půdě. Toho jsme dosáhli předběžným kontinuálním průtokem roztoku sek. fosforečnanu amonného a následným kontinuálním průtokem roztoku glukózy, popřípadě spolu s fosforečnanem amonným.

I.

Pokusná varianta	Před ošetřením (3 dny)	Kontinuální průtok
M ₀ M ₁ M ₂	H ₂ O (NH ₄) ₂ HPO ₄ (NH ₄) ₂ HPO ₄	Glukóza Glukóza Glukóza + (NH ₄) ₂ HPO ₄



Graf 1. Denní rychlost mineralizace kontinuálně přidávané glukózy v půdě.
1 — na základě celkové tvorby CO₂,
2 — podle měření radioaktivity

Při kontinuálním přidávání glukózy do půdy se kinetika jejího rozkladu liší od údajů získaných v pokusech s jednorázovým vnesením substrátu (Drobník, 1960). Za podmínek kontinuálního průtoku se v počáteční fázi kultivace rychlost mineralizace glukózy zvyšuje a počínaje 3.—5. dnem je dosaženo ustáleného stavu, v němž je rozsah mineralizace glukózy prakticky konstantní (graf 1). Tímto způsobem lze oddělit vliv faktorů působících na rychlost nebo na rozsah mineralizace glukózy.

Do půdy kontinuálně přidávaná glukóza je velmi rychle metabolizována. V produkci kyslíčnicku uhlíčitého se však v prvních dnech kultivace projevuje zřetelný lag (tab. II). Předpokládáme-li, že v půdě zadržaná glukóza je asimilována (Lees, Porteous, 1950), je poměr mezi asimilací a oxydací glukózového uhlíku v prvních fázích pokusu široký a v průběhu kultivace se snižuje; závisí rovněž na obsahu a přístup-

nosti amonných a fosforečných iontů v půdě.

Skutečný rozsah mineralizace glukózy v ustáleném stavu, zjištěný na základě údajů o radioaktivitě kyslíčnicku uhlíčitého, byl v našich pokusech nižší, než jak bylo v řadě prací uvedeno na základě údajů o celkové tvorbě kyslíčnicku uhlíčitého při použití neznačené glukózy (Lees, Porteous, 1950, Macura, Kunc, 1961,

II. Poměr mezi množstvím uhlíku glukózy zadrženým v půdě (C_r) a mineralizovaným na CO₂ (C_m) při různé hladině minerálního N a P. Hodnoty udávají množství uhlíku v mg/24 hod.

Dny	M ₀			M ₁			M ₂		
	C _r	C _m	C _r : C _m	C _r	C _m	C _r : C _m	C _r	C _m	C _r : C _m
1	11,91	0,97	12,3	10,87	1,3	8,4	9,45	2,29	4,1
2	4,47	1,56	2,9	7,35	2,7	2,7	4,63	4,31	1,1
3	5,36	1,93	2,8	8,40	3,04	2,8	5,33	5,32	1

III. Mineralizace glukózy v půdě v ustáleném stavu při různé hladině minerálního N a P (v ‰ C glukózy mineralizovaného v CO₂)

Mineralizace podle	M ₀	M ₁	M ₂
celkové tvorby CO ₂ měření radioaktivity	65,4 ± 2,15 21,1 ± 1,50	68,9 ± 0,72 22,5 ± 0,13	74,9 ± 0,90 41,7 ± 1,75

Stotzky, Norman, 1961). Nebyl ovlivněn hladinou amonných a fosforečných iontů, byl však výrazně vyšší v ustáleném stavu při současném přidávání glukózy a amonných a fosforečných iontů (tab. III).

Kontinuálně přidávaný glukózový uhlík byl v půdě zčásti zadržen, zčásti oxidován až na kyslíčník uhlíčitý a zčásti je značený uhlík z půdy vymyt. Množství uhlíku prošlého půdou je v nepřímé závislosti na obsahu přístupných amonných a fosforečných iontů, zatímco závislost mezi množstvím mineralizovaného uhlíku a obsahem minerálních živin je opačná (tab. III).

IV.

	M ₀	M ₁	M ₂
Celková mineralizace C			
Kontrolní půda	11,2	13,1	15,2
Pokus (s glukózou)	96,4	107	128,8
Mineralizovaný C v pokusné půdě pochází z glukózy	24,1	32	62
půdní organické hmoty	72,3	75	66,8
Balance C ¹⁴			
Mineralizováno jako CO ₂	24,1	32	62
Vymyto z půdy	73,1	65,8	62,3
Zadrženo v půdě	62,6	67,9	63,5
Primující účinek glukózy	61,1	61,9	51,5
Zisk C v pokuse (ve srovnání s kontrolou)	1,5	6	12

V roztoku prošlém půdou byla z radioaktivních látek identifikována kyselina glukonová a její lakton. Z jiných metabolických produktů byly mezi radioaktivními látkami zjištěny glycin, α-alanin a urea. Na radioautogramech bylo zjištěno několik skvrn o různé specifické aktivitě, které nebyly blíže identifikovány.

Kontinuální přidávání glukózy do půdy ovlivnilo výrazně i rozsah mineralizace nativní organické půdní hmoty (tab. IV). Ve srovnání s kontrolními vzorky půd byl rozklad půdní organické hmoty vlivem glukózy značně stimulován. Nelze určit, do jaké míry byla tato stimulace v našich pokusech ovlivněna vlastnostmi půdy. Jak ukázali Stotzky a Mortensen (1958) v souladu s výsledky Bingemana et al. (1953), závisí tento účinek organických látek na obsahu organické hmoty v půdě. Naše výsledky jsou v souladu se zjištěním Janssona (1960), který pozoroval nejvyšší primující účinek glukózy ihned po jejím přidání do půdy. Podporují také předpoklad Hallama a Bartholomewa (1953), že malé časté přídavky uhlíkatého materiálu do půdy rezultují ve více výrazný rozklad půdní organické hmoty, než velké méně časté přídavky.

Kontinuální přidávání glukózy do půdy zvýšilo také uvolnění cukrů z půdní organické hmoty a v některých případech i aminokyselin. Zatímco v kontrolní půdě s kontinuálním průtokem vody nebyly cukry zjištěny, při kontinuálním průtoku roztoku glukózy byla identifikována rafinóza, laktóza, cellobióza, maltóza, sacharóza, galaktóza, glukóza, fruktóza, xylóza, ribóza a rhamnóza. Z aminokyselin byly stanoveny cystin, serin, glycin, kyselina glutamová, α-alanin, kyselina γ-aminomáselná, methionin nebo valin, leucin nebo izoleucin a při současném přidávání glukózy s amonnou

solí též glutamin a asparagin. Získané údaje svědčí o tom, že přidání glukózy do půdy ovlivňuje výrazně mikrobiologické pochody a projevuje se ve stimulaci rozkladu půdní organické hmoty. Zvýšená mineralizace uhlíku nativní půdní organické hmoty je však kompenzována asimilací glukózového uhlíku, takže celková uhlíková bilance zůstala pozitivní (tab. IV).

Souhrn

Sledovali jsme osud glukózového uhlíku kontinuálně přidávaného do půdy a jeho vliv na rozklad nativní půdní organické hmoty. Mineralizace uhlíku glukózy a poměr mezi množstvím uhlíku asimilovaným půdní mikroflórou a mineralizovaným byl ovlivněn hladinou minerálního dusíku a fosforu. Glukóza zvýšila rozklad půdní organické hmoty. Z produktů přeměny glukózy byla zjištěna kyselina glukonová a její lakton, dále některé aminokyseliny. Po přidání glukózy do půdy bylo pozorováno zvýšené uvolňování cukrů a v některých případech i aminokyselin z půdní organické hmoty.

Literatura

1. Bingeman C. W., Varner J. E. & Martin W. P.: The effect of the addition of organic materials on the decomposition of an organic soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 17, 34-38, 1953. — 2. Broadbent F. E.: Nitrogen release and carbon loss from soil organic matter during decomposition of added plant residues. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 12, 246-249, 1948. — 3. Broadbent F. E. & Bartholomew W. V.: The effect of quantity of plant material added to soil on its rate of decomposition. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 3, 271-274, 1948. — 4. Drobník J.: Primary oxidation of organic matter in the soil. I. The form of respiration curves with glucose as the substrate. *Plant and Soil* 12, 199-211, 1960. — 5. Hallam M. J. & Bartholomew W. V.: Influence of rate of plant residue addition in accelerating the decomposition of soil organic matter. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 17, 365-368, 1953. — 6. Jansson S. K.: On the establishment and use of tagged microbial tissue in soil organic matter research. *Trans. 7th Intern. Congr. Soil Sci. Madison Wisc.* III, 25, 635-642, 1960. — 7. Lees H. & Porteuos J. M.: The release of carbon dioxide from soils percolated with various organic materials. *Plant and Soil* 2, 231-241, 1950. — 8. Macura J.: Continuous flow method in soil microbiology. I. Apparatus. *Folia microbiologica* 6, 328-344, 1961. — 9. Macura J., Kunc F.: Continuous flow method in soil microbiology. II. Observations on glucose metabolism. *Folia microbiologica* 6, 398-408, 1961. — 10. Macura J., Málek I.: Continuous flow method for the study of microbiological processes in soil samples. *Nature* 182, 1796-1797, 1958. — 11. Stotzky G., Martensen J. L.: Effect of addition level and maturity of rye tissue on the decomposition of a muck soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 22, 521-524, 1958. — 12. Stotzky G., Norman A. G.: Factors limiting microbial activities in soil. I. The level of substrate, nitrogen, and phosphorus. *Arch. Mikrobiol.* 40, 341-369, 1961. — 13. Vančura V., Macura J.: The effect of root excretions on *Azotobacter*. *Folia microbiologica* 6, 250-259, 1961. — 14. Vraný J., Vančura V. & Macura P.: The effect of foliar application of some readily metabolized substances, growth regulators and antibiotics on rhizosphere microflora. *Folia microbiologica* 7, 61-70, 1962.

Разложение глюкозы в почве

Нами изучалась судьба глюкозного углерода, континуально добавляемого в почву и его влияние на разложение естественного органического вещества почвы. Минерализация углерода глюкозы и отношение между количеством углерода, ассимилированным почвенной микрофлорой и минерализованным, находилась под влиянием уровня минерального азота и фосфора. Глюкоза повышала разложение почвенного органического вещества. Из продуктов обмена глюкозы была установлена глюконовая кислота и ее лактон, далее некоторые аминокислоты. После добавления глюкозы в почву наблюдалось повышенное освобождение сахаров, а в некоторых случаях и аминокислот из почвенного органического вещества.

Decomposition of Glucose in Soil

We examined the fate of glucose carbon added continually to the soil and its influence on the decomposition of native soil organic matter. Mineralization of the carbon of glucose and the ratio of the quantity of carbon assimilated by the soil

microflora to the mineralized carbon as influenced by the level of mineral nitrogen and phosphorus. Glucose increased the decomposition of soil organic matter. Of the products of the metabolism of glucose gluconic acid and its lactone, and further some amino acids, were ascertained. After the adding of glucose into the soil an increased release from soil organic matter of sugar, and in some cases also of amino acids, was observed.

Účast myxobakterií na rozkladu celulózy v půdě

Роль миксобактерий в разложении целлюлозы в почве

The Participation of Myxobacteria at the Decomposition of Cellulose in the Soil

Jaroslava KOZOVÁ, M. BELZOVÁ

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, oddělení mikrobiologie, Ruzyňe

Z literárních údajů (Kozová, 1961) je známo, že schopnost rozkládat celulózu nemá jen jedna skupina mikroorganismů, ale různé mikroorganismy aerobní, anaerobní, mesofilní a termofilní, z taxonomického hlediska řazené mezi bakterie, myxobakterie, aktinomycety i plísňe. Výsledky našich pokusů s rozkladem celulózy v půdách hnojených statkovými hnojivy ukázaly, že rozkladu celulózy se zúčastňují převážně mesofilní aerobní mikroorganismy, zejména myxobakterie.

Metodika

Aerobní mesofilní celulolytické myxobakterie v laboratorních podmínkách požadují specifické podmínky pro svůj růst na živných prostředcích. Nejvhodnější prostředí na umělém substrátu je agar nasycený živným roztokem se zdrojem uhlíku ve formě čisté celulózy (filtrační papír Whatman No 2) s vhodným zdrojem dusíku (viz výsledky), s optimálními podmínkami vlhkosti a přidavkem extraktů slámy, chlévské mrvy a kompostu (Kozová, 1961). Takto sestavená živná půda je vhodná k hodnocení cenóz celulolytických mikroorganismů i ke zjištění intenzity rozkladu celulózy (Novák, Dvořáková, 1955).

Výsledky a diskuse

Při hodnocení porostů celulolytických mikroorganismů na agarových deskách jsme zjistili, že myxobakterie se energicky podílejí při přeměně organické hmoty statkových hnojiv v půdě. Nejcharakterističtější zástupce převládajících společenstev jsme hodnotili z hlediska jejich fyziologické schopnosti rozkládat celulózu. Zjistili jsme, že nejenergičtější rozkládají celulózu společenstva rodů *Myxococcus* a *Angiococcus*. Nejrozšířenější zástupci rozkladu celulózy jsou v rodu *Sporocytophaga*, kteří však nerozkládají celulózu tak energicky v srovnání s intenzivně rozkládajícími mikroorganismy. Nejpomaleji je celulóza rozkládána zástupci rodu *Polyangium*, *Sorangium* a *Archangium*.

Rozklad celulózy musí být kompenzován potřebou dusíku. Proto jsme sledovali, jak celulolytické myxobakterie využívají jednotlivé zdroje dusíku. Pro většinu je mnohem přístupnější organická forma dusíku (zvláště močovina) než anorganická. Celulolytické myxobakterie se ve svých požadavcích na dusíkatou výživu různí (tab. I). Většina zástupců myxobakterií rodů *Myxococcus*, *Angiococcus*, *Sorangium* a *Polyangium* přednostně využívá močovinu a čpavkový dusík. Myxobakterie dovedou využívat i anorganický dusík ve formě nitrátové, ale intenzita rozkladu celulózy při tomto zdroji je daleko nižší než při zdrojích močoviny a čpavkového dusíku. Nitrátový dusík je nejnáze využíván zástupci rodů *Sporocytophaga* a *Archangium*. Většina jich však využívá i čpavkový dusík. Konfrontujeme-li zís-

kané výsledky s poznatky literárních údajů (Stanier, 1940, 1942, Imšeneckij, 1953, Pochon, De Barjac, Chouard, 1958), nelze celulytické myxobakterie považovat za mikroorganismy, které by konzumovaly pouze minerální formy dusíku a přednostně využívaly nitrátovou formu dusíku.

I. Vliv forem dusíku na intenzitu rozkladu celulózy jednotlivých kultur myxobakterií izolovaných z půd různě organicky hnojených

Označení kultur	Taxonomické zařazení	Rozložená celulóza (v %)			
		KNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	močovina	pepton
M-18	<i>Sporocytophaga</i>	59,35	56,81	19,85	1,67
M-43	<i>Sporocytophaga</i>	47,93	39,23	13,24	4,32
M-44	<i>Sporocytophaga</i>	40,29	32,71	12,43	1,67
M-58	<i>Sporocytophaga</i>	54,03	43,38	5,76	2,14
M-9	<i>Myxococcus</i>	21,45	60,74	89,22	7,57
M-6	<i>Myxococcus</i>	22,90	69,62	66,04	5,63
M-48	<i>Angiococcus</i>	14,60	55,28	85,21	1,67
M-61	<i>Sorangium</i>	20,79	60,16	71,11	6,73
M-42	<i>Sorangium</i>	20,59	40,22	67,05	9,95
M-49	<i>Sorangium</i>	15,00	44,31	63,42	2,85
M-33	<i>Sorangium</i>	13,08	37,74	41,94	4,65
M-220	<i>Polyangium</i>	11,98	35,98	58,72	1,88
M-202	<i>Polyangium</i>	13,21	30,87	46,11	8,24
M-62	<i>Polyangium</i>	12,41	37,11	40,22	1,31
M-68	<i>Polyangium</i>	10,31	34,22	38,31	1,82
M-54	<i>Archangium</i>	38,12	39,18	9,81	2,42
M-232	<i>Archangium</i>	37,43	40,42	14,33	1,08
M-219	<i>Archangium</i>	27,12	31,11	10,99	1,44

Souhrn

Při hodnocení cenóz celulytických mikroorganismů na agarových deskách jsme zjistili, že myxobakterie jsou široce rozšířené mikroorganismy nejen v samotných statkových hnojivech, ale i v půdě. Myxobakterie patří k typické půdní flóře a mnohé z nich rozkládají celulózu. Z mesofilních aerobních celulytických mikroorganismů maximálně rozkládají organickou hmotu statkových hnojiv v půdě. Aktivita rozkladu celulózy je u jednotlivých myxobakterií různá. Nejaktivnější jsou zástupci rodu *Myxococcus*. Činnost celulytických myxobakterií závisí na formě dusíku v substrátu.

Literatura

1. Imšeneckij A. A.: Mikrobiologia celljulozy. Moskva 1953. — 2. Kozová J.: Mikrobiální rozklad celulózy. Kandid. dis. práce. Praha 1961. — 3. Novák B., Dvořáková H.: Sborník ČSAZV RV 28, 45-54, 1955. — 4. Pochon J., De Barjac H., Chouard P.: Traité de microbiologie des sols. Paris 1958. — 5. Stanier R. Y.: J. Bact. 40, 619, 1940. — 6. Stanier R. Y.: Bact. Rev. 6, 143, 1942.

Роль миксобактерий в разложении целлюлозы в почве

При оценке ценоз целлюлолитических микроорганизмов на агаровых пластинках нами было установлено, что миксобактерии — широко распространенные микроорганизмы не только в одних местных удобрениях, но и в почве. Миксобактерии относятся к типической почвенной флоре и многие из них разлагают целлюлозу. Из мезофильных аэробных целлюлолитических микроорганизмов они максимально разлагают органическую массу местных удобрений в почве. Активность разложения целлюлозы у отдельных миксобактерий различна. Наиболее активны представители рода *Myxococcus*. Действие целлюлолитических миксобактерий зависит от формы азота в субстрате.

The Participation of Myxobacteria at the Decomposition of Cellulose in the Soil

In the evaluation of the coenoses of cellulolytic microorganisms on agar plates we found myxobacteria to be widely spread microorganisms not only in farm yard manure, but also in the soil as well. Myxobacteria belong to the typical soil flora, and many of them decompose cellulose. Of the mesophil aerobic cellulolytic microorganisms they most of all decompose the organic matter of FYM in the soil. The activity of the decomposition of cellulose by the different myxobacteria differs. Most active are the representatives of the genus *Myxococcus*. The activity of cellulolytic myxobacteria depends on the form of the nitrogen in the substratum.

Je možno stanovit celulózovým testem i nepatrné kvantitativní rozdíly v celulolytické aktivitě půdy?

Sledováno v pokusech se zavlažováním

Возможно ли определить при помощи целлюлозного теста даже незначительные количественные различия в целлюлолитической активности почвы?

Изучалось в опытах с орошением

Sind mit dem Zellulosestest auch geringe quantitative Unterschiede in der zellulolytischen Aktivität der Böden erfaßbar?

Erläutert an einem Beregnungsversuch (Kirchhasel 1958)

H. UNGER

Výzkumný ústav zemědělský, Jena-Zwötzen

Otázka nejnižších stanovitelných hranic v rozdílu rozkladu pomocí celulózového testu byla často předmětem diskuse. V dosud uveřejněných výsledcích byly zjištěny zřetelné rozdíly mezi sledovanými faktory jenom tehdy, jestliže rozdíly v rozkladu byly větší než 1 g. V následujícím bude uveden jako příklad nejmenší nutný rozdíl a tím i citlivost metody.

Materiál a metodika

Na části pokusného stanoviště v Kirchhasel na zavlažovaném poli bylo v roce 1958 uloženo na dvanácti parcelách po pěti gázových sáčcích naplněných vatou do hloubky 5 a 10 cm. Těchto 120 sáčků celkem mělo za účel prověřit následující varianty:

1. Zavlažování:

- B₀ — nezavlažované
- B₁ — slabá dávka závlahy
- B₂ — silná dávka závlahy

2. Hloubku:

- T₅ — uložení v 5 cm
- T₁₀ — uložení v 10 cm

3. Hnojení:

- D_u — bez vápna a hnoje
- D_v — s vápnem a hnojem.

Všechny parcely měly následující základní vyhnojení: 0 kg N/ha, 55,4 kg P₂O₅ (= 24,2 kg P)/ha, 162,6 kg K₂O (= 135 kg K)/ha. Parcely označené D_v byly v roce 1957 přihnojeny 200 g/ha hnoje a v roce 1958 592 kg/ha CaC. Tento pokus, který byl založen pro doplnění některých údajů, měl pouze dvoje opakování. Z hodnot roz-

kladu pěti sáčků z každého opakování byl proveden průměr a tato čísla sloužila jako podklad pro vyhodnocení. Sáčky byly uloženy v půdě oseté ozimou pšenicí, od 28. 4. do 24. 7. 1958, tedy 88 dní. Dávky a období závlah, srážky a průměrné teploty za pět dní jsou zaznamenány v grafu 1.

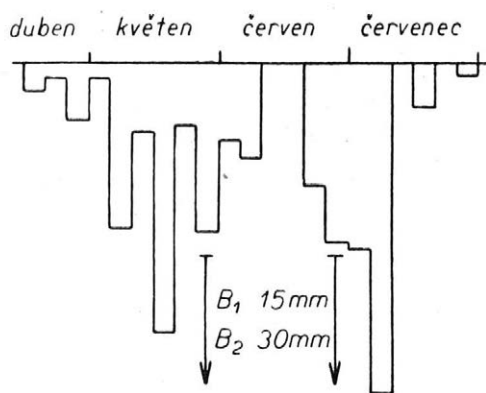
Půda pokusného pozemku v údolí řeky Saaly je aluviálního původu s dobrou propustností. Půdní typ v horizontu A a B jsou písčité naplaveniny.

Výsledky

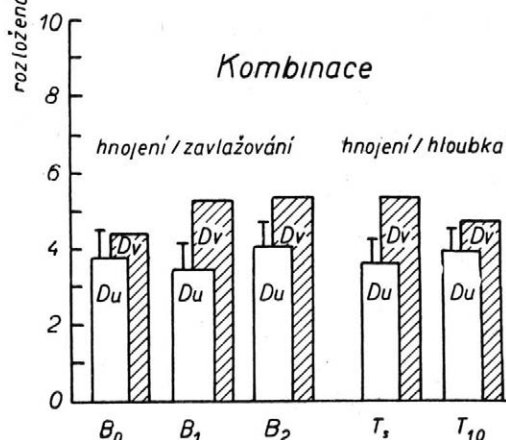
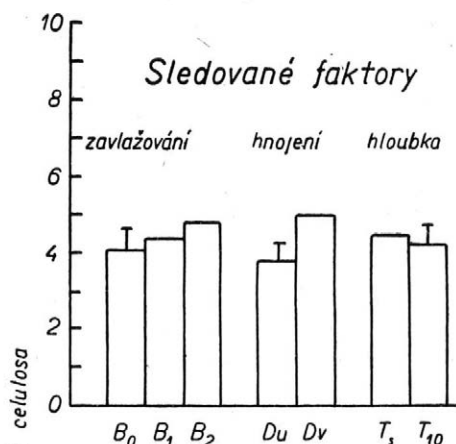
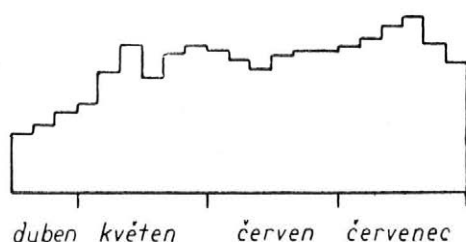
A. Vliv zavlažování. Dávky zavlažování 31. 5. a 27. 6. byly přidávány v době bohatých přirozených srážek. Vodní faktor byl v pokusném období jenom zřídka v minimu, takže příznivé působení závlah na rozklad se dalo očekávat jenom stěží. Na nezavlažované parcele byly po 88 dnech přirozené srážky 200,5 mm, zavlažované varianty obdržely B₁ 230,5 mm a B₂ 260,5 mm vody. Tomu odpovídají rozdíly mezi variantami, které činí jen 0,7 g mezi nezavlažovanou a silně zavlažovanou parcelou. Z grafu 2 je možno pozorovat, že tendence příznivého působení závlah na rozklad je jednoznačná a rozdíl mezi B₀ a B₂ je nicméně dobře patrný.

B. Vliv hnojení. Z těchto výsledků nemůže být vyvozeno, zda je na rozdíl v rozkladu mezi oběma variantami hnojení, který činí 1,2 g, odpovědné následné působení hnoje nebo přihnojení vápnem. Překvapivé je, že tento relativně nepatrný rozdíl je průkazný s 0,01 % pravděpodobností. Intenzivnější rozklad na hnojených variantách vzbuzuje domněnku, že je působen faktorem živin a nikoli faktorem vláhy.

C. Vliv hloubky. Vata při uložení v 5 cm byla v průměru rozložena jen



Období uložení
od 28.4. - 24.7. 58 → 88 dní



Graf 1. Znárodnění povětrnostních údajů (hodnoty období pěti dnů: srážky jako součet, teplota jako průměr), dávek závlah a pokusného období v Kirchhasel 1958

Graf 2. Kirchhasel 1958, ozimá pšenice, rozklad celulózy v g. Znárodnění sledovaných faktorů a kombinací

o 0,2 g více než v hloubce 10 cm. Přes tyto nepatrné rozdíly, které přirozeně nejsou průkazné, je třeba upozornit na krajně nízko ležící mez průkaznosti 5%, vypočítanou u 0,45 g.

D. Vzájemné působení hnojení a závlah (WWBD). Vzájemné působení hnojení a závlah není průkazné, což také vysvětluje ze znázornění v grafu 2. Některé kombinace se navzájem liší velmi zřetelně. Jasně byl demonstrován vliv hnojení, který převyšuje působení zavlažování, neboť varianty D_v vždy převyšují varianty D_u. Jestliže hodnoty rozkladu D_u položíme rovné 100, pak D_v varianta v B₀ je o 16 %, v B₁ o 51 % a v B₂ o 32 % vyšší. To odpovídá pozorování mnoha jiných závlahových pokusů, že zvýšení aktivity je relativně nižší při silných dávkách, než při slabých dávkách.

E. Vzájemné působení hnojení a hloubky (WWDT). Z tohoto příkladu průkazného vzájemného působení je zřetelně vidět, že vzájemné působení dává vždy lepší odpověď, zatímco jednotlivé faktory jsou často překryty (viz vliv hloubky). Kombinace WWDT znázorněné v grafu 2 vykazují průkazné rozdíly, které u D_u variant mají stoupající tendenci od 5–10 cm a u D_v variant klesající.

Diskuse

Otázky týkající se jednotlivých studovaných faktorů a vzájemného působení byly probírány současně s vyobrazením výsledků a nemohou být tudíž předmětem diskuse. Naléhavější je zde dát odpověď na otázku položenou v nadpise. Uvedený případ je pro tento účel vhodný, neboť rozdíly mezi jednotlivými variantami jsou často nepatrné, ale přesto významné. Teoreticky dovoluje tento test postihnout rozdíly 0,1 g, neboť přesnost vážení je $\pm 0,05$ g. Nyní platí pro jednotlivé pokusy pravidlo, že rozdíly pod 10 % navážky (tedy 1 g) mohou být s větší vyhodnocovány jako náhodné v praktických pokusech. Výše uvedené výsledky a řada jiných pokusů přesto dokazují, že při vyrovnaných půdních podmínkách a pečlivém uložení je možno rozdíly až do 5 % navážky považovat za průkazné. U případu Kirchhasel 1958 činí mez pravděpodobnosti 5 %, u faktoru hnojení a hloubky 0,45 g a u zavlažování 0,5 g. Bylo zjištěno, že je možno zpracovat údaje na základě pokusů s dvěma opakováními, kde 10 sáčků je rovno dvěma hodnotám. Důvod těchto nízkých rozdílů je ve vzájemném souhlasu opakování. V tabulce I jsou navzájem srovnány hodnoty opakování.

I. Hodnoty rozkladu celulózy v g
Kirchhasel 1958, ozimá pšenice

	T ₅		T ₁₀	
	D _u	D _v	D _u	D _v
B ₀	3,3 3,6	5,0 5,2	4,0 4,4	3,3 4,2
B ₁	2,9 3,9	5,6 5,7	3,5 3,6	4,6 5,2
B ₂	3,3 4,9	5,8 4,9	3,9 4,2	5,5 5,6

Rozdíly v opakováních byly ve třech případech pouze 0,1 g, v jednom případě 0,2 g, dvakrát 0,3 g, jednou 0,4 g, jednou 0,6 g, dvakrát 0,9 g, jednou 1,0 g a jednou 1,6 g. Sedmkrát jsou rozdíly menší než 0,5 g a jen pěkrát větší. Jestliže uvážíme, že tyto výsledky pocházejí z polních pokusů, můžeme souhlasnost opakování označit za velmi dobrou. V této souvislosti bude zajímavé, že jinými metodami, které stanoví rozklad celulózy s přesností na $\frac{1}{10}$ mg (1) a 1 mg (2) větší přesnost než 1 % navážky, se s větší obtíží dosáhne. Kohlmaier (1956) sice stanovuje v pokusech s rozkladem čistými kulturami hub v některých případech odchylky ve vážení 0,5 % navážky, ale představuje to výjimku. K tomu ještě přistupuje skutečnost, že se nejedná o pokusy v přirozených půdních podmínkách, ale o sledování schopnosti rozkladu

fytopatogenních hub v tekutých živných půdách. Testy pro zjišťování rozkladu celulózy umožňující stanovení rozdílu až 1% navážky plně vyhovují požadavkům praktických pokusů. Ve většině případů nevyužívá variabilita faktorů způsobená samotným pokusem možné citlivosti metody.

Souhrn

Hodnoty rozkladu vaty, získané v pokusech se zavlažováním, liší se u provedených variant zavlažování, hnojení, hloubka a jejich kombinací navzájem jen málo, avšak ve významné míře. Příčina nízkých mezí pravděpodobnosti (5%) 0,45 g a 0,5 g je ve výjimečně shodných opakováních. Tím bylo dokázáno, že je možno i v polních pokusech se přiblížit hranici citlivosti metody podmíněné přesností vážení, představující 0,1 g, tj. 1% navážky. V popsaném případě mohou být rozdíly 0,5 g (5% navážky) již průkazné.

Literatura

1. Kohlmaier J.: Phytopath. Z. 27, 147-182, 1956. — 2. Kozová J.: Vortrag zur V. Arbeitstagung des Arbeitskreises Bodenmikrobiologie in Jena, 1961. — 3. Unger H.: Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde 91, 44-52, 1960. — 4. Unger H.: Albrecht-Thaer-Archiv 6, 145-150, 1962. — 5. Unger H.: Z. f. Landw. Versuchsw. Untersuchungswesen 8, 186-194, 1962.

Возможно ли определить при помощи целлюлозного теста даже незначительные количественные различия в целлюлолитической активности почвы?

Изучалось в опытах с орошением

Величины разложения ваты, полученные в опытах с орошением, у проведенных вариантов — орошение, удобрение, глубина и их комбинации — взаимно мало отличаются, однако в значительной мере. Причина низких границ вероятности (5%) 0,45 г и 0,5 г только в исключительно аналогичных повторностях. Этим самым было доказано, что и в полевых условиях можно приблизиться к границе чувствительности метода, обусловленного точностью взвешивания, составляющей 0,1 г, т. е. 1% навески. В описанном случае различия 0,5 г (5% навески) могут быть уже достоверными.

Sind mit dem Zellulosetest auch geringe quantitative Unterschiede in der zellulolytischen Aktivität der Böden erfassbar?

Erläutert an einem Berechnungsversuch (Kirchhasel 1958)

Die in einem Bewässerungsversuch mit dem Zellulosetest erhaltenen Wattleistungswerte unterscheiden sich in den geprüften Varianten Beregnung, Düngung, Tiefe und deren Kombinationen nur wenig, aber meist in signifikantem Maß voneinander. Die Ursache für die niedrigen errechneten Grenzdifferenzen (GD 5%) von 0,45 g und 0,5 liegt in der außerordentlich guten Übereinstimmung der Wiederholungen. Damit wird nachgewiesen, daß der durch die Einwiegegenauigkeit bedingten Empfindlichkeitsgrenze der Methode von 0,1 g, also 1% der Einwaage, auch in Freilandversuchen sehr nahe zu kommen ist. Im beschriebenen Beispiel konnten Differenzen von 0,5 g (5% der Einwaage) bereits gesichert werden.

O rozkladu rostlinné hmoty v půdě

O разложении растительной массы в почве

Über die Zersetzung von pflanzlichem Material im Boden

M. E. FREYTAG

Ústav základní agrotechniky a pěstování rostlin, Münchenberg-Mark

Vzhledem k významu, který připadá organické hmotě jako látce pro tvorbu humusu na lehkých půdách, chudých jílovitými částicemi a se slabou sorpcí, je zajímavá otázka, do jaké míry se rozkládá čerstvá hmota rostlin v půdě. U takto položené otázky se nabízí jako kritérium pro sledování produkce CO_2 . Přihlédneme-li však k tomu, že vedle dodané hmoty dochází i k mikrobiologickému rozkladu organické hmoty z půdní zásoby, pak musíme hledat možnosti rozeznání původu uhlíku ($\text{CO}_{2t} = \text{CO}_{2\text{rostlin}} + \text{CO}_{2\text{půdy}}$). Jelikož nemohou být předpokládány prosté vztahy mezi množstvím C z obou zdrojů (Broadbent, Bartholomew, 1948), mohou být docíleny jednoznačné výsledky při sledování kontrol jen ve výjimečných případech. Možnost rozlišení je však dána radioaktivním značkováním jedné z komponent, nejjednodušší u hmoty rostlin obohacujících půdu (Bingeman, Varner, Martin, 1953, Hallam, Bartholomew, 1953, aj.).

Metodika

Klíční rostlinky žita (značené ^{14}C při fotosyntéze v komůrce z plexiskla) byly rozemleté přimíseny jako organická hmota (400 mg) do 50 g půdy (víceletá louka, hlinitý písek, lessivé + 25 g křemitého písek). Směs byla dána po ovlhčení do respiračního přístroje (graf 1), který dovozoval kontinuální sledování uvolňování CO_2 konduktrometrickou cestou (Freytag, 1961). Po uplynutí volitelného časového úseku může být roztok s absorbovaným CO_2 z respirační komory titrován a ze sraženiny (+ Ba Cl_2) se určí radioaktivita pro zjištění podílu C_p a C_B . (C_p a C_B) znamenají vydýchaný podíl z rostlinné hmoty, popřípadě z přirozeného půdního uhlíku; $P =$ = Pflanze, B = Boden). Udržení tlaku O_2 v komůrce se děje elektrolytickou cestou ($2\text{H}_2\text{O} - \text{O}_2 + 2\text{H}_2$); kyslík přijmutý vzorkem lze měřit na druhé straně systému množstvím vyvíjeného H_2 . Respirační komora (průmyslové sklo se zabroušeným okrajem, víčko z plexiskla s otvory pro přívody, malý stolek z plexiskla jako podložka pro vzorek a obě měřicí elektrody) je ve vodní lázni, která je napájena termostatem s oběhovým systémem.

Za předpokladu, že specifická aktivita vydýchaného podílu uhlíku C_p z hmoty rostlin (q), tedy $s_{\text{Cp}} = \frac{I_q}{\text{C}_p}$, je rovna samotnému rostlinnému materiálu (s_0), vyplývá

$s_{\text{Cp}} = s_0 \dots \frac{I_q}{\text{C}_p} = \frac{I_0}{\text{C}_{\text{pfi}}}$, z čehož lze vypočítat podíl vydýchaný z rostlinné hmoty

$\text{C}_p = \frac{I_q \cdot \text{C}_{\text{pfi}}}{I_0}$, jakož i podíl z přirozeného uhlíku půdy $\text{C}_B = [\text{C}_p + \text{C}_B] - \text{C}_p = \text{C} - \text{C}_p$.

Výsledky a diskuse

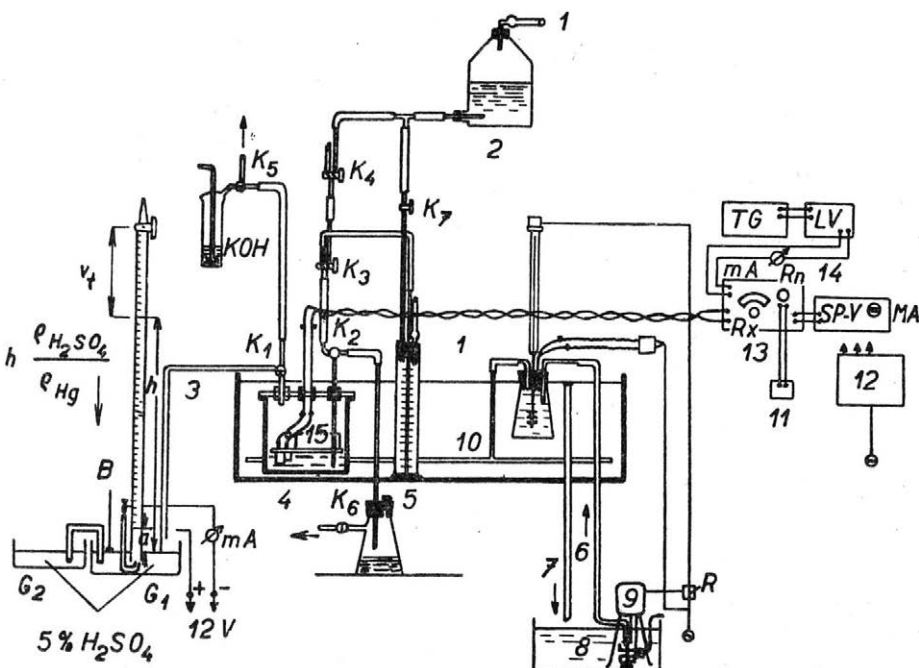
Jak je patrné z grafu 1, po založení pokusu následoval silný vzestup CO_2 , ve kterém byl téměř výlučně podíl pocházející z rostlinné hmoty (C_p). Později poklesl C_p a stále více vystupoval do popředí podíl pocházející z půdní hmoty (C_B).

Přitom byly opět nalezeny fáze – až na „primární oxydaci“ – uváděné Drob-níkem (1960) na základě příjmu O_2 při přidavku glukózy do půdy i časový průběh vylučování CO_2 (fáze „asimilatorní komponenty“, „intermediální stadium“, „oxydace zbytků“ nebo základní dýchání). Zřejmě se během asimilatorní fáze rozkládá rostlinný materiál, během intermediálního stadia k tomu přistupuje organická půdní hmota a v dalším průběhu „základního dýchání“ téměř výlučně půdní hmota.

Koncem sledování byl pokusně přidán k absorbnímu roztoku butylalkohol (k měření povrchového napětí pro zlepšení schopnosti poutání CO_2). Jak je patrné z následného vzestupu CO_2 , došlo zřejmě k difundaci alkoholu do vzorku a tam

byl mikroby též vydýchán. Že přitom zůstal Cp neovlivněn, vyplývá z nezměněného průběhu křivky CO₂p.

Propočteme-li nyní celkové množství rozložené rostlinné hmoty až do přerušení prvního sledování, dojdeme pouze k 49 % (po 870 hod.), tj. asi polovina rostlinné hmoty zůstala ještě nerozložena až do doznění respirace, příp. do nové dominance základního dýchání půdy.



Graf I. Schéma pokusu.

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1 — absorpce CO ₂ | 9 — motor |
| 2 — voda CO ₂ prostá | 10 — trysky |
| 3 — trubice O ₂ | 11 — vyrovnavač kapacity |
| 4 — absorpční roztok | 12 — zdroj napětí |
| 5 — zátky | 13 — měřicí můstek |
| 6 — přívod | 14 — elektrický proud |
| 7 — odtok | 15 — vzorek |
| 8 — čerpadlo | |

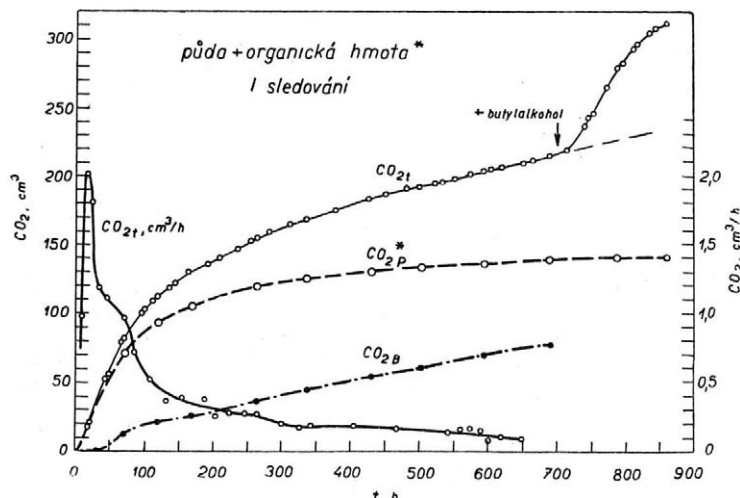
Zkoušeli jsme nyní pomocí nové stimulace činnosti mikroorganismů podrobit rozkladu další podíl zůstavších zbytků. Proto byl vzorek podroben „mezisušení“ při II., III. a IV. sledování, přičemž — po ovlhčení — bylo opět konáno měření CO₂ a jeho podílů (Cp, C_B — graf 3, II. a III. měření). Tímto způsobem při sledování II.–IV. uvolněné množství Cp činilo celkem již jen 7,1 % původního rostlinného uhlíku (C_{pr}).

Při V. a posledním sledování byl přidán ještě rostlinný materiál 400 mg. Tentokrát se jednalo o neznačkovanou hmotu, aby bylo možno eventuálně izolovaně odlišit případné další uvolnění podílu Cp z předchozího sledování (I.–IV.). Také zde, přes podstatně zvýšenou biologickou aktivitu, byla zbývající hmota rozložena pouze o dalších 1,7 % (graf 4).

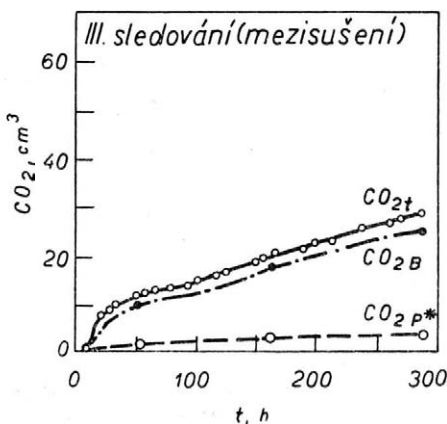
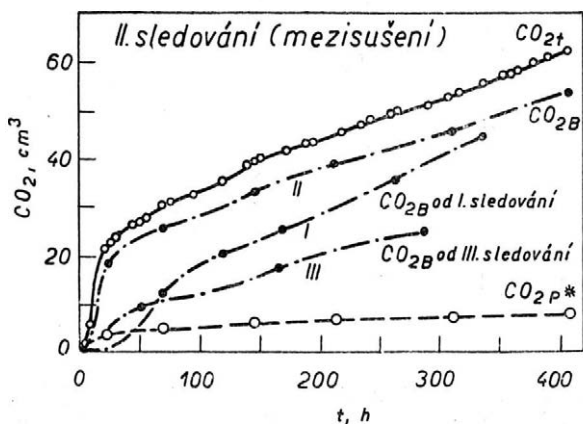
Nepodařilo se tudíž podstatněji rozložit značkovanou rostlinnou hmotu, která zůstala po I. sledování, ani po oživení mikrobiální aktivity výše uvedeným způsobem. Domníváme se proto, že s poklesem intenzity dýchání při prvním sledování (přechod k „základnímu dýchání“) byly vyčerpány snadněji rozložitelné komponenty rostlinného materiálu. Uvolněná Cp množství v následujících sledováních II. až V., jak dále předpokládáme, mají svůj původ spíše již v průběhu prvního sledování sekundárně z výměny látek vytvořených při látkové výměně (z lehce roz-

ložitelných složek), než z těžko rozložitelných zbytků rostlin přidanych před prvním sledováním.

Je předpoklad, že v substrátu probíhají po sobě asimilačně-disimilační cykly, které se projevují obzvláště výrazně po zařazení „mezisušení“, avšak také, jak je patrné z grafu 5, vystupují během dalšího sledování jako lehké pulsace v průběhu intenzity.



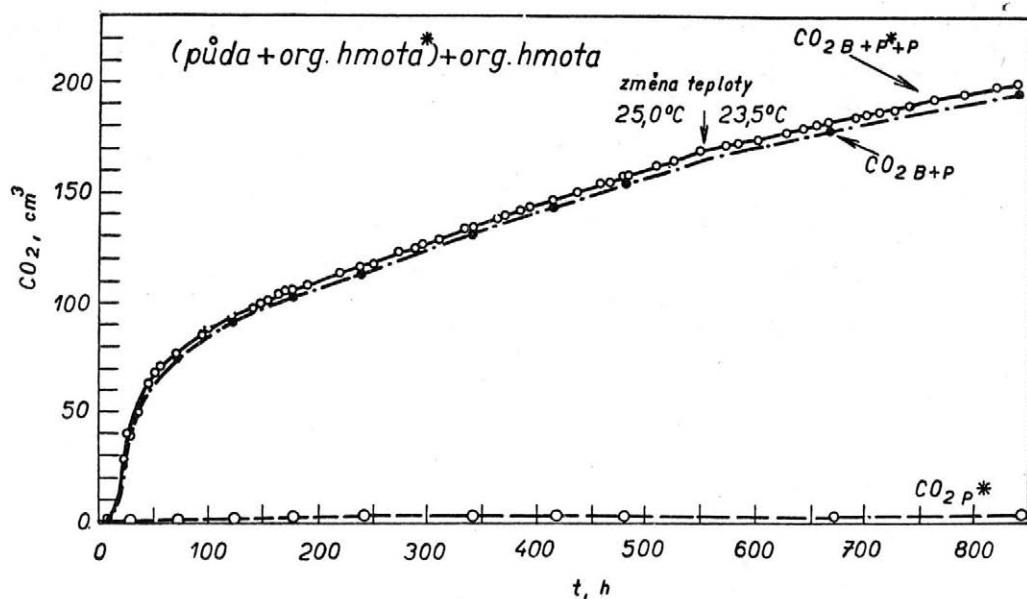
Graf 2.
půda + organická hmota *



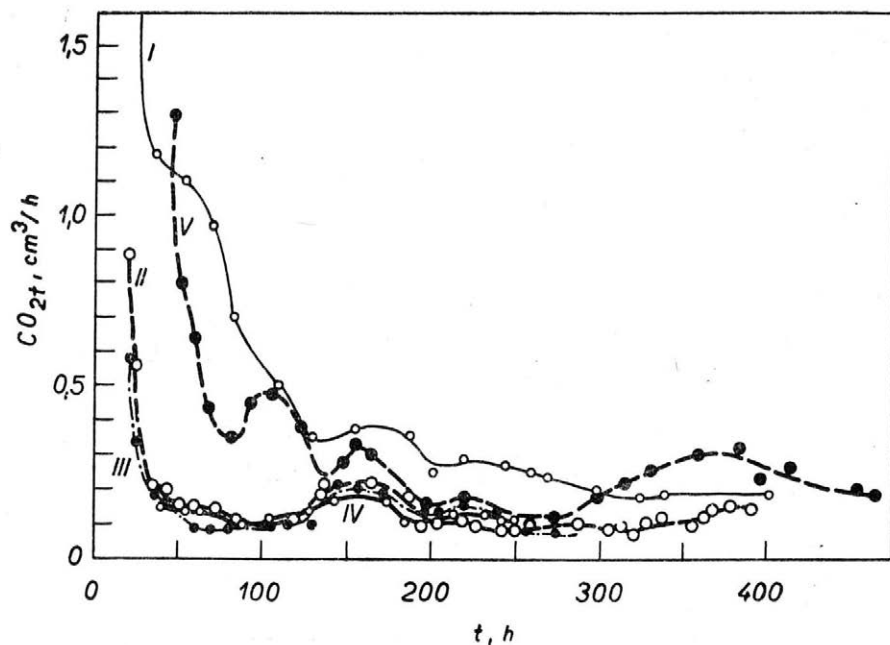
Graf 3.

Souhrn

V průběhu rozkladu směsi půdy s rostlinnou hmotou bylo konduktometricky sledováno množství uvolněného kyslíčnatého uhlíku. Přitom došlo jen k relativně malému uvolnění C+ (cca 47 %) z hmoty rostlin (^{14}C přijmutý fotosyntézou), což dalo popud k vynucení dalšího rozkladu zbytků rostlin po prvním sledování pomocí vlivů působících stimulačně na mikroflóru (ve II.–IV. sledování „mezisušení“, před V. sledováním nové přidání čerstvé, avšak tentokrát neznáčené hmoty rostlin). Přitom došlo jen k velmi malému dalšímu uvolnění C+, který spíše pocházel ze sekundárně vzniklých syntetických látek z látkové výměny, než ze zbylých, těžko rozložitelných zbytků rostlin. Ukazatelé probíhající asimilačně-disimilačních cyklů vyplynuli z časově po sobě následujících maxim v uvolňování kyslíčnatého uhlíku.



Graf 4.



Graf 5.

Literatura

1. Bingeman C. W., Varner J. E. & Martin W. P.: The effect of the addition of organic materials on the decomposition of an organic soil. Soil Sc. Soc. Am. Proc. 17, 34-38, 1953. — 2. Broadbent F. E. & Bartholomew W. V.: The effect of quality of plant material added to soil of this rate of decomposition. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 13, 271-274, 1948. — 3. Drobník J.: Primary oxydation of organic matter in the soil. I. The form of respiration curves with glucose as the substrate. Plant and Soil XII, 199-211, 1960. — 4. Freytag H. E.: Eine Apparatur

zur kontinuierlichen Verfolgung der Atmung biologischer Objekte. Albr. Thaer-Archiv 5, 403-420, 1961. — 5. Hallam M. J. & Bartholomew W. V.: Influence of rate of plant residue addition in accelerating the decomposition of soil organic matter. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 17, 365-368, 1953.

О разложении растительной массы в почве

В ходе разложения смеси почвы с растительной массой кондуктометрически наблюдалось количество высвобожденной двуокиси углерода. При этом имело место лишь относительно малое высвобождение C^+ (примерно 47 %) из массы растений (^{14}C , абсорбированный фотосинтезом), что было причиной дальнейшего вынужденного разложения остатков растений после первого наблюдения путем влияния, действующих стимулирующим образом на микрофлору (во II—IV наблюдениях «промежуточного сушения», перед V наблюдением нового добавления свежей, но в данном случае немеченной массы растений). При этом наблюдалось лишь весьма малое дальнейшее высвобождение C^+ , который скорее всего происходил из вторично образовавшихся в ходе обмена веществ синтетических веществ, чем из оставшихся, трудноразложимых остатков растений. Показатели протекающих ассимиляционно-диссимиляционных циклов вытекают из во времени один за другим следующих максимумов в высвобождении двуокиси углерода.

Über die Zersetzung von pflanzlichem Material im Boden

Im Verlauf der Zersetzung eines Boden-Pflanzensubstanz-Gemisches wurde die abgegebene CO_2 -Menge mittels konduktometrischer Messungen verfolgt. Die dabei aus der verabreichten Pflanzensubstanz (^{14}C -markiert über Photosynthese) freigesetzte, nur rel. geringe C^+ -Menge (ca. 47 %) gab Anlaß, über auf die Mikroflora stimulierend wirkende Einflüsse, eine weitere Zersetzung des aus dem I. Ansatz verbliebenen pflanzlichen Restmaterials zu erzwingen (im II.—IV. Ansatz durch Zwischentrocknungen, im V. Ansatz durch erneute Zugabe frischer, diesmal jedoch nicht markierter Pflanzensubstanz). Die dabei erzielte, nur sehr geringe weitere C^+ -Abgabe dürfte eher aus sekundär im Baustoffwechsel synthetisierten Stoffen stammen als aus der restlichen, schwer angreifbaren, im I. Ansatz verabreichten aktiven Pflanzensubstanz selbst. — Hinweise auf hierfür zu erwartende Assimilations-Dissimilationszyklen ergaben sich aus zeitlich einander folgenden Intensitätsmaxima in der CO_2 -Abgabe.

Príspevek k poznání proteolýzy v půdě

К вопросу познания протеолиза в почве

Notes on the Proteolysis in the Soil

Zdeněk AMBROŽ

Vysoká škola zemědělská, katedra botaniky a mikrobiologie, Brno

V práci byly sledovány okolnosti, ovlivňující rozklad bílkovin v půdě, především vliv oxydačních a redukčních činidel na proteolýzu. Zvláštním případem působení oxydačních látek je vliv jednodušších sloučenin dusíku, nitritů a nitrátů, které mohou být považovány za metabolity, vznikající z bílkovin jako výchozích látek v procesu koloběhu dusíku. V souvislosti s uvedenými vlivy byla věnována pozornost průběhu biochemických procesů, doprovázejících rozklad bílkovin.

Materiál a metodika

Rozklad bílkovin byl sledován laboratorně v zemině prosáté 2 mm sítem. Ke 100 g zeminy bylo přidáno 0,4 g želatiny a pečlivě promícháno. Ovlhčení činilo 60 % max. vodní kapacity. Zemina byla vpravena do Petriho misky uložené na stojánek

do skleněné krabice se zabroušeným víkem. Na dně krabice se nacházela miska s 0,1 N - H_2SO_4 na difúzní sorpci amoniaku a miska s 1,0 N - NaOH na zachycování CO_2 . Pokusy byly opakovány v písku s přidavkem vody a živin 17 ml. Očkováno bylo půdní suspenzí ve zředění 10⁻².

Amoniak vznikající rozkladem bílkoviny byl denně stanovován u zemin s pH > 0,7 neslerizací, v kyselejších zeminách v půdním výluhu 1 % K_2SO_4 .

CO_2 byl stanovován denně titrací louhu 0,2N - HCl a přepočítáván na 100 g zeminy.

Aktivita katalázy byla určována běžným způsobem manganometricky.

Proteolytická činnost mikrobů byla měřena enzymatickým testem, spočívajícím na stanovení úhrnného množství aminokyselin, uvolněných po 24 hod. inkubací půdy při 35° z 20 ml 1 % želatiny. Jako antiseptikum byl používán toluen. Aminokyseliny byly stanovovány kolorimetricky modifikovanou metodou podle Pope-Stevense (1939).

Dusičnany byly určovány ve vodním výluhu kolorimetricky kyselinou fenol-sírovou, dusitany Griessovou metodou.

Výsledky

Vliv redukčních a oxydačních látek na proteolýzu

Přídavek redukčních látek, jako cysteinu a sirnatanu k zemině s želatinou, má za následek intenzivnější uvolňování NH_3 z bílkoviny. Pokusy byly konány v trojnásobném opakování s rendzinou a hnědozemí. Se stupňujícími se dávkami uvedených látek v zemině stoupá i množství uvolněného NH_3 . Podobné výsledky byly získány i v pískových kulturách. Zemina reaguje popsaným způsobem již na dávky redukčních látek v množství 0,01–0,05 %. Nejsilnější zkoušená dávka 1,0 % způsobovala v půdě maximum produkce NH_3 . V pískových kulturách působila 1 % koncentrace $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ již brzdivě.

Paralelně se zvyšujícím se množstvím amoniaku a redukujících látek stoupá i aktivita proteáz. Ve zkoušených půdách bylo zaznamenáno maximum aktivity při koncentraci 1 %, v pískových kulturách nastávalo podobně jako při uvolňování amoniaku při 1 % $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ snížení aktivity.

Kataláza zůstává neovlivněna nebo slabě klesá. Rovněž produkce CO_2 slabě klesá.

Oxydující látky (manganistan, chlorečnan, dvojchroman, z rostlinných stimulatorů kyselina α -naftyloctová) působí v opačném smyslu. Ve většině případů je po jejich aplikaci zaznamenáno nižší uvolňování amoniaku, ale současně klesá i produkce CO_2 , takže se jedná o celkově sníženou biologickou aktivitu.

Pod vlivem oxydačních látek je však množství NH_3 ve srovnání s produkcí CO_2 relativně nižší, což znamená, že oxydační podmínky jsou pro proteolýzu nepříznivé. Potvrzují to i klesající aktivity proteolytických enzymů. Aktivita katalázy je oxydačními látkami spíše potlačována než podporována. KMnO_4 v silnějších koncentracích způsobuje silné podráždění buněk mikrobů, což se projevuje neobvyklým vzestupem CO_2 i NH_3 , ale aktivita proteázy je nízká.

Vliv koncentrace NO_3 na proteolýzu

Rozklad želatiny za přídavku odstupňovaných dávek nitrátů se projevuje až do určité hranice vyšší produkcí amoniaku než u zeminy, ve které probíhá pouhý rozklad bílkoviny. U různých půd dochází k maximálnímu uvolňování při odlišných koncentracích NO_3 . Dávka KNO_3 v množství 0,02–0,05 % vzhledem k navážce půdy vyvolává u většiny zkoumaných půd nejsilnější amonizaci. V rendzinách způsobují nitráty maximum uvolňování NH_3 při koncentraci KNO_3 0,02–0,05 %, v podzolovaných půdách při 0,01–0,02 %.

Současně se zvýšenou produkcí amoniaku je pozorován slabý pokles uvolňovaného CO_2 , úměrný množství přidaných nitrátů.

Pokusy byly opakovány a kvalitativně rozšířeny v pískových kulturách. V písku nastává maximum uvolňování NH_3 při koncentraci KNO_3 0,005–0,01 %. Přidané nitráty jsou během krátké doby denitrifikovány. NO_2 jsou prokazatelné v inkubovaném písku již první den. Jejich maximum nastupuje 1. nebo 2. den. Do koncentrace 0,01 % jsou NO_3 beze zbytku denitrifikovány, při vyšší dávce se hromadí NO_2 v prostředí. Z toho je možno soudit, že v půdách a písku popsané jevy jako je snížení

CO₂, zvýšené uvolňování NH₃ nebo snížená aktivita proteázy, mohou být způsobeny přechodným nahromaděním NO₂.

Zajímavou reakcí mikroflóry na přítomnost NO₂ je neobyčejně zesílená aktivita katalázy. Při silných dávkách NO₃ stoupá po redukcí na NO₂ aktivita tohoto enzymu tak neobvykle, že mnohonásobně převyšuje aktivitu v kontrolní půdě s želatinou.

Mechanismus rozkladných reakcí v prostředí s bílkovinou a nitráty může být vysvětlen takto: současně se rozvíjí proteolýza bílkoviny a denitrifikace nitrátů. Bílkovina je využívána i denitrifikačními bakteriemi převážně jako zdroj uhlíku. Dusíkatá složka zůstává proto částečně nevyužita a uvolňuje se více NH₃. Denitrifikace je bržděna nevhodným zdrojem uhlíku, hromadí se NO₂. Nižší aktivita proteolytických enzymů je způsobena přítomností toxických NO₂, které působí dále jako oxydant a ruší činnost proteolytického komplexu. Obrannou reakcí mikroflóry na přítomnost NO₃ je zvýšená aktivita katalázy. Přídavek glukózy umožňuje plné rozvinutí denitrifikace a nenastávají podmínky pro hromadění nitritů.

Diskuse

Vlivu oxydo-redukčních podmínek na enzymatický komplex, štěpící bílkoviny v půdě, bylo věnováno dosud málo pozornosti. Práce o půdních proteázách byly většinou zaměřeny metodicky nebo ekologicky. Výsledky předložené práce ukazují, že půdní enzymatický komplex štěpící bílkoviny je blízký papainu, jak o tom svědčí jeho reakce na cystein, sirnatan, manganistan, chlorečnan aj. Podobné výsledky s papainem *in vitro* získali např. Bersin a Logemann (1933), Greenberg a Winnick (1940), Rabotnova (1957). Srovnáním s výsledky Reisse a Acharda (1953), kteří zjistili v oxydačním prostředí syntetizující aktivitu papainu, lze dojít k závěru, že i v půdě dochází k podobným procesům. Vede k tomu zjištění snížení uvolněného NH₃ a relativně vyšší produkce CO₂ pod vlivem okysličovadel.

Kombinací bílkovina – nitráty se částečně zabýval Zöttl (1960), který rovněž konstatoval intenzivnější uvolňování NH₃ a sníženou produkci CO₂, ale vlastním mechanismem se blíže nezabýval. Tvrdí, že tzv. „nitrátový efekt“ je vlastně pouze kyselým půdám, zvláště lesním. Z analýz vyplývá, že v kyselých půdách se projevuje výrazně vliv nitrátů, v půdách s neutrální nebo alkalickou reakcí slaběji. Aktivní nitrifikace činí snad mikroflóru na nitráty přizpůsobenější. Mimo to v kyselém prostředí jsou nitráty stálejší. Termín „nitrátový efekt“ je nepřesný, protože jevy popsané v práci jsou způsobovány nikoliv nitráty, ale nitrity.

Zajímavá je reakce mikroflóry na podmínky vytvořené v takovém prostředí. Ačkoliv je známo, že nitráty patří k nejsilnějším inhibitorům katalázy (Michlin, 1956), stoupá během 2–3 dnů silně aktivita tohoto enzymu. Vysvětlení je podáno nahromaděním nitritů, které mohou být podle Keilina a Hartree (1956) oxydovány tzv. spráženou reakcí katalázou. Je tedy zvýšená aktivita katalázy jakousi ochrannou reakcí mikroflóry na nahromadění NO₂. Přídavek glukózy ruší „nitrátový efekt“. Nitráty jsou hlouběji denitrifikovány, takže nenastávají podmínky vyvolávající výše popsané jevy. Sníženou aktivitu proteáz a produkci CO₂ lze za přítomnosti nitrátů a nitritů připsat změnám v oxydoredukčním potenciálu prostředí.

Souhrn

V zemině a pískových kulturách byl sledován vliv oxydačních a redukčních látek na proteolýzu želatiny.

Cystein a sirnatan zvyšují aktivitu proteáz, CO₃ klesá, uvolňuje se více amoniaku, kataláza zůstala neovlivněna.

Oxydační látky (manganistan, chlorečnan, dvojchroman, kyselina α -naftyl-octová) způsobují relativně přesunutí reakcí na intenzivnější dýchání, klesá množství uvolněného amoniaku, aktivita proteáz je nízká.

Pozitivní reakce enzymatického proteolytického komplexu v půdě na redukční látky a inhibice oxydačními prostředky ukazuje na jeho příbuznost k papainu.

Byl sledován vliv nitrátů na rozklad želatiny. V kombinaci bílkovina – nitráty dochází v zemině k proteolýze bílkoviny a denitrifikaci nitrátů. Při koncentraci NO₃ do 0,05 % se uvolňuje z půdy podstatně více amoniaku než z kontrolní půdy s bílkovinou. Silnější dávky nitrátů naopak amonizaci potlačují. Úměrně s množstvím

нитратů klesá aktivita proteáz a produkce CO₂, aktivita katalázy naopak silně vzrůstá. Přidání glukózy popsany efekt ruší. Vzniklé jevy jsou vysvětlovány hromaděním nitritů, změnou oxido-redukčního stavu a využíváním bílkoviny převážně jako zdroje uhlíku.

Literatura

1. Bersin T., Logemann W.: Über den Einfluß von Oxydations und Reductionsmitteln auf die Aktivität von Papain. 1933, Zeitschrift physiol. Chem., str. 220, cit. Blagověščenskij 1958. — 2. Blagověščenskij A. V.: Biochimija obmena azotsoderžaščich veščestv u rastěnij. Izd. ANSSSR, Moskva 1958. — 3. Greenberg M. V., Winnick Th.: Plant proteases I. Activation-inhibition reactions. J. biol. Chem., vol. 135, 2, 761-773, 1940. — 4. Keilin D., Hartree E. F.: Proc. Roy. Soc. London. 1936, B 119, 141. Cit. Michlin 1956. — 5. Michlin D. M.: Biologičeskoe okislenije. Izd. AN SSSR, Moskva 1956. — 6. Rabotnova I. L.: Rolfiziko-chimičeskich uslovij (pH i rH₂) v žiznědějatelnosti mikroorganizmov. Izd. AN SSSR, Moskva 1957. — 7. Reiss P., Achard C.: Influence du pH et du potencial d'oxydation — reduction du milieu sur l'activité in vitro des protéinases tissulaires du ver à soie. 1943, Archiv de physique biol., vol. 17, 1943. — 8. Pope C. G., Stevens M. F.: The determination of amino nitrogen using of a copper method. Bioch. J., vol. 33, 7, 1070-1077, 1939. — 9. Zöttl H.: Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldbodenmaterial II. Einfluß des Stickstoffgehaltes auf die Mineralstickstoff Nachlieferung. Plant and Soil, vol. XIII, 3, 183-206, 1960.

К вопросу познания протеолиза в почве

В почве и в песчаных культурах изучалось влияние окислительных и восстановительных веществ на протеолиз желатины.

Цистеин и серноватистоокислая соль повышают активность протеаз, CO₂ понижается, освобождается больше аммиака, каталаза остается без изменений.

Окислительные вещества (марганцовокислая соль, хлорноватокислая соль, двухромовокислая соль и α -нефтеуксусная кислота) вызывают относительные перемещения реакций на более интенсивное дыхание, понижают количество освобожденного аммиака, активность протеаз низкая. Положительные реакции ферментатического протеолитического комплекса в почве на восстановительные вещества и ингибирование окислительными средствами свидетельствуют о его сродстве с папайном.

В работе изучалось влияние нитратов на разложение желатины. В комбинации белок — нитраты в почве происходит протеолиз белка и денитрификация нитратов. При концентрации NO₃ до 0,05 % из почвы освобождается существенно больше аммиака, чем из контрольной почвы с белками. Наоборот, более сильные дозы нитратов подавляют аммонизацию. Пропорционально количеству нитратов понижается активность протеаз и продукция CO₂, наоборот, активность каталазы сильно возрастает. Добавление глюкозы нарушает описываемый эффект. Возникшие явления объясняются накоплением нитратов, изменением окислительно-восстановительных состояний, а также использованием белков, преимущественно в качестве источника углерода.

Notes on the Proteolysis in the Soil

In soil and in sand cultures the influence of oxidizing and reducing substances on the proteolysis of gelatine was examined.

Cysteine and thiosulphate increase the activity of proteases, the CO₂ decreases, more ammonia is freed, and the catalase remains unaffected.

Oxidizing substances (permanganate, chlorate, bichromate, α -naphthylacetic acid) cause a relative shifting of the reaction to a more intensive respiration, the quantity of freed ammonia sinks, and the activity of the proteases is low.

The positive reaction of the enzymatic proteolytic complex in the soil to the reducing substances and to the inhibition caused by the oxidizing substances points to its relationship to papain.

The influence of nitrates on the decomposition of gelatine was examined. In a protein-nitrate combination a proteolysis of proteins and a denitrification of nitrates occur in the soil. At a concentration of NO₃ of up to 0,05 per cent substantially more ammonia is freed from the soil than from the control soil with proteins. Higher

doses of nitrates, on the other hand, depress ammonization. Proportionally with the quantity of nitrates decreases the activity of proteases and the production of CO₂ whereas the activity of the catalase increases considerably. An addition of glucose neutralizes the described effect. These phenomena are explained as being caused by an accumulation of nitrites, by a change of the oxydo-reduction state, and by the utilization of proteins predominantly as a source of carbon.

Způsoby rozkladu humusových látek v půdě

Пути распада гумусовых веществ почв

Über die Arten der Zersetzung von Humusstoffen im Boden

D. I. NIKITIN

Mikrobiologický ústav Akademie věd SSSR, Moskva

Organické látky v půdě vytvářejí široké spektrum různých sloučenin. Pro biologické pochody probíhající v půdě mají ohromný význam humusové látky a produkty jejich rozkladu i syntézy. Humusové látky vytváří jako celek 85–90 % všech organických sloučenin v půdě (Krasilnikov, 1958). Část z nich vytvářejí vodorozpustnou frakci (Alexandrova, 1960). To jsou látky jednoduché struktury, jedny z konečných produktů rozkladu a jedny z výchozích produktů syntézy složitých humusových látek. Samotné humusové látky jsou v půdě rozděleny do čtyř základních skupin: 1. humínové kyseliny, 2. fulvokyseliny, 3. hymatomelanové kyseliny a 4. humíny. Jednotlivé látky patřící k uvedeným skupinám jsou si geneticky příbuzné a v přírodních podmínkách jsou navzájem těsně sorbovány jedny na druhé (Konovová, 1961). Pro půdy jsou z nich nejvíce charakteristické humínové kyseliny. Humíny lze považovat za produkty humínových kyselin, které jsou pevně vázány na minerální složku půd. Fulvokyseliny jsou nejbližší odvozeniny humínových kyselin nebo přesněji humínové kyseliny částečně pozměněné a zjednodušené. Hymatomelanové kyseliny jsou ještě jednodušší odvozeniny humínových kyselin než fulvokyseliny — jejich frakce rozpustné v alkoholu (Konovová, 1961).

Každá skupina humusových půdních látek je konglomerátem sloučenin, které jsou svým složením příbuzné. Rozdíly mezi jednotlivými představiteli jedné skupiny látek (např. kyselin hymatomelanových) jsou vysvětlovány rozdíly ve stupni jejich disperzity, velikostí jejich molekul.

Rozklad humusových látek, a to nejčastěji u nejsložitější skupiny humínových kyselin, probíhá etapovitě vlivem faktorů atmosférických i působením mikroflóry, přičemž se vytvářejí meziprodukty těchto pochodů (Mišustin, Nikitin, 1961). V prvé etapě jsou to fulvokyseliny a hymatomelanové kyseliny, které vykazují vysokou fyziologickou aktivitu (Prat, 1960). V dalším průběhu pokračuje rozklad těchto látek na poměrně jednoduché vodorozpustné sloučeniny, které se nakonec mineralizují.

Tato práce je věnována výkladu experimentálních údajů, které umožňují kvalitativní charakteristiku základních skupin humusových látek, popis některých metod výzkumu jejich vlastností a způsobů rozkladu při působení abiotických i biotických faktorů.

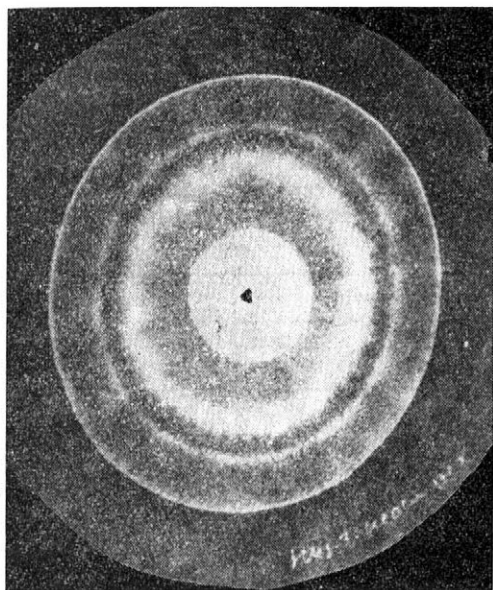
Materiál a metodika

Při výzkumných pracích byly připraveny vodní výluhy a preparáty humínových a hymatomelanových kyselin z řady půd: severního podzolu (poloostrov Kola), drn-podzolové půdy (Moskevská oblast), z černozemních půd (Voronežská a Charkovská oblast), šedozemních půd (Uzbekistan) a z červené půdy (Čína). Kromě toho se zkoumaly nížinné rašeliny a geneticky příbuzné půdní humusové látky hnědého a černého uhlí.

Vodní výluhy se připravovaly tak, že se půdy a jiné zkoumané substráty extrahovaly vodou při stejné teplotě 28–30° C po dobu 16–18 hodin. Poměr půdy k vodě

činil 1,4 váhově. Vodní výluhy se vysoušely do sucha proudem teplého vzduchu (30–35° C).

Humínové a hymatomelanové kyseliny se z půdy vytěšňovaly působením 0,1 N NaOH, načež následovalo vysrážení kyselinou sírovou. Získaná sraženina pečlivě vymytá od fulvokyselin se extrahovala 80% etanolem. Lihový roztok hymatomelanových kyselin a sraženina humínových kyselin se vysušila do sucha proudem teplého vzduchu.



Obr. 1. Fotografie kruhového chromatogramu s luminiskujícími zónami hymatomelanových kyselin nížinné rašeliny

Při výzkumu pohlcování světla roztoky humusových látek bylo použito fotoelektrokolorimetru (FENK - 57).

V rámci doplňkových charakteristik vlastností humusových látek se zkoumala oxydace humusových látek 5% perodyxem vodíku a následovalo stanovení optických vlastností a chromatografická analýza.

Výzkum aktivnosti mikroflóry při rozkládání humusu byl proveden na tekutých živných substrátech (KH_2PO_4 – 0,5 g, K_2HPO_4 – 0,5 g, MgSO_4 – 0,04 g, NaCl – 0,1 g, CaCl_2 – 0,01 kg, $[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$ – 0,5 g, glukóza – 10 g, humát sodný – 50 mg, destilovaná voda – 1 l, pH – 7,0). Substráty byly přelity do nádob, naočkovaly se zředěnou půdní suspenzí a inkubovaly se v termostatu za stálého míchání po dobu 10–14 dnů. Biomasa se pak odstranila odstředěním nebo filtrací. Sraženina se extrahovala 0,1 N NaOH, extrakt se přidal k základnímu filtrátu. Kontrolní i pokusné roztoky upravené na stejný objem a pH se kolorimetroyaly na FENK - 57, podrobily chromatografické analýze a stanovil se v nich obsah základních humusových látek. Kromě toho se v průběhu práce sledovala dynamika počtů mikroorganismů.

V jiné skupině pokusů byl použit písek nasycený živným substrátem výše uvedeného složení. V pokusech se sledoval vliv čistého preparátu peroxydazy na humínové kyseliny. Ve fosfátové pufovací směsi (pH 6,5) byly rozpuštěny humáty sodné. Roztok byl vpraven po 10 ml do zkumavek, načež se do nich přidalo po 0,5 ml 0,5% roztoku H_2O_2 . Do zkumavek se pak vpravily navážky čisté peroxydazy (po 10 mg). Ponechaly se 24 hodin v termostatu při $\pm 20^\circ \text{C}$, načež se obsah zkumavek odfiltroval a kolorimetroyal na fotoelektrokolorimetru. Kontrolou byly roztoky bez přídavku peroxydu vodíku a bez preparátu enzymu. Výpočet stupně oxydace humínové kyseliny vlivem enzymu se provedl podle rozdílu mezi ukazateli oxydace substrátu enzymem s vneseným peroxydem vodíku a jedním H_2O_2 . Pokusy se prováděly se sterilními roztoky ve sterilních podmínkách.

Při výzkumu frakčního složení základních skupin půdních humusových látek se rozpustily v malém objemu vody (1,5–2 ml) stejné navážky výše uvedených preparátů (po 10–15 mg) nebo se rozpustily v jiných příslušných rozpouštědlech (NaOH, alkohol) a analyzovaly se chromatograficky. Jako rozpouštědla se použila směs butanolu, ledové kyseliny octové a vody v poměru 50:12:28. Po dokončení postupu látek a po vysušení se chromatogramy prohlížely v ultrafialových paprscích za pomoci ultrachimiskopu (UI-1). Frakce humusových látek se nalézaly na chromatogramech ve formě luminiskujících koncentrických kruhů. Na chromatogramech se stanovily R_f jednotlivých zón, provedly se nákresy a fotografie. Pro fotografie se použil negativní kontrastní fotografický papír č. 5. Chromatogramy byly položeny na fotografický papír na stranu pokrytou emulzí, upevnily se mezi dvě tabulky skla a exponovaly se pod zdrojem ultrafialových paprsků (40 cm od povrchu filtrů ultrachimiskopu). Tímto způsobem se otisky projevíly kontrastně proti papíru a získaly se tak pozitivní snímky luminiskujících zón na chromatogramech (obr. 1).

Výsledky a hodnocení

Vodou se vyluhují z půdy strukturně nejjednodušší látky, které možno počítat do skupiny „strukturálních jednotek“ humusu, tzn. k prohumusovým látkám. Tyto sloučeniny jsou nepochybně netoliko produkty syntézy, ale i rozkladu složitých humusových látek. Projevují se na chromatogramech jako luminiskující zóny, což svědčí spolu se značnou reakcí při působení chloridem železitým o jejich aromatické podstatě. Kvalitativní složení vodních výluhů různých půd je stejné, což je dobře patrné z tabulky I.

Ze získaných poznatků vyplývá, že poslední etapy rozkladu humusových látek různých půd jsou charakterizovány sloučeninami, které jsou si v podstatě velice blízké.

Několikanásobně větší rozmanitost pozorujeme při sledování hymatomelanových kyselin stejnou metodou, a to u kyselin izolovaných z různých půd, podobně i u rašelin a uhlí (tab. II).

I. R_f a charakter luminiscence vodních výluhů z různých půd v ultrafialovém světle

Barva luminiscence v UF	Vodní výluh			
	podzolová půda (Mosk. oblast)	černozem (Charkov. obl.)	šedozem (Uzbekistan)	červená půda (Čína)
Hnědá	na startu	na startu	—	na startu
Stříbřitá	0,5	0,52	0,5	0,44
Zelenomodrá	0,64	0,68	0,66	0,55
Zelenomodrá	0,73	0,77	0,79	0,63
Stříbřitá	0,82	0,85	0,88	0,82

II. R_f a charakter luminiscence hymatomelanových kyselin z půd, rašelin a uhlí v ultrafialovém světle

Barva luminiscence v UF	Hymatomelanové kyseliny						
	černé uhlí	hnědé uhlí	nížinná rašelina	severní podzol	černozem		šedozem
					Voro- něžská oblast	Char- kovská oblast	
Stříbřitá	—	0,23	0,3	0,3	0,3	—	0,25
Žlutozelená	0,38	—	—	—	—	—	—
Žlutohnědá	0,58	0,6	0,62	0,57	0,63	0,57	0,6
Stříbřitoblankytná	0,66	0,66	—	0,57	—	—	0,62
Fialová	0,75	0,78	0,72	0,73	0,72	0,74	0,7
Jasně modrá	0,9	—	—	—	—	—	—
Celkový počet zón	5	4	3	4	3	2	4

Hymatomelanové kyseliny jsou odvozeninami humínových kyselin, jedny z počátečních produktů rozkladu. Pozorujeme to snadno při oxydaci humínových kyselin peroxidem vodíku, když byly předběžně vyčištěny od stop hymatomelanových kyselin. Při chromatografické analýze oxydovaných substrátů se objevují luminiskující zóny, charakteristické pro hymatomelanové kyseliny a vykazující silnou reakci na aromatickou strukturu.

Druhou skupinou počátečních produktů rozkladu humínových kyselin jsou jejich odvozeniny — fulvokyseliny. Jejich odštěpení od humínových kyselin probíhá při slabé hydrolyze minerálními kyselinami, což nastává při vysrážení humínových kyselin z roztoků humátů sodných.

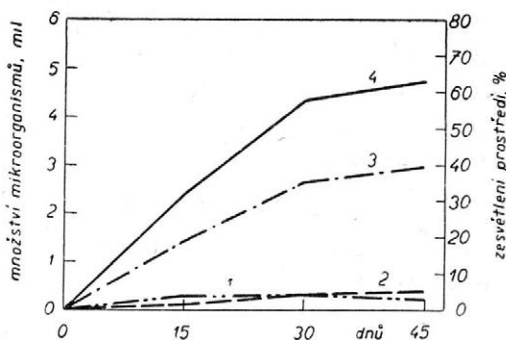
Je však třeba připomenout, že rozdíly ve spektru hymatomelanových kyselin se zvětšují při jejich větším množství. Stejně navážky různých substrátů poskytují různé množství hymatologických kyselin.

Největší rozdíly mezi různými půdami a jinými substráty nastávají při výzkumu nejsložitější skupiny humusových látek – humínových kyselin. Hydrolyzáty humátů izolovaných z různých zdrojů se značně liší kvantitativním zastoupením aminokyselin (Nikitin, 1960). Intenzita zbarvení humátů sodných a stupeň jejich vzdornosti k peroxysu vodíku svědčí o velkých rozdílech mezi různými preparáty (graf 1). Stupeň stálosti zbarvení roztoků humátů je jejich charakteristickou vlastností, která těsně souvisí se složitostí struktury jejich aromatických jader. Zjednodušení struktury vlivem abiotických a biotických faktorů způsobuje zesvětlení roztoků, změny optických vlastností a další změny (Nikitin, 1961). Při tom je možno vždy zjistit meziprodukty rozkladu.

Při výzkumu rozkladu humínových kyselin působením mikroorganismů se ukazuje, že na humátových substrátech převládá rozvoj bakterií ve srovnání s houbami a aktinomycetami (graf 2). Jako neaktivnější se projeví bakterie, které jsme zařadili k rodu *Pseudomonas*. Tento předpoklad potvrzuje očkování substrátů čistými kulturami bakterií, izolovaných v průběhu prací.



Graf 2. Intenzita zbarvení roztoků humátů sodných a stupeň jejich oxydace peroxidem vodíku. Humáty: I. černé uhlí, II. hnědé uhlí, III. nížinná rašelina, IV. severní podzol, V. černozem, VI. šedozem; a) intenzita zbarvení roztoků, b) zesvětlení humátů sodných 5% roztokem peroxysu vodíku v procentech ke kontrole



Graf 3. Vývoj jednotlivých skupin mikroorganismů a zesvětlení humátového prostředí, očkovaného půdní suspenzí. 1. houby, 2. aktinomycety, 3. křivka zesvětlení prostředí, 4. bakterie

Vlivem bakterií dochází k zesvětlování humátových substrátů v průměru o 30 až 40 % ve srovnání se sterilní kontrolou. Nastává při tom ekvivalentní ztráta suchého zbytku humínových kyselin (Mišustin, Nikitin, 1961). Mezi meziprodukty rozkladu se objevuje hlavně hymatomelanová kyselina a jiné látky.

V rámci pokusů v humátově-pískovém prostředí se podařilo dokázat pečlivou analýzou jednotlivých skupin humusových látek, že vlivem bakterií se navážka hu-

III. Zesvětlení roztoků humátů vlivem peroxydázy

Humáty	Zesvětlení humátu v % ke kontrole	
	celkově	účinkem enzymu
Černé uhlí	—	15,7
Hnědé uhlí	67,2	43,8
Nížinná rašelina	52,7	26,67
Černozem	58,25	21,41
Šedozem	34,17	25,87

минеральные кислоты низинные кислоты (50 г) разложила на 31,1 % (15,58 мг). З этого количества является 10,7 % фульвокислот, 10 % гиматомелановых кислот и 10,4 % веществ нами неидентифицированных, из которых представляют значительную часть вещества растворимые в воде. Такие являются поэтому более значительные продукты разложения гумусовых веществ. Главными этапами этого процесса являются: 1. разделение сложных гуминовых кислот на их производные — кислоты гиматомелановые и фульвокислоты, 2. разделение этих продуктов на простые соединения растворимые в воде.

Энzymатический механизм процессов превращения гумусовых веществ почвы под влиянием почвенных микроорганизмов не был исследован. Но все же необходимо упомянуть, что гумусолитическая способность бактерий является в корреляции с их пероксидазной активностью (Мишустин, Никитин, 1961). Вытекает это ясно из опытов с чистыми препаратами пероксидазы (таб. III).

С о у х р н

Водные экстракты почвы, кислот и углей и гиматомелановых кислот были исследованы с помощью круговой хроматографии на бумаге, для их исследования было использовано ультрафиолетовое свечение и индикаторы реагирующие на ароматические структуры. Было установлено, что водные вытяжки различных субстратов имеют весьма однородное спектрум веществ. Более различия между различными почвами можно обнаружить при измерении их оптических свойств и ступенем окисления с помощью пероксида водорода. Был доказан предположение, что указанные группы веществ — гиматомелановые и фульвокислоты и с другой стороны, водорастворимые соединения отражают последовательные этапы распада сложных гумусовых веществ (гуминовых кислот). В этой связи понятно отсутствие заметных различий между продуктами конечных этапов распада (водные экстракты) и увеличение различий по мере приближения к исходным продуктам (гиматомелановые и гуминовые кислоты). При исследовании разложения гумусовых веществ под воздействием микроорганизмов обнаружены в качестве промежуточных веществ фульво- и гиматомелановые кислоты и другие продукты. В основе ферментного механизма разложения гумусовых веществ микроорганизмами лежит, по-видимому, действие фермента пероксидазы.

Л и т е р а т у р а

1. Александрова И. В.: Почвоведение II, 85-87, 1960. — 2. Конорова М. М.: Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения, 46-94, 1951. — 3. Красильников Н. А.: Микроорганизмы почвы и высшие растения, 167, 1958. — 4. Мишустин Е. Н.; Никитин Д. И.: Микробиология 5, 841-848, 1961. — 5. Никитин Д. И.: Известия АН СССР, серия биологическая, 4, 618-625, 1960. — 6. Никитин Д. И.: Труды Института микробиологии, вып. XI, 41-47, 1961. — 7. Прат С.: Biologia plantarum 2, 4, 308-312, 1960.

Пути распада гумусовых веществ почвы

С помощью круговой бумажной хроматографии с последующим просмотром в ультрафиолетовом свете и оценке реактивами на ароматические структуры были исследованы водные экстракты почв, торфов, углей и гиматомелановые кислоты. Установлено, что водные экстракты различных субстратов обладают весьма однородным спектрум веществ. Более различия между различными почвами можно обнаружить при измерении их оптической плотности и степеней окисляемости перекисью водорода. Есть основания полагать, что указанные группы веществ — гиматомелановые и фульвокислоты и, с другой стороны, водорастворимые соединения отражают последовательные этапы распада сложных гумусовых веществ (гуминовых кислот). В этой связи понятно отсутствие заметных различий между продуктами конечных этапов распада (водные экстракты) и увеличение различий по мере приближения к исходным продуктам (гиматомелановые и гуминовые кислоты). При исследовании разложения гумусовых веществ под воздействием микроорганизмов обнаружены в качестве промежуточных веществ фульво- и гиматомелановые кислоты и другие продукты. В основе ферментного механизма разложения гумусовых веществ микроорганизмами лежит, по-видимому, действие фермента пероксидазы.

Über die Arten der Zersetzung von Humusstoffen im Boden

Die Wasserextrakte der Böden, Torfe und der Kohle und die Hymatomelansäuren wurden mittels der Kreis-Papierchromatographie geprüft; zur Bewertung derselben wurde das ultraviolette Licht und die auf aromatische Strukturen empfindliche Reagenzien angewendet. Man stellte fest, daß die Wasserauszüge verschiedener Substrate ein allgemein gleichartiges Stoffspektrum aufweisen. Größere Unterschiede zwischen verschiedenen Böden können bei der Gruppe der Hymatomelansäuren beobachtet werden. Die größten Kontraste weisen verschiedene Huminsäuren auf, welcher Umstand bei der Messung ihrer optischen Eigenschaften und durch den Oxydationsgrad mittels des Wasserstoff-Dioxydes zum Vorschein kommt. Man konnte nachweisen, daß die angeführten Stoffgruppen — Hymatomelan- und Fulvosäuren einerseits und wasserlösliche Verbindungen andererseits — stufenweise Etappen der Zersetzung der komplizierten Humusstoffe (Huminsäuren) zum Ausdruck bringen. Von diesem Gesichtspunkt kann es verständlich sein, daß keine wesentlichere Unterschiede zwischen den Produkten der Endetappen der Zersetzung (Wasserauszüge) bestehen und man kann die größeren Unterschiede bei der Annäherung an die Ausgangsprodukte (Hymatomelan- und Huminsäuren) erklären. Bei der Forschung der Zersetzung von Humusstoffen durch den Einfluß von Mikroorganismen wurden im Rahmen der Zwischenprodukte der Fulvo- und Hymatomelansäuren auch andere Produkte festgestellt. Die Wirkung des Enzymes Peroxydase ist offensichtlich der Grund des enzymatischen Mechanismus der Zersetzung von Humusstoffen durch die Mikroorganismen.

Metoda pravděpodobného určení ohnisek půdních patogenních hub

Метод вероятного установления очагов почвенных патогенных грибов

Methode der wahrscheinlichen Herdenbestimmung der pathogenen Bodenpilze

Vlastislav JANČAŘÍK, Božena TEMMLOVÁ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Zbraslav - Strnady

Padání semenáčků lesních dřevin je onemocnění, podmíněné a vyvolávané komplexem faktorů biotických i abiotických. V našich lesních školkách jsou nejčastější příčinou četné druhy půdních hub; nejsou to však žádní specializovaní paraziti, ale běžní obyvatelé půdy (houby žijící v půdě, Garrett, 1960), organismy s poměrně velkou ekologickou plasticitou a jejich schopnost napadat živé semenáčky lesních dřevin je vysoce ovlivňována anebo přímo podmiňována vhodnými podmínkami prostředí a složitými ekologickými vztahy. Patří většinou k fakultativně parazitickým a saprofytickým houbám (ve smyslu rozdělení Waksmanova, 1932). V práci jsme se zaměřili na možnost přesnějšího určení ohnisek jejich výskytu na záhonech v lesních školkách.

Metodika a dosažené výsledky

Při studiu padání jsme zjišťovali, že ztráty semenáčků v důsledku napadení půdními houbami se seskupují do určitých plošek, zřejmě ohnisek většího výskytu, snad lépe řečeno intenzivnějšího působení půdních hub. Proto jsme hledali možnost přesnějšího určení těchto ohnisek vhodnými metodami (přesné vymezení, ohrazení a staničení míst s hynoucími semenáčky, plošné hodnocení, srovnávání počtu semenáčků atd.). Stanovení počtu hub v půdě metodou mikrobiologického rozboru pro fytopatologické účely naráží na značné těžkosti, především metodického charakteru (místo odběru i vlastní odběr vzorků a jejich zpracování, dále problém co je to „jedinec“, resp. co charakterizuje množství hub v půdě, nehomogenita půdy, mikrorelief, rozložení živin a organické hmoty atd.); proto jsme hledali možnosti nepřímého zjišťování hub v půdě pomocí projevu jejich činnosti, spočívající právě ve snížení počtu semenáčků na záhonech.

Při hodnocení výsledků některých obranných opatření v boji proti půdním houbám, vyvolávajícím padání semenáčků, došli jsme k poznatkům, ukazujícím možnosti zjišťování lokalizace půdních hub. Hodnotili jsme účinnost tří obranných zásahů, a to moření semene Agronalem (suché rtuťnaté mořidlo, dávka 1 ‰ váhy semene), zálivku záhonů s vysetým semenem 1 ‰ roztokem hypermanganu (dávka 5 l na 1 m²) a konečně předosevní dezinfekci formalínem (60 ccm 40 ‰ formalínu v 5 l vody na 1 m²). Plocha byla založena tak, že ze 6 záhonů 30 m dlouhých byly tři ošetřeny uvedenými způsoby, dva ponechány jako kontrolní a jeden jako izolační pruh (pronikání formalinových par ovlivňuje i sousední záhon).

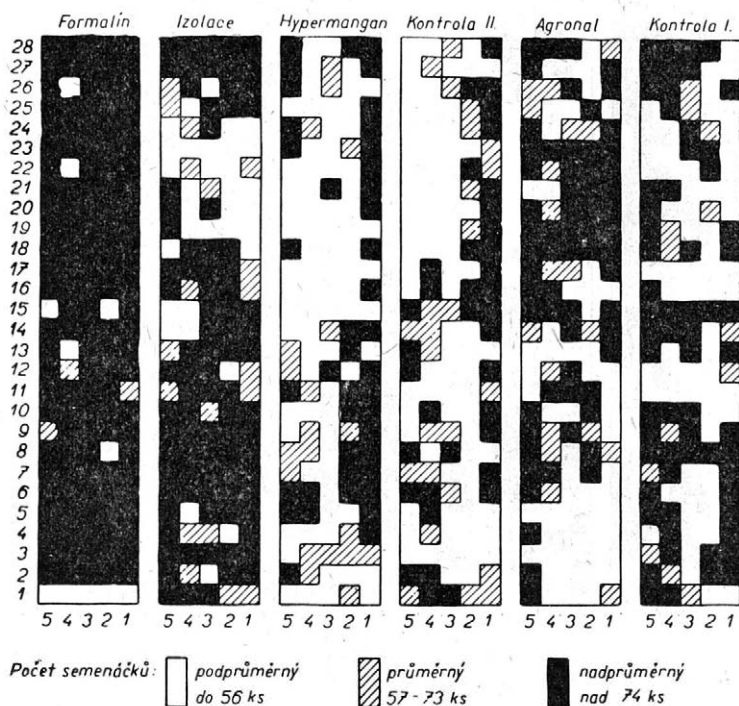
Výsledky obranných zásahů, projevujících se v produkci, jsme zjišťovali na konci vegetačního období (prvního roku) celoplošnou inventarizací jednoletých borových semenáčků na každém záhonu, při čemž jako charakteristický znak jsme volili počet semenáčků na běžném metru (bm). Průměrný počet semenáčků na 1 bm na záhonech kontrolních byl 72,36 a 59,56, na záhonu ošetřeném hypermanganem 62,25, po moření semene Agronalem 90,84, na izolačním záhonu 97,29 a záhonu formalinovým 150,05 ks.

K podchycení všech faktorů, ovlivňujících výsledky obranných zásahů a projevujících se v počtu semenáčků na jednotlivých záhonech, byly výsledky inventarizace podrobně zkoumány metodami matematicko-statistické analýzy, která umožnila dospět k přesnějším závěrům podle předem určených požadavků na spolehlivost výsledku a vyvarovat se přikládání důležitosti náhodným příčinám. Ke zpracování bylo použito individuálních hodnot se zřetelem k dosažení co nejvyšší přesnosti výsledku.*) Jako charakteristický znak k analýze vlivů v boji proti ztrátám

*) Poznámka: Podrobná matematicko-statistická analýza byla umožněna použitím mechanizace výpočetních prací stroji na děrné štítky.

semenáčků borovice jsme opět volili počet semenáčků na 1 bm, vhodný jak pro vlastní výsledky, tak i pro rozbor provedených opatření a výsledky měření.

Rozbory účinnosti obranných opatření metodou t-testu v modifikaci Satterthwaiteově prokázaly, že ošetření Agronalem a formalínem významně ovlivnilo průměrné počty semenáčků a testy se projeví jako statisticky vysoce významné. Průměrné počty semenáčků na 1 bm na plochách kontrolních a po hypermanganu vykazovaly variabilitu v soulase s ověřenou hypotézou (testy se projeví jako statisticky nevýznamné). Metodou mnohonásobného testu na pořadí jsme určili skupiny způsobů ošetření, shodně působící na počty semenáčků (tzv. statisticky homogenní). První skupina zahrnuje kontroly I a II a záhon, ošetřený hypermanganem, do druhé skupiny patří ošetření Agronalem a záhon izolační a třetí skupinu tvoří svým statisticky vysoce významným rozdílem záhon, ošetřený formalínem.



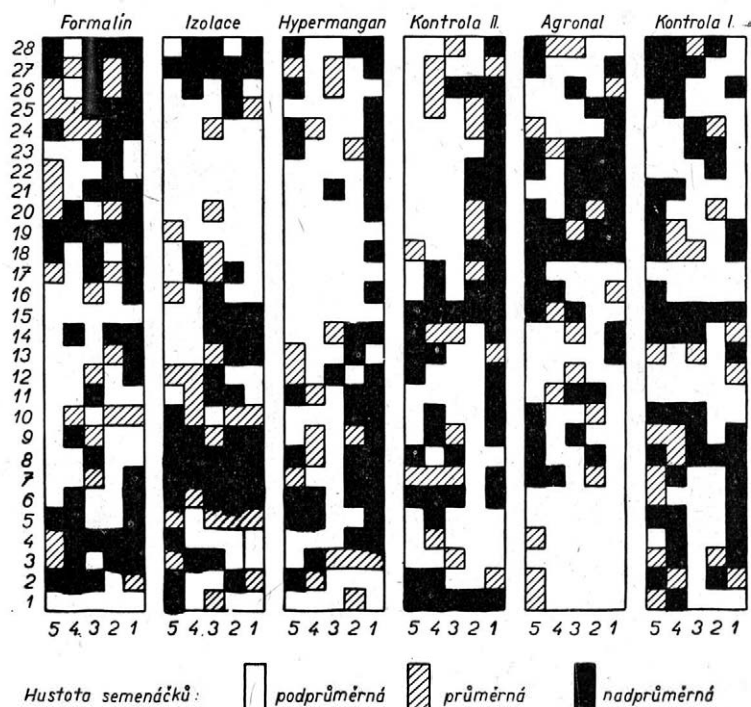
Graf 1. Vliv způsobů ošetření na počty semenáčků

Kromě zásadní otázky — vlivu způsobu ošetření na snížení ztrát a omezení choroby padání semenáčků — jsme se zabývali rozбором příčin různých počtů semenáčků na 1 bm se zřetelem k umístění na záhonu a na ploše. Chtěli jsme zjistit, zda a jaké faktory ovlivňují počty semenáčků na 1 bm. Předmětem tohoto zkoumání byla především otázka vlivu půdních patogenních hub a jejich agresivity, resp. intenzity jejich působení, zda jsou na záhonech rozšířeny nepravidelně — náhodně, nebo zda existuje nějaká zákonitost v jejich rozšíření, ať už ve vztahu k reliéfu školky, k umístění na záhonu, nebo k jiným vlivům. Proto jako prvořadou jsme vyslovili hypotézu nevýznamnosti vlivu tohoto faktoru na počty semenáčků na 1 bm. Vzhledem k tomu, že tento hypoteticky působící faktor na změnu v počtech semenáčků na 1 bm nelze kvantitativně vyjádřit a postihnout, definovali jsme k ověření této hypotézy dvě pracovní analytické hypotézy, umožňující ověření nepřímým způsobem: hypotézu nevýznamnosti vlivu umístění 1 bm na záhonu a) co do metru (umístění na záhonu v různé části), b) co do řádku (umístění na záhonu na okraji nebo uprostřed).

Poněvadž se některá místa na záhonu projevovale při testování jako vysoce statisticky významná (ať už „co do metru“ nebo „co do řádku“), bylo nutno vyslovené hypotézy o nevýznamnosti vlivu „umístění 1 bm“ na záhoně zamítnout. Podrobným rozбором reliéfu školky, půdních podmínek, agrotechniky, předchozí kultury

a dalších faktorů, možných jako příčiny této vysoké statistické významnosti pro některá místa polohy (na ploše zdánlivě nepravidelně umístěná a přesto zákonitě působící), jsme zjistili, že žádnému z uvažovaných faktorů nelze v komplexnosti všech výsledků a vztahů přisuzovat charakter zákonitě dominanty, působící jednoznačně na celé ploše. Po rozboru se ukázalo, že faktorem, zdůvodňujícím tato nepravidelná místa vysoké statistické významnosti výsledku testu musí být faktor skrytý v půdě – biologická složka půdy. Předpokládali jsme, že těmito nepřímými metodami byl prokázán vliv různé intenzity působení půdních hub na počty semenáčků.

K ověření pracovní hypotézy a výsledků testů o zákonitě působící intenzitě vlivu půdních hub na celé ploše jsme použili grafických metod. Na obr. 1 jsme graficky znázornili skutečné výsledky (počty semenáčků). Tento topografický graf



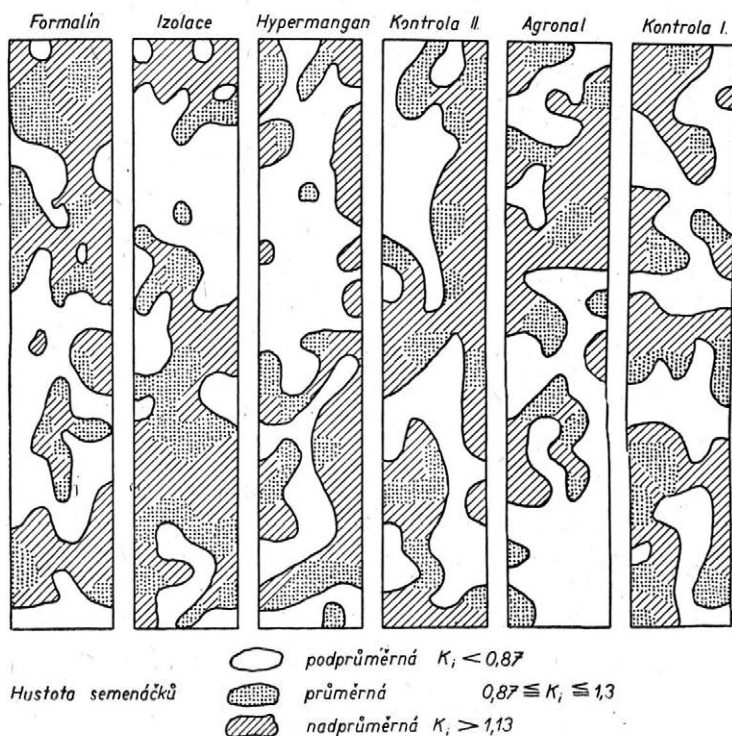
Graf 2. Hustota jednoletých semenáčků po vyloučení vlivu ošetření

charakterizuje vliv jednotlivých způsobů ošetření na počty semenáčků na jednotlivých záhonech (graf 1). Ve smyslu předchozí hypotézy může tento graf ukázat účinek působení půdních hub při jednotlivých způsobech ošetření. Jako charakteristický znak pro působení průměrné intenzity výskytu půdních hub jsme volili průměrný počet semenáčků z plochy statisticky homogenní (kontrola I a II a hypermangan). Průměrný počet byl určen jako 65 kusů na 1 bm, k určení třídy průměrného působení výskytu půdních hub (průměrných důsledků jejich agresivity) jsme s koeficientem spolehlivosti 100 ($1 - \alpha$) = 95 % stanovili interval od 57 do 73 kusů semenáčků na 1 bm.

K dalšímu rozboru bylo nutno najít znak, který by hodnotil počty semenáčků nezávisle na vlivu způsobu ošetření. Proto jsme zvolili jako charakteristický znak poměr počtu semenáčků na 1 bm k průměrnému počtu semenáčků na 1 bm každého jednotlivého záhonu $K_i = \frac{n_i}{\bar{n}}$, individuální pro každý záhon a tedy i pro každý způsob ošetření. Výsledek je uveden na obr. 2, kde jsou zakreslena místa s třídou průměrné intenzity působení půdních hub ($0,87 \leq K \leq 1,13$), místa s mizejícím vlivem $K_i > 1,13$ a místa intenzivního působení hub ($K_i < 0,87$). Po nahrazení geometrických ploch v grafu (čtverce), které neodpovídají biologickému jevu, křivkami, jsme interpolací obdrželi křivky, ohraničující místa s průměrnou, podprůměrnou

a nadprůměrnou hustotou semenáčků (graf 3) a z něho pak interpolací průměrných míst a současně i extrapolací (na cestíčkách mezi záhony) jsme odvodili pravděpodobnou mapu ohnisek půdních hub, které vyvolávají padání semenáčků na celé pokusné ploše (obr. 4). Naše pracovní hypotéza, ověřená testy, předpokládá, že na plochách kontrolních a na záhonu ošetřeném hypermanganem došlo k „normálnímu“ odumření semenáčků v půdě v důsledku působení půdních hub; moření Agronalem snížilo jen vliv mykoflóry, kdežto působení půdních hub se na tomto záhonu zřejmě projevilo, i když v poněkud menší míře. Pouze ošetření půdy formalínem skutečně způsobilo na ošetřeném záhonu a na záhonu sousedním (izolace) snížení vlivu půdních hub a tím i zvýšení počtu semenáčků.

Ve smyslu této pracovní hypotézy vylišují se na pokusné ploše větší ohniska patogenních hub (viz graf 4) na záhonu 6 a na záhonech 4 a 5, kdežto na záhonech



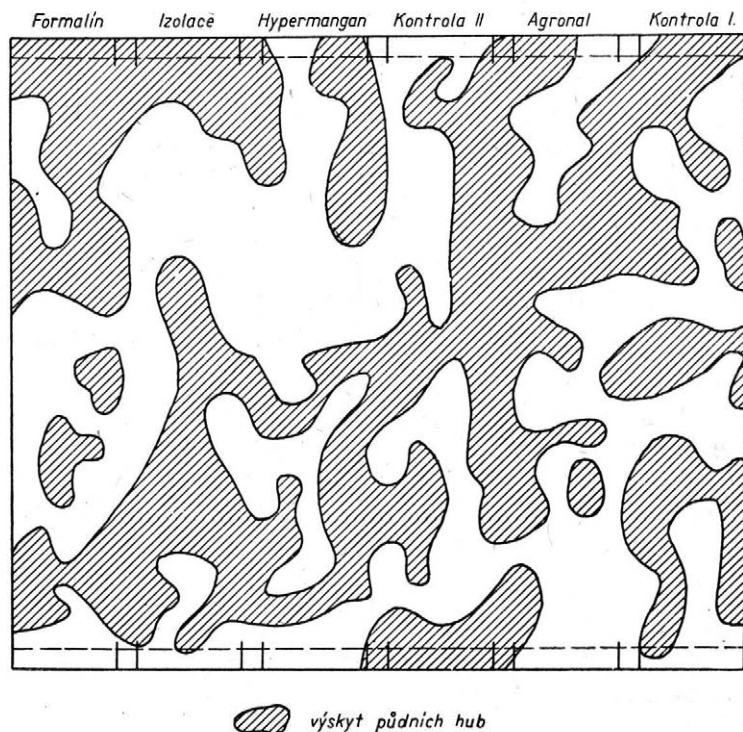
Graf 3. Izokřivky hustoty jednoletých semenáčků

1–3 jsou půdní houby s hypotetickou vysokou agresivitou rozmístěny již více méně nepravidelně po celé ploše anebo v menších ohniscích. Srovnáme-li tato „ohniska výskytu hub“ s grafem na obr. 1, pak vidíme, že ohnisko na formalínovém záhonu bylo obranným zásahem téměř zcela zlikvidováno (ojedinělá místa s nižším počtem semenáčků odpovídají charakteru náhodného výskytu), ohnisko na izolačním záhonu, kam pronikají formalínové páry půdou, je podstatně zmenšeno a na ostatních záhonech jsou tato ohniska v téměř nezměněném stavu zachována.

Diskuse

Pro zaznamenání výskytu či rozšíření patogenních hub v půdě nemáme kvantitativní ani kvalitativní znaky a musíme proto stavět charakteristiky za určitých předpokladů. Místa půdních hub – zdroje infekce – reprezentují svou přítomnost svou činností – ovlivněním počtu semenáčků: z původně stejného a stejnoměrně rozmístěného počtu semen určitých průměrné klíčivosti vyklíčí jen určitý počet a z tohoto počtu vyklíčených semenáčků část uhynie v důsledku napadení půdními houbami. Padání a hynutí semenáčků charakterizuje zcela přesně výskyt a činnost půdních hub, ale neukazuje hynutí klíčků v půdě ještě před vyklíčením semenáčků nad půdní povrch. Avšak právě tato činnost půdních hub může být reprezentována

počtem vyklíčených semenáčků a můžeme tedy relativní výskyt hub měřit za určitých předpokladů (stejnorné vysetí stejného množství semene, normální „přirozená úmrtnost“ semenáčků při naprosto stejných pěstebních opatřeních, nenařazení plochy žádným vedlejším škodlivým vlivem atd.) nepřímou. Předpokládáme dále, že každé ohnisko půdních hub si udrží svou intenzitu v rámci plochy a že v případě ošetření se sice jeho intenzita sníží, ale jeho působnost se zcela nezruší. Průměrný počet semenáčků na běžném metru může tedy reprezentovat místa výskytu patogenních hub a při grafickém znázornění označují prázdné plochy v grafu koncentraci těchto míst. Průměrné počty semenáčků charakterizují pak místa s průměrnou činností půdních hub na dotčené ploše. Existují-li na ploše zdroje či ohniska půdních hub, pak v těchto místech budou menší počty semenáčků, a proto se vytvoří více nebo méně souvislé plochy bílých míst, označujících lokalizaci půdních



Graf 4. Izokřivky pravděpodobné lokalizace půdních hub

hub. Kdyby tato naše hypotéza byla nesprávná z hlediska proměnlivosti ryze náhodného charakteru, pak by výskyt nadprůměrných, průměrných a podprůměrných míst byl na ploše zcela nepravidelně rozmístěn.

Souhrn

V lesní školce v Rečanech nad Labem byly v letech 1956–1958 studovány účinky obranných opatření proti padání semenáčků. Výsledky byly zhodnoceny metodami školkařskými a ochranařskými s použitím matematicko-statistických a grafických metod. Na základě výsledků jsme se pokusili odvodit mapu výskytu půdních hub ve školce se zřetelem k jejich vlivu na počty semenáčků na ploše, relativně k průměrným počtům semenáčků na jednotlivých záhonech. Na pokusné ploše se vylíšila místa s podprůměrnou hustotou semenáčků, která mohou reprezentovat ohniska půdních hub, vyvolávajících padání semenáčků.

Dosažené výsledky celkového rozboru potvrzují ve všech směrech naši hypotézu o možnosti určení ohnisek půdních hub působících padání semenáčků. Dosažené metody půdního mikrobiologického rozboru bude možno po rozpracování metody doplnit a vytvořit tak metodické podklady pro podrobnější studium půdních hub (lokalizaci ohnisek, dynamiku, agresivitu), zejména pro fytopatologické účely.

Literatura

1. Duncan D. D.: Multiple rangs and multiple F tests. Biometrics 11, 1, 1-42, 1955. — 2. Garrett S. D.: Biology of root-infecting fungi. University Press, p. 293, Cambridge 1960. — 3. Jančařík V.: Padání semenáčků v lesních školkách a obrana proti němu. Práce výzkumných ústavů lesnických CSR, sv. 18, 181-257, 1960. — 4. Janko J.: Statistické tabulky. ČSAV, p. 251, Praha 1958. — 5. Waksman S. A.: Principles of soil microbiology. William & Wilkins Co., p. 894, Baltimore 1932.

Метод вероятного установления очагов почвенных патогенных грибов

В лесном питомнике в г. Ржечаны н/Л. в 1956—1958 гг. производилась оценка влияния защитных мероприятий в борьбе с полеганием сеянцев, а именно влияние применения протравливания семян Агрономом (сухая ртутная протравка, доза в размере 1 % веса семян), поливки засеянных грядок перманганатом калия (1%-ный раствор, доза 5 литров на 1 м²) и предпосевной почвенной дезинфекции формалином (60 см³ 40%-ного формалина в 5 литрах на 1 м²). Две грядки остались в качестве контрольных, одна грядка служила изоляционной полосой перед грядкой, обработанной формалином.

Результаты оценивались методами, применяемыми в питомниках и при защите, с применением математических, статистических и графических методов. На основании результатов была составлена карта наличия почвенных грибов в питомнике с учетом их влияния на количество сеянцев на единице площади. На опытной площади были установлены места с густотой сеянцев ниже средней, которые могут быть очагами почвенных грибов, вызывающих полегание сеянцев.

Результаты общего анализа во всех направлениях подтверждают нашу гипотезу о возможности установления очагов почвенных патогенных грибов и помогают создать методические основы для дальнейшего более детального изучения почвенных грибов, особенно для фитопатологических целей.

Methode der wahrscheinlichen Herdenbestimmung der pathogenen Bodenpilze

In den Jahren 1956—1958 wurden in der Forstbaumschule in Řečany an der Elbe die Wirkungen der Schutzvorkehrungen gegen die Umfallkrankheit der Sämlinge ausgewertet. Die Schutzmaßnahmen betrafen die Beizung des Samens mittels Agronal (trockenes Quecksilberbeizmittel, Dosis 1 % des Samengewichtes), Begießung der Saatbeete mit Kaliumpermanganat (1% Lösung, Dosis 5 l pro qm) und die Vor-saatdesinfektion mit Formalin (60 ccm 40% Formalin in 5 l Wasser pro qm). Zwei Beete wurden als Kontrolle belassen, ein Beet als Isolationsstreifen vor dem durch Formalin behandelten Beet.

Die Resultate wurden durch Baumschul- und Forstschutzmethoden an Hand mathematisch-statistischer und graphischer Verfahren ausgewertet. Auf Grund der Ergebnisse wurde eine Verbreitungskarte von Herden der Bodenpilze in der Baumschule mit Rücksicht auf ihre Einwirkungen auf die Sämlingszahl in den Flächen abgeleitet. Man führte die Ausscheidung der Plätze von unterdurchschnittlicher Dichte der Sämlinge durch. Diese Lokalitäten dürften die Herde der Bodenpilze, die die Umfallkrankheit der Sämlinge verursachen, darstellen.

Die festgestellten Resultate der Gesamtanalyse bestätigen in allen Richtungen die Hypothese über die Bestimmungsmöglichkeit von Herden der pathogenen Bodenpilze und helfen hiemit die methodischen Unterlagen zu weiteren eingehenden Untersuchungen der Bodenpilze, besonders für phytopathologische Zwecke zu bilden.

Zkušenosti získané při měření respirace lesních půd v makrorespirometru

Опыт, полученный при измерении респирации лесных почв в макро respirometre

Experiences Gained with the Measuring of the Respiration of Forest Soils by
Means of the Macrorespirometer

Jiří VACEK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Opočno pod Orlickými horami

Při studiu biologických pochodů v lesních půdách sledováním výměny plynů lze jen výjimečně aplikovat běžné mikrorespirometrické metody. Zejména vrchní vrstvy půd jsou vlivem opadu proti obdělávaným půdám zemědělským značně heterogenní a vzorky o váze několika gramů nebývají proto reprezentativní (Drob-
ník, 1958). Po zkušenostech s dosud popsány prototypy přístrojů ke sledování respirace půd (Birch, Friend, 1956, Moyat, 1957, Schwaby, Passey, 1957, Wieringa, 1958) jsme na našem pracovišti v r. 1961 dali do provozu makro-
respirometr (Vacek, Drob-
ník, 1962), založený na principu automatického elek-
trolytického doplňování kyslíkem. Elektrolýza zde probíhá v okyseleném roztoku
modré skalice, takže v elektrolytické nádobě nevznikají kromě kyslíku žádné jiné
zplodiny, a tím je umožněno izolovat celý průběh respirace od atmosférických vli-
vů. Množství vyloučeného kyslíku se stanoví podle množství spotřebovaného proud-
du, které je měřeno elektrolytickým coulombometrem na třaskavý plyn. Kysličník
uhličitý jsme dosud zjišťovali titračně.

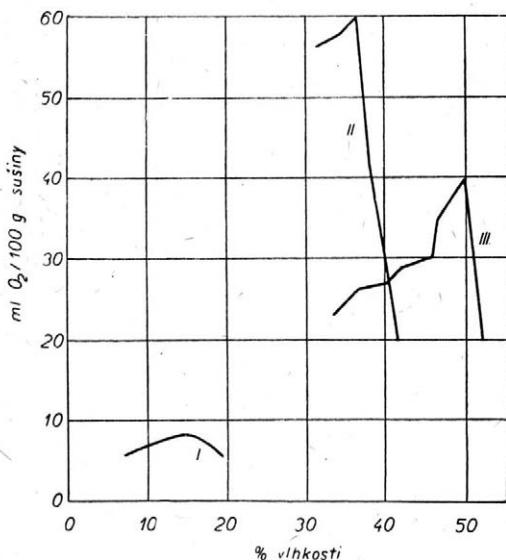
Materiál a metodika

Respiraci jsme sledovali u tří různých typických půd z okolí Opočna. Vzorek I.
— mírný až střední podzol na štěrkopísčitéch terasách 250–270 m n. m., průměrný
roční úhrn srážek 640–650 mm, průměrná roční teplota 7,5–7,6° C, pH –4,0, uhlík
2,2 % a dusík 0,128 %. Vzorek II — oglejený glej na jílovito-hlinitém aluviu, 250 m
n. m., srážky 650 mm, teplota 7,6–7,8° C, pH –5,6, uhlík 3,79 % a dusík 0,400 %.
Vzorek III — rezivá humózní lesní půda na fylitech a fylitických rulách — 900 m
n. m., srážky 1000 mm, teploty 5° C, pH 3,5, uhlík 12,07 % a dusík 1,141 %. Půdní
vzorky byly odebrány z vrstvy 0–15 cm, byly vysušeny při laboratorní teplotě a pře-
sáty na sítu s oky 2 mm. Po ovlhčení
byly postupně vkládány do měrného
prostoru přístroje a výměna plynů se mě-
řila až po tříhodinovém temperování.

Výsledky a diskuse

Rozhodující vliv na množství spo-
třebovaného kyslíku má poměr plochy
vzorku otevřené proti vzduchu (aktivní
plocha) k jeho celkovému objemu. K sta-
novení této závislosti je třeba dalších
zkoušek. Podle výsledků předběžných
pokusů a s ohledem na zajištění maxi-
mální aerace byl zvolen konstantní objem
misek 0,1 dm³ s aktivní plochou 1 dm².

U sledovaných vzorků byla dále
empiricky stanovena optimální vlhkost,
která byla při dalších měřeních do-
držována současně s konstantní teplotou
27° C. Graf č. 1 ukazuje vliv různého
ovlhčení půdních vzorků na celkovou
spotřebu O₂ za 24 hodin po přepočtení
na 100 g sušiny. Mimo písčitou půdu



Graf 1.

(vzorek I) je u obou dalších humusem bohatších půd (vzorek II a III) optimum až těsně před vytvořením vodního povlaku na vzorku, při kterém spotřeba kyslíku prudce klesá. Při ovlhčování vzorků je důležité dodržovat konstantní teplotu půdy i vody. Pro půdu jsme zvolili 18° C, pro vodu 27° C.

Aby výsledky byly reprodukovatelné, ukázalo se dále nutné zachovávat velikost vzorků jak objemově, tak i váhově. Vliv různého stlačení vzorků (vyjádřeno zvětšováním jejich váhy při zachování stejného objemu) na spotřebu kyslíku ukazuje tabulka I.

I.

Půda	I.		II.		III.	
	g	ml O ₂	g	ml O ₂	g	ml O ₂
volně uložená	69,4	19,6	59,7	60,8	37,8	39,3
mírně stlačená	91,2	18,4	67,1	59,9	49,3	36,2
silně stlačená	132,5	16,7	95,7	54,7	59,0	21,2

Hodnota ml O₂ udává spotřebu kyslíku za 24 hodin, přepočteno na 100 g sušiny. Z tabulky je patrné, že stlačení vzorků respiraci ve všech uvedených případech snižuje a že tento pokles je u jednotlivých vzorků různý.

Při ověřovacích zkouškách s lesními půdami bez přidávání substrátů se respirační kvocient pohyboval kolem 1 v rozmezí ± 0,17.

Podle dosavadních zkušeností s měřením u prototypu makrorespirometru bude nutné změnit titrační stanovení kyslíčnicku uhličitého na konduktometrické. Při titračním stanovení zjistíme totiž množství vydýchaného CO₂ i za dobu nutnou k vytemperování měrné nádoby se vzorkem. Konduktometrické stanovení vyžaduje sice další úpravu měrné nádoby, ale umožní zjišťovat poměr mezi spotřebou kyslíku a produkcí kyslíčnicku uhličitého v libovolných intervalech bez přerušení pokusu a bez nutnosti, chceme-li zjišťovat respirační kvocient, zakládat stejný pokus dvakrát. Výsledkem této snahy je měrná jednotka, která je celá uložena v jednom bloku z plexiskla (schéma 1). Princip měření spotřeby kyslíku zůstává stejný jako u prvního prototypu. Navrhovaná měrná jednotka v monobloku je proti dosud používaným třem samostatným nádobám (měrné, elektrolytické a referentní, které jsou vzájemně propojeny hadičkami) konstrukčně jednodušší a tím i spolehlivější.

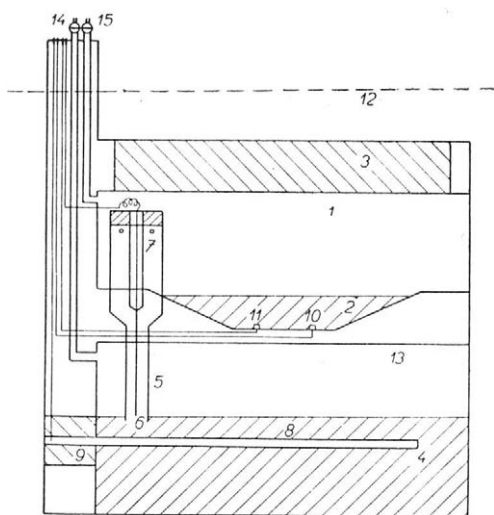


Schéma č. 1. Měrná nádoba (1), do které se vkládá víkem (3) půdní vzorek, je dole rozšířena v absorbční jímku pro louh (2). V této jímce jsou stabilně umístěna

platínová konduktometrická čidla (10 a 11). Půdou vydýchaný kyslíčnick uhličitý je pohlčován louhem a podtlak vzniklý spotřebou kyslíku způsobí stoupnutí hladiny elektrolytu (4) do trubice (5) k platínové anodě (6). Tam se pak vyvíjí kyslík až do vyrovnání tlaků. Plexitová trubice (5) je v měrném prostoru rozšířena a vývody (7) jsou až těsně pod zátkou. Tím je zajištěno, že v případě nadměrné spotřeby kyslíku anebo poruchy v slaboproudém okruhu nevnikne elektrolyt do měrné nádoby. Měděná katoda (8) je uložena v zátku (9) a tato současně umožňuje výměnu elektrolytu. Vývody z prostoru nad elektrolytem (13) a z měrného prostoru (1) jsou zakončeny kohouty (14 a 15) a slouží k vyrovnávání tlaku proti vzduchu. Tím je umožněno vyloučit vliv změn atmosférického tlaku během pokusu. Rovněž vývody od elektrod a konduktometrických čidel mají koncovky v prodloužené stěně plexitové krabice nad hladinou temperované lázně (12).

Souhrn

V prototypu makrorespirometru byla sledována reaktivní respirace tří charakteristických lesních půd. Bylo zjištěno, že při makrorespirometrii je nutno brát v úvahu další faktory, se kterými se v mikrorespirometrii neshledáváme anebo které zde mají druhořadý význam. Důležitým činitelem je především poměr aktivní plochy vzorku k jeho celkovému objemu. Aby výsledky byly reprodukovatelné, je dále nutné dodržovat množství vzorku nejen objemově, ale i váhově. Teplota do práce vzatého půdního vzorku a teplota vody k ovlhčení musí být konstantní. Dále je popsán nový prototyp měrné jednotky makrorespirometru, který odstraňuje většinu závad prvního prototypu.

Literatura

1. Birch H. F., Friend M. I.: Humus decomposition in East African soils. *Nature*, 178, 500-501, 1956. — 2. Drobník J. Použití respirometrie v půdní mikrobiologii — I. Metodika makrorespirometrie. *Čs. mikrobiologie*, 2, 116-123, 1958. — 3. Moyat P.: Über den Einfluß von Licht und Aktivität auf endogene Stoffwechselrhythmen bei Kleinsäugern und Vögeln. *Z. f. vergleich. Physiol.*, 40, 397-414, 1957. — 4. Swaby R. J., Passey B. I.: A simple macrorespirometer for studies in soil microbiology. *Austral. J. Agric. Res.*, 4, 334-339, 1959. — 5. Vacek J., Drobník J.: Přístroj na měření respirace půdy. *Rostlinná výroba* 6, 773-780, 1962. — 6. Wieringa K. T.: The problems of standardization of methods in use in microbiological soil research. *Netherl. J. of Agric. Sci.*, 6, 61-67, 1958.

Опыт, полученный при измерении респирации лесных почв в макрореспиromетре

В опытном образце респиromетра исследовалась реактивная респирация трех характерных лесных почв. Было установлено, что при макрореспиromетрии необходимо принимать во внимание дальнейшие факторы, с которыми мы в микрореспиromетрии не встречаемся или которые в этом случае играют второстепенную роль. Важным фактором прежде всего является отношение активной площади образца к его общему объему. Чтобы результаты могли быть воспроизводимы, необходимо далее соблюдать количество образца не только в объемном, но и в весовом отношении. Температура образца, взятого для обработки и температура воды для увлажнения, должна быть постоянной. Далее, описывается новый прототип измерительной единицы макрореспиromетра, который устраняет большинство недостатков первого прототипа.

Experiences Gained with the Measuring of the Respiration of Forest Soils by Means of the Macrorespirometer

In a prototype of a macrorespirometer the reactive respiration of three characteristic forest soils was examined. It was found that in the application of macrorespirometry it is necessary to consider further factors, which do not occur in microrespirometry, or which are here of secondary importance. An important factor is above all the ratio of the active area of the sample to its total volume. To make the results obtained reproduceable it is further necessary to maintain the quantity of samples not only with regard to volume but also to weight. The temperature of the examined soil sample and the temperature of the water used for its moistening must be constant. There is also a description of a new prototype of a measuring unit of the macrorespirometer, which eliminates a majority of the deficiencies of the first prototype.

Výzkum četnosti výskytu chvostoskoků v pokuse s osevním postupem

Исследование многочисленности появления хвостоскоков в опыте с севооборотом

Untersuchungen über die Besiedelungsdichte der Collembolen in einem Frucht-
folgeversuch

K. STEINBRENNER

Ústav základní agrotechniky a pěstování rostlin, Münchenberg-Mark

Při výzkumu osevních postupů vyrůstá pro půdní biologii úkol zkoumat vliv jednotlivých druhů porostů a celých osevních postupů na různé půdní organismy. Z víceletých výsledků takových pokusů mohou být sestavovány osevní postupy, popř. řazeny v osevní sled druhy plodin, které nejpříznivěji působí na život v půdě a tím také na půdní úrodnost.

Objasnění výsledků půdně-biologického výzkumu stojí v cestě značné těžkosti. Vyhodnocení ztěžuje každoroční střídání kulturních rostlin, neboť dochází v půdě do určité míry ke komplexnímu působení odumřelých zbytků rostlin předplodiny s plodinou stávajícího porostu a tak je ovlivňován přímo (jako zdroj živin organismů) i nepřímo (přes chemické a fyzikální vlastnosti půdy) vývoj biocenózy, druhové zastoupení a četnost výskytu. Z výsledků Müllera (1954–59) je známo, že účinek některých druhů pícnin na četnost výskytu může trvat až do třetího následného roku. Jelikož účinek a následné působení pícnin jsou nejlépe známy, byl pro výzkum zvolen osevní postup, v němž byly 50 % zastoupeny víceleté pícniny.

Metodika

Výzkum chvostoskoků byl konán v letech 1959 až 1961 v osevním postupu s vojtěškou na hlinitém písku v Münchebergu.

Osevní postup I.: 1. vojtěška, 2. vojtěška, 3. vojtěška, 4. brambory. 5. krnná řepa, 6. oves. Jako srovnávací varianta byl použit dílec s lučním porostem. V roce 1961 byl pro porovnání sledován ještě další osevní postup, ve kterém nebyly zařazeny víceleté pícniny. Osevní postup II.: 1. ozimá pšenice, 2. brambory, 3. krnná řepa, 4. oves, 5. luskovinná směska, 6. brambory.

Oba osevní postupy i louka jsou součástí většího pokusu s osevními sledy. Pokus byl založen v roce 1953. Roku 1958 byla uzavřena první rotace. V letech 1959 a 1960 byla konána sledování od dubna do listopadu. Roku 1961 byla provedena odděleně dvě periodická sledování, 10 týdnů na jaře a 7 týdnů na podzim. Na podzim 1961 byla sledování chvostoskoků a roztočů rozšířena o výzkum počtu bakterií, aktinomycet a mikroskopických hub.

Zachycení chvostoskoků a roztočů se provádělo rozplavovací metodou s kuchyňskou solí. V období sledování byly odebírány vzorky 5 dnů v týdnu, a to 5 vzorků po 4 cm z varianty v jednom dni. Takto získaných 25 vzorků za týden bylo použito jako průměr a vzato za základ pro další vyhodnocení.

Pro stanovení mikroorganismů byly odebírány po 3, příp. 4 dny průměrné vzorky během týdne, a to 12krát 1 cm z varianty, a z nich byly připravovány požadované stupně ředění.

Výsledky

Pedozoologický výzkum osevního postupu s vojtěškou

V tabulce I jsou shrnuty průměry jednotlivých pokusných let z týdenních průměrných hodnot.

Na dílci s lučním porostem byla četnost výskytu vždy nejvyšší. To může být zdůvodněno tím, že nedocházelo k žádným zevním vlivům, které by brzdily rozvoj biocenózy.

Hodnoty variant s vojtěškou byly vždy mezi loukou a jednoletými kulturami. Z toho jednoletá vojtěška vykazovala nejnížší četnost výskytu, neboť docházelo

I. Četnost výskytu chvostoskoků ($\bar{x}$ = počet jedinců/4 ccm půdy)
 Pokus s vojtěškou v osevním postupu

Varianta	1959			1960			1961		
	$\bar{x}$	rel.	průkaz.	$\bar{x}$	rel.	průkaz.	$\bar{x}$	rel.	průkaz.
Vojtěška 1. rok	2,07	45,8	000	2,06	56,1	000	1,03	26,5	000
Vojtěška 2. rok	4,14	91,6	—	3,22	87,7	—	3,68	94,6	—
Vojtěška 3. rok	3,81	84,3	—	2,68	73,0	000	3,65	93,8	—
Brambory	1,69	37,4	000	1,31	35,7	000	1,12	28,8	000
Krmná řepa	1,58	35,0	000	1,06	28,9	000	0,60	15,4	000
Oves	0,85	18,8	000	1,27	34,6	000	0,53	13,6	000
Louka	4,52	100,0	(V)	3,67	100,0	(V)	3,89	100,0	(V)
Mez průkaz. 5%	0,82	18,1		0,53	14,4		0,58	14,9	
Mez průkaz. 1%	1,08	23,9		0,70	19,1		0,78	20,1	
Mez průkaz 0,1%	1,39	30,6		0,90	24,5		1,01	26,0	

teprve během vegetačního období k tvorbě porostu příznivě působícího na chvostoskoky. U tříleté vojtěšky opět poněkud klesala četnost výskytu, neboť porost byl již mezerovitý a snížila se tvorba snadno využitelných kořenových zbytků.

U jednoletých porostů brambor, řepy a ovsa byl výskyt podstatně nižší. Z nich nejlépe působily brambory, neboť zde bylo ještě nejvýraznější následné působení vojtěšky. Nízká četnost výskytu u řepy a ovsa tkví ve snížení organické hmoty a intenzivním zpracování půdy, které vede k decimaci jedinců citlivých na tlak.

Tříleté výsledky zřetelně potvrzují, že existuje korelace mezi množstvím organických zbytků nebo na nich žijících mikroorganismech, sloužících pro výživu chvostoskoků s množstvím organické hmoty v půdě. Rostliny, které obohacují půdu organickou hmotou příznivého složení (úzký poměr C/N), podmiňují též vysoký výskyt chvostoskoků.

Průběh dynamiky populace během vegetační doby byl u lučního porostu a vojtěšky zcela jiný než u jednoletých kultur. U těchto druhů rostlin mají zásahy (jako sklizeň, zpracování půdy atd.) trvalejší účinek na rozvoj chvostoskoků, než vlivy makroklimatické, které jsou těmito zásahy téměř zcela překryty.

Pro zjištění účinku předplodin jednotlivých skupin plodin v osevním postupu bylo na podzim 1958 zoráno jedno opakování osevního postupu s vojtěškou po ukončení první rotace a jeden dílec s lučním porostem a v roce 1959 jednotně oseto jarním žitem. Od poloviny dubna do konce července 1959 byla na těchto parcelách

II. Četnost výskytu chvostoskoků při jednotné následné plodině — jarním žitě

Předplodina	$\bar{x}$	rel.	Průkaznost
Vojtěška, 1. užitkový rok	2,32	190,2	++
Vojtěška, 2. užitkový rok	1,67	136,9	—
Vojtěška, 3. užitkový rok	1,80	147,5	—
Brambory	1,03	84,4	—
Krmná řepa	1,10	90,2	—
Oves	1,57	128,7	—
Louka	1,22	100,0	(V)
Mez průkaznosti 5%	0,71	58,2	
Mez průkaznosti 1%	0,94	77,0	
Mez průkaznosti 0,01%	1,21	99,2	

kontrolována četnost výskytu chvostoskoků. O získaných průměrných hodnotách během sledovaného období přináší přehled tabulka II.

V porovnání s předplodinou „louka“ vykazují nejlepší vliv varianty vojtěšek jako předplodin, přičemž nejzřetelněji převažoval vliv jednoleté vojtěšky. Nápadné bylo příznivé působení ovsu jako předplodiny, které podle našeho názoru tkví ve značném množství kořenové hmoty ovsu.

Půdně-biologický výzkum ve dvou osevních postupech

Sledování konaná na podzim 1961 u osevního postupu I. a II. přinesla výsledky shrnuté v tabulce III.

III. Porovnání počtu organismů dvou osevních postupů

Skupiny organismů		Osev. postup I.			Osev. postup II.		
		$\bar{x}$	rel.	průkaz.	$\bar{x}$	rel.	průkaz.
Chvostoskoci	/4ccm půdy	8,85	202,0	++	4,38	100,0	(V)
Roztoči	/4ccm půdy	1,19	150,6	+	0,79	100,0	(V)
Bakterie na Th. agaru	/1/100000 ccm půdy	76,28	138,0	+++	55,28	100,0	(V)
Aktinomycety	/1/100000 ccm půdy	3,47	90,8	—	3,82	100,0	(V)
Houby	/1/1000 ccm půdy	31,76	106,8	—	29,75	100,0	(V)
Azotobacter	1//10 ccm půdy	2,59	315,8	+	0,82	100,0	(V)
Nitrifikační bakt.	/1/100000 ccm půdy	38,50	132,0	++	29,16	100,0	(V)
Rozkladači bílkovin	/1/1000 ccm půdy	71,08	108,4	—	65,54	100,0	(V)
Celulolytické bakt.	/1/1000 ccm půdy	1,43	157,1	++	0,91	100,0	(V)
Anaerobionti	/1/1000 ccm půdy	8,91	273,3	++	3,26	100,0	(V)

Z tabulky je patrné, že množství organismů, které jsou také z hlediska půdní úrodnosti považovány za příznivější, bylo vyšší téměř u všech skupin v osevním postupu s vojtěškou (I), než v osevním sledu jen s jednoletými plodinami. Zřetelnou výjimku tvoří aktinomycety, avšak rozdíl byl v mezi pokusných chyb, takže jejich počet, který je nižší u osevního postupu I, může být náhodného charakteru. S výjimkou hub a rozkladačů bílkovin bylo množství všech ostatních sledovaných skupin organismů v osevním postupu I průkazně vyšší. Lepší osevní postup s plodinami bohatými na kořenovou hmotu (vojtěška) se odráží také v půdní biologii ve vyšším počtu spor mikroorganismů a větším množstvím půdních živočichů.

Souhrn

Byl sledován šestihoný osevní postup s vojtěškou a porovnáván s lučním porostem v letech 1959–61 na četnost výskytu chvostoskoků. Ve vztahu k abundanci chvostoskoků zaujímají porosty vojtěšky střední postavení mezi vyšším množstvím u trvalé louky a nižším množstvím u jednoletých kulturních rostlin.

U jednotné následné plodiny — jarního žita — měly z předplodin nejlepší vliv na chvostoskoky vojtěška, po ní následoval oves, louka, řepa a brambory.

Srovnávací půdně-biologická sledování osevního postupu s vojtěškou a osevního postupu bez víceletých pícnin ukázala převahu téměř u všech skupin organismů u osevního postupu s vojtěškou.

Literatura

1. Boness M.: Biocenotische Untersuchungen über die Tierwelt von Klee und Luzernfeldern (Ein Beitrag zur Agrarökologie). Z. Morph. u. Ökol. Tiere 47, 309–373, 1958. — 2. Hammer M.: Svingninger i Microfaunaen i skifter i Dansk Landbrug. Ann. Ent. Fenn. 14 (Suppl.), 75–80, 1949. — 3. Kühnelt W.: Bodenbiologie, Wien 1950. — 4. Müller G.: Die Wechselwirkung zwischen der Anzahl der Bodenorganismen und den Standortfaktoren bei 24 Futterpflanzenarten (Vorläufige Mitt.). In: Vorträge aus dem Gebieten Acker- und Pflanzenbau, Bodenkunde und Pflanzen-

züchtung. Verlag d. Wissenschaften, Berlin, S. 67-89, 1954. — 5. Müller G.: Untersuchungen über die Wechselbeziehung zwischen Bodenleben und Standortfaktoren bei Futterpflanzenarten (1. Mitteilung). Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Nat. R. V/3, 191-230, 1955/56a. — 6. Müller G.: Untersuchung über die Wechselbeziehung zwischen Bodenleben, Standortfaktoren und Ertragsfähigkeit in Kulturpflanzenbeständen nach Futterpflanzenarten (2. Mitteilung). Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Nat. R. V/4, 297-320, 1955/56b. — 7. Müller G.: Untersuchung über die Wechselbeziehung zwischen Bodenleben, Standortfaktoren und Ertragsfähigkeit in Kulturpflanzenbeständen nach Futterpflanzenarten (3. Mitteilung). Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Nat. R. VI/5, 563-578, 1956/57. — 8. Müller G.: Untersuchungen über die Wechselbeziehungen zwischen Bodenleben, Standortfaktoren und Ertragsfähigkeit in Kulturpflanzenbeständen nach Futterpflanzenarten (4. Mitteilung). Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Nat. R. VIII/4-5, 667-681, 1958/59. — 9. Naglitsch F., Steinbrenner K.: Untersuchungen über die biologischen Verhältnisse in einem Futterfruchtfolgeversuch unter spezieller Berücksichtigung der Collembolen. Pedobiologia (im Druck).

Исследование многочисленности появления хвостонжек в опыте с севооборотом

Проводилось исследование шестипольного севооборота с люцерной и сравнивалось с мировым травостоем в 1959—61 гг. относительно многочисленности наличия хвостонжек. В отношении к чрезмерному размножению хвостонжек насаждения люцерны занимают среднее положение между более высоким количеством у многолетних лугов и меньшим количеством у однолетних культурных растений.

У единой последующей культуры — яровой ржи, из предшественников лучшее влияние на хвостонжки оказала люцерна, затем следовал овес, луг, свекла и картофель.

Сравнительные почвенно-биологические изучения севооборота с люцерной и севооборота без многолетних кормовых трав показали преимущество почти у всех групп организмов у севооборота с люцерной.

Untersuchungen über die Besiedelungsdichte der Collembolen in einem Fruchtfolgeversuch

Eine sechsfeldrige Luzernefruchtfolge und als Vergleich eine Wiesenparzelle wurden von 1959—1961 auf ihre Besiedelungsdichte an Collembolen untersucht. Bezüglich der Abundanz der Collembolen nehmen die Luzernebestände eine Mittelstellung zwischen dem individuenreicheren Dauergrünland und den individuenärmeren einjährigen Kulturpflanzen ein.

Beim einheitlichen Nachbau von Sommerroggen wiesen die Luzerneparzellen den besten Vorfruchtwert in Bezug auf die Abundanz der Collembolen auf, gefolgt von der Hafer-, Wiesen-, Rüben- und Kartoffelvariante.

Vergleichende bodenbiologische Untersuchungen der Luzernefruchtfolge und einer Fruchtfolge ohne mehrjährige Futterpflanzen ergaben bei fast allen ermittelten Organismengruppen eine Überlegenheit der Fruchtfolge mit Luzerne.

Vztah Apterygot k některým rostlinným společenstvům v Nízkých Tatrách

Отношение бескрылых насекомых к некоторым растительным сообществам
в Низких Татрах

The Relation of Apterygotes to Some Plant Communities in the Low Tatras

Josef NOSEK

Virologický ústav ČSAV, Bratislava

Vysoká populační hustota Apterygot od několika desítek tisíců do několika miliónů jedinců pro m^2 opadankové o humusové vrstvy svědčí pro velký podíl zvláště *Collembola* na rozkladu rostlinného opadu. Dosavadní šetření ukazují, že *Collembola*, *Protura* a *Diplura* jsou velmi citlivými indikátory biologické aktivity půdy. Mnohá *Apterygota* reagují velmi rychle na změny prostředí. Jakmile nastanou změny v životních podmínkách, kterým se nemohou přizpůsobit, ztrácejí se z biocenózy, anebo v případě příznivějších podmínek se silně rozmnožují. Musíme mít na paměti, že při vývoji půdy a biologických procesech v půdě spolupůsobí mikroflóra, mikrofauna a mesofauna a vegetace, takže biologická aktivita může být stanovena jen určením všech živých komponent.

Složení druhového spektra *Apterygot* je podmíněno geografickými, ekologickými podmínkami a vlastnostmi jejich stanoviště. Fauna *Apterygot* jednotlivých rostlinných společenstev musí být charakterizována nejen charakteristickými druhy, ale také dominancí jednotlivých druhů.

Materiál a metodika

Analýza čtverců $1 m^2$ tzv. snímků. Účelem analýzy tak malých plošek je zjištění mikrostruktury podrostu vzhledem k životnímu prostředí půdních organismů. Vzorky o obsahu $100 cm^3$ jsou odebírány z plochy $1 m^2$ jednotlivě (v rozích a uprostřed) a jsou samostatně zpracovávány; dohromady dávají obsah $500 cm^3$. Horizonty A₀₁, A₀₂ a A₀₃ v každém vzorku jsou smíchány. Velikost vzorku vyhovuje požadavkům biocenologickým a stačí k zjištění populační hustoty a kvality mesofauny s velkou disperzitou v půdě, zvláště euedafických forem *Apterygot*.

Laboratorní zpracování vzorků. Vzorky byly vysoušeny ve speciálních malých Tullgrenových přístrojích při použití 75 W kryptonové žárovky po dobu 3 až 5 dní. Izolovaná půdní fauna byla vytržena pod binokulárním mikroskopem jemnou Pausterovou pipetou. *Apterygota* byla fixována v liquidu podle Gisina.

Po třech dnech byly vatou zazátkované epruvety přeloženy do 75 % alkoholu. Mikroskopické preparáty byly zhotoveny se Swanovým médiem z veškerého materiálu bezkřídlých a určovány pod binokulárním mikroskopem většinou při immerzi.

Data k vzorkům. Vzorky č. 1a–e: Chopok, jv expozice, 1900 m, *Trifido* – *Distichetum tatricum* (asociace *Juncus trifidus* – *Sesleria disticha*). Balvany porostlé lišejníky a netřeskem *Sempervivum montanum*. Mezi balvany *Vaccinium vitis idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, *Juncus trifidus*, *Sesleria disticha*, *Certraria* sp., *Luzula spadicæ*, *Carex sempervirens*, *Homogyne alpina*, 9. 8. 1961.

Vzorky č. 50a–e: Vrchol Krakovy hole, 1750 m, *Dryadeto* – *Farmetum* (asociace) *Dryas octopetala* – *Carex firma*. Vzorky z polštářů *Dryas octopetala* a *Carex firma* na vápenci, 17. 8. 1961.

Vzorky č. 49a–e: Vrchol Pustie, 1490 m, *Arcostaphyletum uvæ ursi*, vzorek zpod *Arcostaphylos uva ursi* na suchém místě, 17. 8. 1961.

Vzorky č. 5a–e: Dumbier jz expozice, 1900 m, *Mughetum altherbosum silicolum*, *Pinus mughus*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, *Certraria* sp., *Gentiana frigida*, vzorek z opadanky, drtě a humusu, 9. 8. 1961.

Vzorky č. 35a–e: Demänovská dolina, 1000 m, *Piceetum excelsæ vaccinietosum*,

mýtina v smrkovém lese na skalnatém vápencovém podkladě nad silnicí. *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idaea*, *Lonicera nigra*, *Salix caprea*, *Fragaria vesca*, *Saxifraga aizoon*, *Daphne mezereum*, *Rosa canina*, *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris* sp., lišejníky. Vzorek z lišejníků, opadů *Vaccinií*, drtě a surového humusu, 15. 8. 1961.

I. Trifideto — Distichetum tatricum

Vzorek č. 1		a	b	c	d	e
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullberg)	4	.	.	1	2	1
<i>Onychiurus subarmatus</i> Gisin	46	5	12	.	17	12
<i>Onychiurus</i> sp.	13	2	1	.	7	3
<i>Onychiurus quadriocellatus</i> Gisin	1	.	1	.	.	.
<i>Friesea mirabilis</i> (Tullberg)	17	.	.	.	7	4
<i>Friesea albida</i> Stach	35	8	25	.	.	2
<i>Friesea atypica</i> Cassagnau	3	3	.	.	.	.
<i>Tetracanthella arctica</i> Cassagnau	1754	902	810	.	12	30
<i>Folsomia sensibilis</i> Kseneman	7	.	.	6	.	1
<i>Folsomia nana</i> Gisin	599	112	191	7	168	121
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)	14	2	1	6	2	3
<i>Isotoma monochaeta</i> Kos	13	.	1	.	10	2
<i>Isotoma olivacea</i> Tullberg	26	3	2	.	12	9
<i>Isotoma nivalis</i> Carl	1	.	.	.	1	.
<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock)	9	.	2	.	4	3
<i>Entomobrya lanuginosa</i> (Nicolet)	4	3	1	.	.	.
<i>Neelus minimus</i> Willem	1	.	.	.	.	1
Ex	2541	1040	1047	20	242	192
Species	17	9	11	4	11	13

II. Dryadeto — Firmetum

Vzorek č. 50		a	b	c	d	e
<i>Acerella muscorum</i> (Ionescu)	1	.	.	1	.	.
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullberg)	36	2	8	6	7	13
<i>Onychiurus</i> sp.	1	.	.	.	1	.
<i>Neanura parva</i> (Stach)	1	.	.	1	.	.
<i>Pseudachorutes corticiolus</i> (Schäffer)	1	.	.	1	.	.
<i>Friesea mirabilis</i> (Tullberg)	1	.	1	.	.	.
<i>Friesea albida</i> Stach	2	1	.	.	1	.
<i>Odontella empodialis</i> Stach	3	.	.	3	.	.
<i>Hypogastrura armata</i> (Nicolet)	1	.	.	.	1	.
<i>Folsomia alpina</i> Kseneman	14	.	1	12	.	1
<i>Folsomia nana</i> Gisin	37	7	6	18	3	3
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)	1	.	.	1	.	.
<i>Isotoma monochaeta</i> Kos	9	1	.	4	.	4
<i>Isotoma olivacea</i> Tullberg	6	2	2	2	.	.
<i>Isotoma violacea</i> Tullberg	2	.	.	.	.	2
<i>Isotomurus palliceps</i> (Uzel)	1	.	.	1	.	.
<i>Pseudosinella wahlgreni</i> (Börner)	1	.	.	1	.	.
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin)	1	1	.	.	.	.
<i>Neelus minimus</i> Willem	1	.	.	1	.	.
Ex	120	14	18	52	13	23
Species	19	6	5	13	5	5

III. Arcostaphyletum uvae ursi

Vzorek č. 49		a	b	c	d	e
<i>Acerentomon quercinum</i> Ionescu	1	.	1	.	.	.
<i>Acerentomon dispar</i> Stach	10	.	3	3	1	3
<i>Eosentomon transitorium</i> Berlese	1	.	.	.	1	.
<i>Onychiurus burmeisteri</i> (Lubbock)	2	.	2	.	.	.
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullberg)	28	12	5	2	2	7
<i>Onychiurus subarmatus</i> Gisin	2	1	.	1	.	.
<i>Onychiurus (Protaphorura)</i> sp.	5	.	2	2	.	1
<i>Tullbergia krausbaueri</i> (Börner)	6	.	2	1	3	.
<i>Neanura parva</i> (Stach)	1	.	1	.	.	.
<i>Pseudachorutes corticicolus</i> (Schäffer)	1	.	.	.	1	.
<i>Friezea mirabilis</i> (Tullberg)	1	.	.	1	.	.
<i>Xenylla brevisimilis</i> Stach	1	.	.	.	1	.
<i>Hypogastrura ununguiculata</i> (Tullberg)	3	.	.	3	.	.
<i>Tetracanthella franzi</i> Cassagnau	1	.	.	1	.	.
<i>Folsomides pusillus</i> (Schäffner)	17	6	10	1	.	.
<i>Folsomia fimetaria</i> (Linné)	1	.	.	.	1	.
<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg)	3	1	1	1	.	.
<i>Folsomia alpina</i> Kseneman	1	.	.	1	.	.
<i>Folsomia multiseta</i> Stach	49	10	3	27	3	6
<i>Folsomia nana</i> Gisin	37	13	8	12	2	2
<i>Folsomia strenzkei</i> Nosek	12	.	5	6	1	.
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)	25	4	4	2	8	7
<i>Isotoma notabilis</i> Schäffer	21	5	3	8	4	1
<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock)	5	1	3	.	.	1
<i>Tomocerus flavescens</i> (Tullberg)	1	.	1	.	.	.
<i>Pseudosinella wahlgreni</i> (Börner)	5	3	1	.	1	.
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin)	12	5	4	1	.	2
<i>Entomobrya lanuginosa</i> (Nicolet)	1	.	.	.	.	1
<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg)	1	.	.	1	.	.
<i>Neelus minimus</i> Willem	2	.	.	.	2	.
Ex	256	61	59	74	31	31
Species	30	11	18	18	14	10

Výsledky a diskuse

Ve vysokohorské xerofilní asociaci *Juncus trifidus* – *Sesleria disticha* zjistili jsme 17 druhů Collembol. Dominantní jsou zde koncem léta druhy *Tetracanthella arctica* a *Folsomia nana*. Ve vzorku 1a je populační hustota 10 400 ex/pro 1 dm³, ve vzorku 1b 10 470 ex/pro 1 dm³, což odpovídá populační hustotě pro 1 m²/100 dm³ (1,047 000 jedinců). Průměrná populační hustota Collembol je 5082 ex/pro 1 dm³.

V asociaci *Dryas octopetala* – *Carex firma* na vápenci zjistili jsme 18 druhů Collembol a 1 druh Protur: *Acerella mucosorum*. Průměrná populační hustota je 240 ex/pro 1 dm³. Charakteristickým druhem je zde *Folsomia alpina*, dominantním *Folsomia nana* s *Onychiurus armatus*.

V *Arcostaphyletum uvae ursi* zjistili jsme 27 druhů Collembol a 3 druhy Protur: *Acerentomon quercinum*, *Acerentomon dispar* a *Eosentomon transitorium*. Průměrná populační hustota je 512 ex/pro 1 dm³. Dominantní druhy jsou zde *Folsomia multiseta* a *Folsomia nana*.

V *Mughetum altherbosum silicicolum* zjistili jsme 25 druhů Collembol a 1 druh Protur: *Eosentomon transitorium*. Průměrná populační hustota 1152 ex/pro 1 dm³. Dominantním druhem je zde *Folsomia nana*.

Piceetum excelsae vaccinietosum je druhově nejbohatším společenstvem. Zjistili jsme 33 druhy Collembol a 2 druhy Protur: *Acerentulus confinis* a *Eosentomon delicatum*. Průměrná populační hustota je 552 ex/pro 1 dm³. Dominantním druhem je *Isotomiella minor*.

IV. *Mughetum altherbosum silicicolum*

Vzorek č. 5		a	b	c	d	e
<i>Eosentomon transitorium</i> Berlese	2	.	.	.	2	.
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullberg)	5	.	1	1	3	.
<i>Onychiurus subarmatus</i> Gisin	67	16	6	22	21	2
<i>Onychiurus</i> sp.	13	4	.	.	8	1
<i>Neanura aurantiaca</i> Caroli	1	.	.	.	1	.
<i>Neanura parva</i> (Stach)	3	1	.	1	.	1
<i>Pseudachorutes corticicolus</i> (Schäffer)	7	1	2	.	4	.
<i>Frieesea albida</i> Stach	2	2	.	.	.	.
<i>Willemia anophthalma</i> Börner	1	.	.	.	1	.
<i>Willemia aspinata</i> Stach	1	.	.	.	1	.
<i>Hypogastrura sahlbergi</i> (Reuter)	2	.	.	.	2	.
<i>Hypogastrura granulata</i> (Stach)	10	3	2	.	5	.
<i>Hypogastrura armata</i> (Nicolet)	1	.	1	.	.	.
<i>Tetracanthella arctica</i> Cassagnau	2	2	.	.	.	.
<i>Folsomia nana</i> Gisin	328	100	63	117	46	2
<i>Folsomia sensibilis</i> Kseneman	6	.	.	1	1	4
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)	42	13	8	9	10	2
<i>Isotoma monochaeta</i> Kos	28	20	.	6	.	2
<i>Isotoma notabilis</i> Schäffer	31	2	22	4	3	.
<i>Isotoma olivacea</i> Tullberg	6	2	2	2	.	.
<i>Isotoma violacea</i> Tullberg	1	.	.	.	.	1
<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock)	8	3	.	.	5	.
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin)	3	1	.	.	2	.
<i>Lepidocyrtus ruber</i> Schott	1	.	.	.	1	.
<i>Neelus minimus</i> Willem	3	.	1	.	2	.
<i>Arrhopalites gisini</i> Nosek	2	2	.	.	.	.
Ex Species	576 26	172 15	108 10	163 9	118 18	15 8

Alpínská společenstva holí nad stromovou hranicí jsou sociologicky poměrně druhově chudá, stejně i počet druhů *Apterygot* v těchto je relativně menší než v dřevinných formacích nižších poloh pod stromovou hranicí, např. *Piceetum excelsae vacciniotosum*, kde ze 170 druhů *Apterygot* zjištěných námi dosud v Nízkých Tatrách je zastoupeno 35. Složení druhového spektra *Apterygot* v alpínském *Trifideto* – *Distichetum tatricum* a *Caricetum firmae*, je obdobné jako v severských společenstvech (Agrell, 1941) a má určitou příbuznost k alpínským a subniválním společenstvům (Handschin, 1924, Kseneman, 1938 a) a společenstvům Pyrenejí (Cassagnau, 1961). *Piceetum excelsae vacciniotosum* má druhovou příbuznost k východokarpatským smrččinám (Kseneman, 1938 b).

S o u h r n

Asociace *Juncus trifidus* – *Sesleria disticha* tvoří klimaxová společenstva alpínského pásma nevápenných půd ve střední části Nízkých Tater. Skládá zde hlavní masu vegetace nad horní hranicí klečových porostů od 1800 m až na nejvyšší hřebeny. Její zástupci uplatňují se již v začátečních stádiích osídlení na sušších skalách a drolině. Druhové složení *Apterygot* je chudé, populační hustota někdy velká (tab. I).

Společenstvo *Dryas octopetala* – *Carex firma* má v Nízkých Tatrách velmi malé rozšíření. Nalézáme je na vysokých štítech vápencových a dolomitových, např. na Krakově holi. Struktura drnů je kompaktní, tuhá, polštářovitá vlhkost se v hustých drnech přes exponovanost dosti dlouho udrží. Hromadí se zde mulový humus z polštářů ostřice tuhé a zbytků dryasových. Hřebenové klima však není příznivé rychlému rozkladu odumřelých organických zbytků a tak někdy pozorujeme hromadění surového humusu. Druhové složení *Apterygot* je chudé (tab. II).

V. *Piceetum excelsae vaccinietosum*

Vzorek č. 35		a	b	c	d	e
<i>Acerentulus confinis</i> Berlese	1	1	.	.	.	.
<i>Eosentomon delicatum</i> Gisin	2	1	.	1	.	.
<i>Tetradontophora bielaniensis</i> (Waga)	5	1	1	1	.	2
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullberg)	17	.	.	9	8	.
<i>Onychiurus subarmatus</i> Gisin	11	2	.	6	3	.
<i>Onychiurus (Protaphorura)</i> (sp.)	6	2	.	3	1	.
<i>Onychiurus (Onychiurus)</i> sp.	1	.	.	1	.	.
<i>Anurida hašai</i> (Kseneman)	1	.	.	.	1	.
<i>Anurida anophthalmica</i> (Stach)	1	.	.	.	1	.
<i>Friesea mirabilis</i> (Tullberg)	1	1	.	.	.	.
<i>Willemia aspinata</i> Stach	4	.	4	.	.	.
<i>Hypogastrura unguiculata</i> (Tullberg)	29	9	1	6	8	.
<i>Hypogastrura sigillata</i> (Uzel)	3	1	.	1	1	.
<i>Hypogastrura luteospina</i> (Stach)	2	1	.	1	.	.
<i>Hypogastrura granulata</i> (Stach)	1	.	.	.	.	1
<i>Tetracanthella franzi</i> Cassagnau	1	.	.	.	.	1
<i>Anurophorus binoculatus</i> (Kseneman)	1	.	.	.	1	.
<i>Folsomides pusillus</i> (Schäffer)	7	3	.	4	.	.
<i>Folsomia multisetosa</i> Stach	1	.	.	.	1	.
<i>Folsomia nana</i> Gisin	11	.	7	.	1	3
<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg)	1	.	.	1	.	.
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)	89	33	12	12	28	4
<i>Isotoma sensibilis</i> (Tullberg)	2	2	.	.	.	.
<i>Isotoma violacea</i> Tullberg	5	.	.	4	.	1
<i>Isotoma notabilis</i> Schäffer	30	12	5	8	5	.
<i>Isotoma nivalis</i> Carl	8	.	1	6	1	.
<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock)	16	3	.	11	1	1
<i>Tomocerus flavescens</i> (Tullberg)	6	2	.	3	1	.
<i>Pseudosinella wahlgreni</i> (Börner)	6	5	.	1	.	.
<i>Lepidocyrtus ruber</i> Schött	1	.	1	.	.	.
<i>Lepidocyrtus curvicolis</i> Bourlet	10	6	1	.	1	2
<i>Neelus minimus</i> Willem	1	.	.	.	.	1
<i>Arrhopalites principalis</i> Stach	1	.	.	.	.	1
<i>Arrhopalites gisini</i> Nosek	1	.	.	.	.	1
<i>Sminthurus lubbocki</i> Tullberg	1	.	.	.	.	1
Ex	276	85	30	79	63	19
Species	35	17	9	18	16	12

Arcostaphyletum uvae ursi je floristicky chudá a málo výrazné společenstvo na ostrých hřebenech vápencových a dolomitových s hřebenovým klimatem. *Arco-staphylos* vniká přímo do skulin mezi balvany, kde se udrží malé množství hlíny a prachu, opepíná je svými větvičkami a vytváří listnatý odpad, z kterého vzniká černý neutrálně reagující humus. Kvalitu a kvantitu *Apterygot* podává tab. III.

Mughetum altherbosum silicicolum jsou porosty křeče v pásnu subalpinském bez vrstvy surového humusu na okraji keřů kosodřeviny. Uprostřed keřů kosodřeviny se hromadí surový humus extrémní acidity z mechů, jehlic, větévek a šišek klečových. V biologickém spektru *Apterygot* ukazuje se značná sblíženost s *Piceetum excelsae vaccinietosum* (tab. IV).

Piceetum excelsae vaccinietosum na vápencovém podkladě je charakteristické výskytem brusinky a silnou vrstvou kyselého humusu. Biologické spektrum *Apterygot* v souhlase s biologickým spektrem tohoto společenstva je velmi bohaté (tab. V).

Je pravděpodobné, že mezi aktivitou mikroflóry všeobecně, mezi aktivitou edafické mikro- a mesofauny a vegetací existují úzké vztahy. Některé práce (8) ukazují na podobné poměry v lesních půdách karpatských. Obdobné výsledky byly získány v půdách tropických (6, 7). Interpretace vlivu abiotických činitelů na dru-

hové a kvantitativní složení *Apterygot* v jednotlivých společenstvech vyžaduje však určité opatrnosti vzhledem k jejich nepřímému vlivu přes půdní mikroflóru.

Výzkum edafické fauny z hlediska produkčně biologického dá celému výzkumu půdy nové impulsy.

Literatura

1. Agrell I.: Opuscula entomologica, Supplementum 3, 1-236, 1941. — 2. Cassagnau P.: Écologie du sol dans les Pyrénées centrales. Les biocenoses des Collemboles. Paris, 1-235, 1961. — 3. Handschin E.: Denkschriften des Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Bd. LX, Abh. 2, 89-174, 1924. — 4. Kseneman M.: Sborník Vysoké školy zemědělské v Brně, Sign. 26, 1-56, 1938 a. — 5. Kseneman M.: Sborník Výzkumných ústavů zemědělských ČSR 152, 451-524, 1938 b. — 6. Maldague M. E.: Agricultura, Louvain, 2 sér., VI, 2, 339-51, 1958. — 7. Maldague M. E.: Relations entre le couvert végétal et la microfaune. Leur importance dans la conservation biologique des sols tropicaux. Publications de l'institut National pour l'étude agronomique du Congo (I. N. E. A. C), Bruxell, 1-122, 1961. — 8. Nosek J. et Ambrož B.: Journ. forestier suisse 10/11: 1-14, 1957. — 9. Sillinger P.: Monografická studie o vegetaci Nízkých Tater. Praha 1933.

Отношение бескрылых насекомых к некоторым растительным сообществам в Низких Татрах

Ассоциация *Juncus trifidus* — *Sesleria disticha* образует переходные сообщества альпийской зоны безызвестковых почв в средней части Низких Татр. Она составляет основную массу вегетации над верхней границей стланцевых древостоев, начиная с 1800 м вплоть до самых высоких гребней. Их представители произрастают уже в начальных стадиях заселения на более сухих скалах и на рухляке. Видовой состав бескрылых беден, плотность заселения иногда значительна (табл. I).

Сообщество *Dryas octopetala* — *Carex firma* в Низких Татрах весьма мало распространено. Мы находим их на высоких известняковых и доломитовых скалах, напр., на Кралоуе голи. Структура дерна компактная, жесткая, подушкообразная, влага в густом дерне, несмотря на высокое местоположение, держится довольно долго. Здесь накапливается форма гумуса «мул» из сплошных масс осеки и остатков дриасовых. Климат гребней, однако, неблагоприятствует быстрому разложению отмерших органических остатков и мы, таким образом, иногда замечаем накопление сырого гумуса. Видовой состав бескрылых немногочислен (табл. II).

Arcostaphyletum urae ursi — в флористическом отношении бедное и невыразительное сообщество на острых известняковых и доломитовых гребнях с гребневым климатом. *Arcostaphylos* проникает непосредственно в щели между валунами, где удерживается малое количество глины и пыли, обнимает их своими веточками и образует листовые отходы, из которых образуется черный, нейтрально реагирующий гумус. Качество и количество бескрылых представляет табл. III.

Mughetum altherbosum silicicolum представляет стланцевые древостои в субальпийской зоне без слоя грубого гумуса на краю кустов стланцев. Между кустами стланцев скапливается сырой гумус высокой кислотности из мхов, хвоинок, веточек и шишек стланцев. В биологическом спектре проявляется значительная приближенность бескрылых с *Piceetum excelsae vacciniotosum* (табл. IV).

Piceetum excelsae vacciniotosum на известняковом грунте характеризуется наличием брусники и толстым слоем кислого гумуса. Биологический спектр бескрылых в соответствии с биологическим спектром этого сообщества очень широк (табл. V).

Вероятно, между активностью микрофлоры вообще, между активностью почвенной микро- и мезофауны и вегетацией существует тесная связь. Некоторые работы (8) указывают на аналогичное положение в карпатских лесных почвах. Подобные результаты были получены в тропических почвах (6, 7). Присуждение влияния биологических факторов на видовой и количественный состав бескрылых в отдельных сообществах требует, однако, некоторой осторожности вследствие их косвенного влияния через посредство микрофлоры.

Исследование почвенной фауны с производственно-биологической точки зрения даст всему исследованию новые импульсы.

The association *Juncus trifidus* - *Sesleria disticha* forms a climax association of the alpine zone of non-calcareous soils in the central part of the Low Tatras. Here it forms the main mass of vegetation above the upper limits of *Pinus mughus* formations from an altitude of 1800 m S. M. L. up to the highest ridges. Its representatives participated already at the initial stages of settling on drier rocks and debris. The specific composition of apterygotes is poor, and the density of population is sometimes very great (tab. I).

The association *Dryas octopetala* - *Carex firma* is spread very little in the Low Tatras. It is found on high limestone and dolomite peaks, e. g. on the "Krakova hola". The structure of the sod is compact, firm, and in dense sods the cushion-like moisture is retained for a comparatively long time in spite of the exposed position of the habitat. From the cushions of timothy grass and from the remnants of *Dryas* there is an accumulation of humus. However, the ridge climate is not favourable to a rapid decomposition of dead organic remnants, and so we sometimes observe an accumulation of raw humus. The specific composition of apterygotes is poor (tab. II).

Arcostaphyllum uvae ursi is a floristically poor and little distinctive association on the sharp limestone and dolomitic ridges with a ridge climate. *Arco-staphylos* penetrates directly into the crevices between the boulders, where a small quantity of earth and dust perseveres and is grasped by its branchlets and forms a leafy compound, thus forming black, neutrally reacting humus. The quality and quantity of apterygotes are given in tab. III.

Mughetum altherbosum silicicolum are *Pinus mughus* formations in the sub-alpine zone without any layer of raw humus at the edge bushes of *Pinus mughus*. In the centre of the bushes *Pinus mughus* there is an accumulation of raw humus of extreme acidity composed of moss, pine needles, twigs, and *Pinus mughus* cones. In the biological spectrum of apterygotes a considerable similarity to *Piceetum excelsae vaccinietosum* is shown (tab. IV).

Piceetum excelsae vaccinietosum on a limestone substratum is characteristic with the occurrence of whortleberry and of a deep layer of acid humus. The biological spectrum of apterygotes in conformity with the biological spectrum of this association is very rich (tab. V).

It is very likely that between the activity of the microflora in general, the activity of the edaphic micro- and mesofauna and vegetation there exist close relations. Some works (8) point out similar relations in tropical soils (6, 7). However, the interpretation of the influence of abiotic factors on the specific and quantitative composition of apterygotes in the different associations requires a certain carefulness, and that with regard to their indirect influence via the soil microflora.

The investigation of the edaphic fauna from the point of view of biological production will give new impulses to the whole work of soil research. The results have shown the validity of Thienemann's principles for soil fauna.

Vliv půdních strukturních agregátů na intenzitu nitrifikace

Влияние почвенных структурных агрегатов на интенсивность нитрификации

The Influence of Soil Structural Aggregates on the Intensity of Nitrification

Jaromír SEIFERT

Přírodovědecká fakulta KU, katedra fyziologie rostlin a biologie půdy, Praha

Půdní struktura patří k významným vlastnostem půdy. Rozdílné působení strukturní a nestrukturní půdy na vyšší rostliny bylo studováno již před dlouhou dobou. Otázce, jak působí půdní agregáty na půdní mikroflóru a na procesy jí vyvolávané však bylo věnováno jen málo pozornosti. Věnoval se jí poněkud Novogrudský (1956), Tjagni—Rjagno (1958), Rovira a Greacen (1957) a u nás Ambrož (1956). Studie navazuje na naši experimentálně ekologickou práci o vlivu struktury (Seifert, 1962). Sledovali jsme v ní vliv velikosti strukturních agregátů na intenzitu nitrifikace.

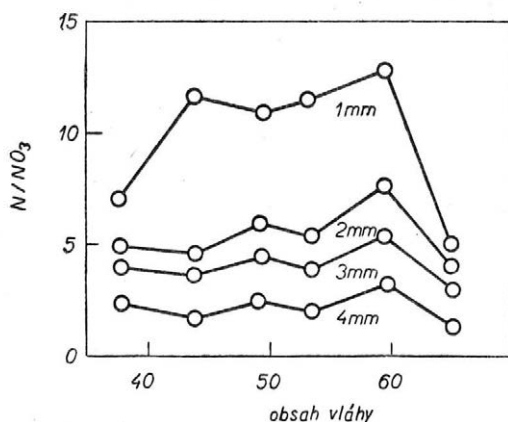
Materiál a metodika

Ke studiu jsme si vybrali humus — karbonátové půdy z Kody u Srbska (karlštejská oblast). Půdní vzorky byly odebírány pod porosty šípáku (QP), pod dubo-habrovým porostem (QC), pod porostem dřínu a svídy (CC). Vzorky byly ihned po odběru rozděleny síty na frakce o velikosti menší než 1 mm, na frakci mezi 1 a 2 mm, frakci mezi 2 a 3 mm, 3 a 4 mm a konečně 4 a 5 mm. Stupeň intenzity nitrifikace jsme zjišťovali ve vzorcích o váze 25 g, nasycených na různou vláhu a inkubovaných při 20° C po dobu 14 dní.

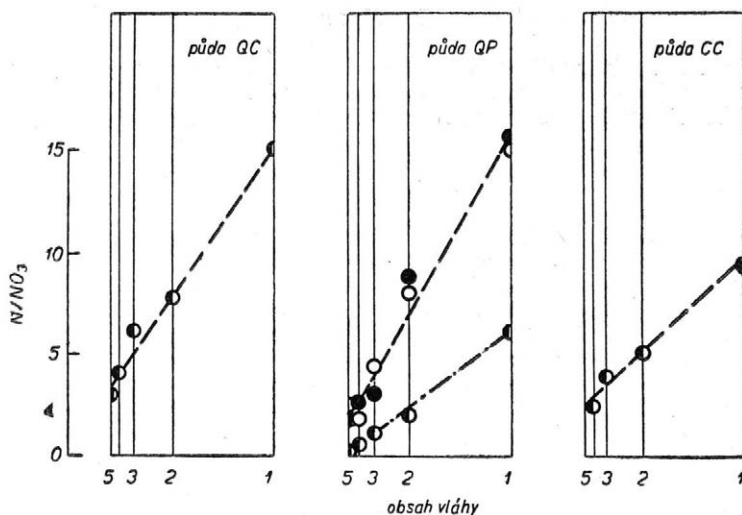
Výsledky a diskuse

Všechny studované půdy vykazují obdobné výsledky. Největší intenzitu nitrifikace jsme pozorovali u frakce menší než 1 mm. Se stoupajícím průměrem agregátů intenzita nitrifikace klesala. Pokles intenzity nitrifikace jeví určitou pravidelnost v odstupňování hodnot mezi jednotlivými frakcemi (graf 1). Na základě posouzení vlivů, které mohou působit rozdíly v intenzitě nitrifikace v jednotlivých frakcích, jsme vyslovili domněnku, že regulátorem intenzity by mohl být specifický povrch strukturních agregátů, neboť velikost povrchu určuje zásobování nitrifikačních bakterií kyslíkem. První důkazy o správnosti této domněnky jsou uvedeny v naší předešlé práci (Seifert, 1962). Tato studie přináší další důkazy. Graf 2 ukazuje výsledky stanovení ze všech studovaných půd. Sít grafu je upravena tak, že zachycuje rozdíly velikostí specifických povrchů jednotlivých frakcí. Vynešené hodnoty intenzity nitrifikace jsou průměrem hodnot intenzit, které byly získány při inkubaci různě ovlhčených vzorků. Výsledky ukazují, že závislost intenzity nitrifikace na velikosti specifického povrchu má lineární průběh.

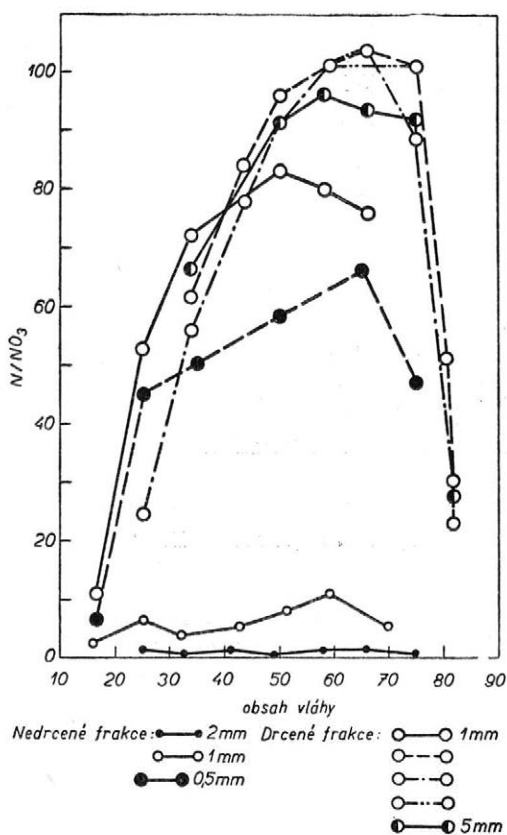
Pro potvrzení našeho závěru jsme potřebovali zjistit potenciální schopnost nitrifikace v různých velkých agregátech. Postupovali jsme tak, že jsme jednotlivé frakce rozdrtili na velikost agregátů menších než 0,5 mm. Takto rozdrcené agregáty jsme inkubovali za stejných podmínek jako agregáty nerozdrcené. Výsledky jsou zachyceny na grafu 3. Vidíme na něm, že hodnota nitrifikace je téměř ve všech případech stejná. Přitom je třeba konstatovat, že získané hodnoty sice poněkud převyšují hodnoty námi odvozeného vztahu, avšak toto pře-



Graf 1. Intenzita nitrifikace v půdě CC. Osa x — obsah vláhy; osa y — nitrifikace v ppm NO₃N. Číslo linií označuje velikost frakcí v mm



Graf 2. Závislost intenzity nitrifikace na specifickém povrchu agregátů. Osa x — poměrná velikost specifického povrchu agregátů; osa y — nitrifikace v ppm NO_3-N . Čísla udávají průměry agregátů v mm. Sl. č. 1: půda QC. Sl. č. 2: půda QP. Sl. č. 3: půda CC



Graf 3. Vliv drcení půdních částic na intenzitu nitrifikace. Osa x — obsah vláhy; osa y — nitrifikace v ppm NO_3-N

výšení lze celkem dobře zdůvodnit tím, že ve frakci 0,5 mm jsou vždy přítomny frakce nižší, které výrazně ovlivňují velikost specifického povrchu. Pokusy můžeme uzavřít zjištěním, že potenciální schopnost nitrifikace v půdních agregátech různé velikosti je prakticky stejná. I u rozdrčených částic je intenzita nitrifikace regulována především velikostí povrchu.

Obdobně jako frakce získaná drcením se chovala frakce menší než 0,5 mm, izolovaná z lednového odběru půdy QP (graf 3). Tato frakce, která se zde v letních a podzimních odběrech vyskytovala jen v nepatrném množství, byla zřejmě uvolněna působením mrazu (A m b r o ů, 1956). Intenzita nitrifikace v této frakci odpovídá specifickému povrchu částic s průměrem 0,2 mm, tedy částicím, které ve frakci jsou zastoupeny největší měrou.

Porovnáme-li výsledky s předešlou prací (Seifert, 1962), vidíme, že náš základní poznatek zůstává v platnosti a rozšiřuje se ještě na další frakce. Z hlediska studia nitrifikace považujeme za nejzávažnější zjištění, že částice téže půdy mohou vykazovat intenzitu oxydace amoniaku tak rozdílnou jako je hodnota 0,3 (frakce 5 mm), 36 (frakce 0,5 mm izolovaná z půdy) a 74 (frakce získaná drcením na velikost 0,5 mm a menší) miligramů N/NO_3 na kg půdy. Přitom je potenciální schopnost k oxydaci amoniaku ve všech částicích přibližně stejná. Proto bude třeba toto zjištění vzít v úvahu při dalším studiu nitrifikace

Zjistili jsme, že intenzita nitrifikace v různě velkých frakcích půdních strukturních agregátů humus-karbonátových půd je přímo úměrná jejich specifickému povrchu. Potenciální schopnost nitrifikovat je ve všech frakcích téže půdy prakticky stejná.

Literatura

1. Ambrož Z.: Sledování tvorby agregátů v závislosti na biologické aktivitě v různých formách humusu v luční půdě. Sborník CSAZV - Rostlinná výroba 29, 513-524, 1956. — 2. Novogrudski D. M.: Počvennaja mikrobiologija. Alma Ata 1956. — 3. Rovira A. D., Greacen E. L.: The effect of aggregate disruption on the activity of microorganisms in the soil. Austral. J. Agric. Res. 8, 659-673, 1957. — 4. Seifert J.: The influence of the soil structure and moisture content on the number of bacteria and the degree of nitrification. Folia microbiologica 7, 234-238, 1962. — 5. Tjagni Rjagno M. G.: Biologičeskije, fizičeskije i chimičeskije analizy počvennyh agregatov. Počvovedenije, 2, 76-83, 1958.

Влияние почвенных структурных агрегатов на интенсивность нитрификации

Было установлено, что интенсивность нитрификации в разных по величине фракциях почвенных структурных агрегатов гумусо-карбонатных почв прямо пропорциональна их специфической поверхности. Потенциальная способность нитрифицировать во всех фракциях той же почвы практически одинакова.

The Influence of Soil Structural Aggregates on the Intensity of Nitrification

We have found that the intensity of nitrification in fractions of different size of soil structural aggregates of humus-carbonate soils is directly proportional to their specific surface. The potential nitrifying capacity is practically identical in all fractions of the same soil.

Vliv nitrátového dusíku na nitrifikaci

Влияние нитратного азота на нитрификацию

The Influence of Nitrate Nitrogen on Nitrification

Blanka ŮLEHLOVÁ

Československá akademie věd, Botanický ústav, pobočka Brno

Při současném zvyšování produkce a používání dusíkatých hnojiv v zemědělství je nezbytně nutné znát, jaký vliv na jednotlivé půdní pochody mají anorganické dusíkaté látky vnesené do půdy. Z celé řady důležitých mikrobiálních pochodů probíhajících v půdě byla nejčastěji studována bezesporu nitrifikace (Bedsole 1937, Hofman, Lees 1953, Lees, Quastel 1945, Lemmerman, Wichers 1920, Quastel, Scholefield 1951, Sabey, Bartholomew, Shaw, Pesek 1956, Sabey, Frederick, Bartholomew 1959, Tyler, Broadbent, Hill 1959). Eno et al. (1955) uvádí, že aplikace plynného amoniaku v půdě se projevuje tím, že se místně nahromadí vysoká koncentrace amoniakálního dusíku, což má nepříznivý vliv na tvorbu nitrátů. Duisberg a Bueher (1954) zjistili, že amoniakální dusík a jeho první oxydační stupně nitrity mají depresivní účinek na rychlost nitrifikace a růst rostlin. Stojanovic a Alexander (1958) per-

kolační studií půdní nitrifikace dokázali, že zvyšující se koncentrace amoniakálního dusíku v půdě vede k depresi tvorby nitrátů, avšak nemá vliv na oxydaci amoniakálního dusíku na nitrity, takže se hromadí v půdě. Oxydace nitritů na nitráty nastává teprve až je všechen amoniakální dusík zoxydován.

O účinku nitrátového dusíku zapraveného do půdy na nitrifikaci není zatím v literatuře zpráv. V předkládané práci jsme se pokusili objasnit, zda a do jaké míry aplikace nitrátového dusíku ovlivňuje půdní nitrifikaci.

Materiál a metodika

Půda použitá k pokusům byla pohořelická černoze o pH 7, celkovém obsahu N 0,162 %, obsahu přijatelného dusíku (NH_4 a NO_3) 68 mg/100 g, obsahu přijatelné kyseliny fosforečné 18,32 mg/100 g a přijatelném draslíku 14,25 mg/100 g. Půda byla uložena do šesti vegetačních nádob, z nichž polovina byla hnojena 1,7 g ledku vápenatého (což odpovídá asi 40 kg ledku na 1 ha), 3,5 g superfosfátu (asi 75 kg/1 ha) a 1,4 g draselné soli (asi 30 kg/1 ha). Druhá polovina vegetačních nádob hnojena nebyla. Vegetační nádoby byly udržovány v normálních atmosférických podmínkách a po šesti a deseti týdnech byly z obou variant pokusů (hnojených i nehnojených) brány vzorky půdy ke studiu nitrifikace perkolační metodou (Lees, 1944). Vzorky půd byly perkolovány jednak roztokem síranu amonného v koncentraci 0,5 g na 1000 ml vody prosté N, jednak vodou prostou N.

Obsah nitritů v perkolačním roztoku byl stanovován kolorimetricky Griesovým činidlem (kyselina sulfanilová α naftylamin) (l. p. 59). Obsah nitrátů v perkolačním roztoku byl stanovován kolorimetricky kyselinou disulfobenolovou (l. p. 57).

Produkcí nitrátů a nitritů při perkolaci půdy s vodou označujeme jako přirozenou nitrifikaci, produkci nitrátů a nitritů půdy perkolované se síranem amonným nazýváme nitrifikací potenciální. Rozdíl mezi nitrifikací potenciální a přirozenou je pak vlastní nitrifikace. Obsah přijatelného dusíku v půdách jsme stanovovali metodou podle Pázlera, obsah přijatelné kyseliny fosforečné kolorimetricky s molybdeňanem amonným a obsah K_2O plamenometricky.

Výsledky a diskuse

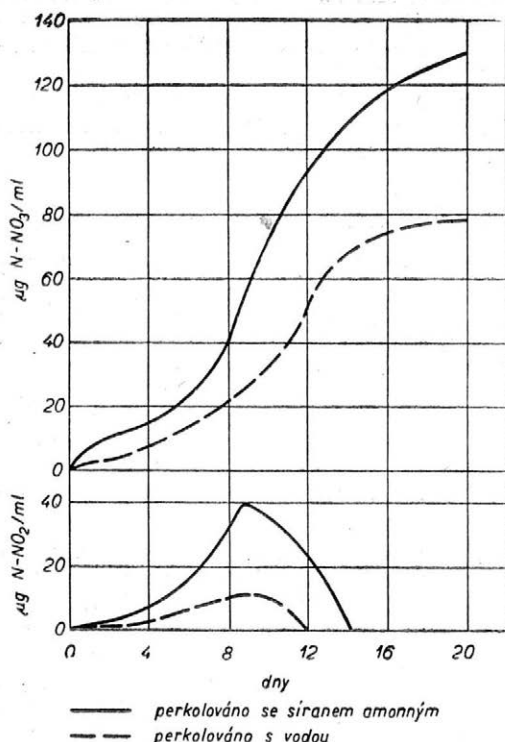
Představu o chemické charakteristice půd v době odběru ke studiu nitrifikace udává tab. I.

I. Chemická charakteristika půd v době odběru vzorků ke studiu nitrifikace. (Průměr z odběru po šesti a deseti týdnech od vnesení hnojiva)

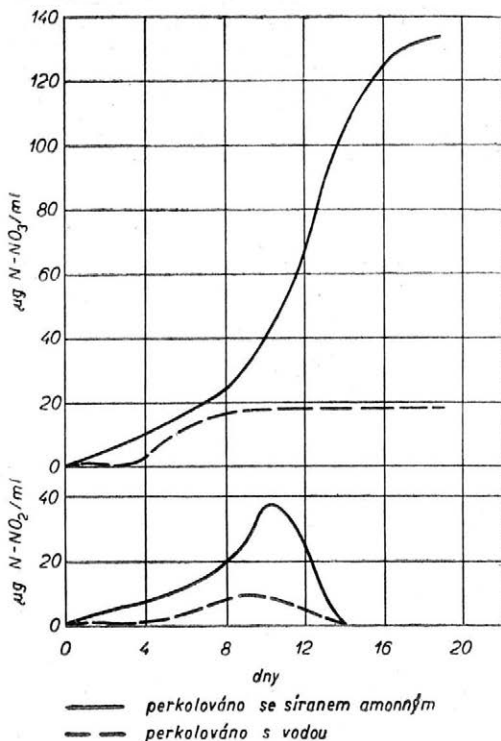
Půda hnojená	Půda nehnojená
pH 7,45	pH 7,55
mg N/100 g půdy 108	mg N/100 g půdy 56
(Pázlera)	(Pázlera)
mg P_2O_5 /100 g půdy 12,2	mg P_2O_5 /100 g půdy 11,6
mg K_2O /100 g půdy 16,3	mg K_2O /100 g půdy 12,37

Průběh nitrifikace u hnojené půdy (průměr ze 2 odběrů) představuje graf 1, u nehnojené graf 2. Při porovnání obou grafů zjistíme, že přirozená nitrifikace (půda perkolována s vodou) je u hnojené půdy více než 4krát vyšší než u půdy nehnojené. Tato skutečnost odpovídá poznatku vyplývajícímu z tab. I, že u hnojených půd je dvojnásobný obsah přijatého N a dokazuje, že značná část tohoto dusíku je ve formě amoniakální.

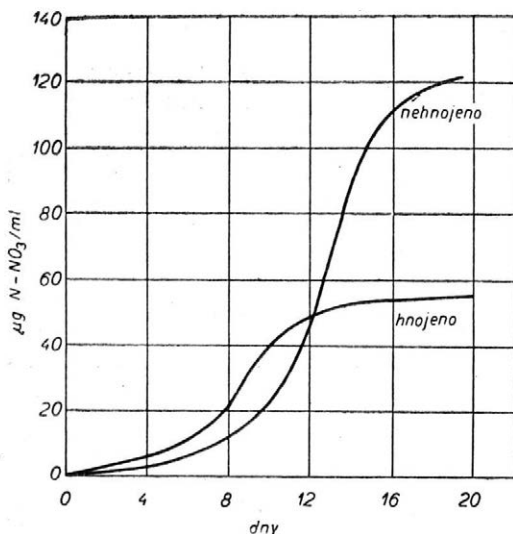
Pokud se týká křivek potenciální nitrifikace (perkolorace půdy se síranem amonným) má tato u nehnojené půdy celkem typický průběh, od 16. dne kultivace přechází z růstové fáze do fáze klidové, což dokazuje to, že amoniakální dusík v perkolačním roztoku je spotřebován. Naproti tomu křivka potenciální nitrifikace u půdy



Graf 1. Tvorba nitritového a nitrátového dusíku v hnojené půdě perkolované síranem amonným a vodou; plná čára: perkolováno se síranem amonným
přerušovaná čára: perkolováno s vodou



Graf 2. Tvorba nitritového a nitrátového dusíku v nehnojené půdě perkolované síranem amonným a vodou; plná čára: perkolováno se síranem amonným
přerušovaná čára: perkolováno s vodou



Graf 3. Vlastní nitrifikace (množství nitrátového N při perkolaci se síranem amonným, množství nitrátového N při perkolaci s vodou) hnojené a nehnojené půdy

hnojené má mnohem pozvolnější růstovou fázi, avšak ještě po 20. dnu kultivace má vzrůstající tendenci, což svědčí o tom, že v perkolačním roztoku je stále zásoba amoniakálního N. Jak odlišná je spotřeba amoniakálního N z perkolačního roztoku u obou půd nám jasněji osvětlí graf 3, který představuje vlastní nitrifikaci (nitrifikace potenciální – nitrifikace přirozená).

Po 20 dnech perkolace bylo vytvořeno v případě půdy nehnojené v perkolačním systému 119 g $\text{NO}_3\text{N}/\text{ml}$ (přidávaného $\text{NH}_4\text{-N}$ bylo 110 mg/ml), v případě půdy hnojené jen 59 g $\text{NO}_3\text{-N}/\text{ml}$.

Jak vyplývá z grafu 3, je vlastní nitrifikace značně nižší u půdy hnojené než u nehnojené.

Souhrn

Zhodnotíme-li uvedené výsledky, docházíme k závěru, že po pohnojení půdy nitrátovým dusíkem došlo zřejmě k biologické sorpci dusíku, nitrátový dusík přešel v organický dusík těl půdních or-

ganismů. Tento byl povolna mineralizován až na amoniakální dusík, který se 6 týdnů po přihnojení nahromadil ze zvýšené koncentraci v půdě a měl pak depresivní účinky na nitrifikaci. Mechanismus depresivního účinku vyšších koncentrací amoniakálního dusíku v půdě podrobně rozebírá ve svých pracích Stojanović a Alexander (1958) a Tyler a Broadbent (1958).

V předložené práci jsme ukázali, že vnesení nitrátů do půdy má depresivní účinky na půdní nitrifikaci, obdobně jako vnesení amoniakálního N do půdy, jen s časovým zpožděním asi šesti týdnů.

Literatura

1. Agrochimičeskije metody issledovanija počv. Moskva 1954. — 2. Bedsole M. R. jr.: *Agronomy Journ.* 29, 815-821, 1937. — 3. Duisberg P. C., Buehrer T. F.: *Soil Sci.* 78, 37-49, 1954. — 4. Eno C. F., Blue W. G., Good J. M.: *Soil Sci Soc. Amer. Proc.* 19, 55-58, 1955. — 5. Hofman R., Lees H.: *Biochem. J.* 54, 579-583, 1953. — 6. Lees H., Quastel J. H.: *Nature* 155, 276-278, 1945. — 7. Lees H., Quastel J. H.: *Biochem. J.* 40, 803-915, 1946. — 8. Lemmerman O., Wichers L.: *Zentrbl. Bakt.* II, 50, 33-43, 1920. — 9. Quastel J. H., Scholefield P. G.: *Bacteriol. Rev.* 15, 1-53, 1951. — 10. Sabey B. R., Bartholomew M. V., Shaw R., Pesek J.: *Soil Sci Soc. Amer. Proc.* 20, 357-360, 1956. — 11. Sabey B. R., Frederick L. R., Bartholomew W. V.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 23, 462-465, 1959. — 12. Stojanovic B. J., Alexander M.: *Soil Sci.* 86, 208-215, 1958. — 13. Tyler K. B., Broadbent F. E., Hill G. N.: *Soil Sci.* 87, 123-129, 1959.

Влияние нитратного азота на нитрификацию

После удобрения почвы нитратным азотом наступает биологическая сорбция азота, нитратный азот переходит в органический азот тел почвенных организмов. Последний постепенно минерализуется за исключением аммиачного азота, который через 6 недель после удобрения накопился в почве в повышенной концентрации и оказывал затем на нитрификацию депрессивное действие. Механизм депрессивного действия более высоких концентраций аммиачного азота в почве в своих работах подробно рассматривают Стоянович и Александер (12), Тайлер и Бродбент (13).

В представленной работе было показано, что внесение нитратов в почву оказывает депрессивное действие на почвенную нитрификацию, аналогично внесению аммиачного азота в почву, лишь с запозданием примерно на 6 недель.

The Influence of the Physical State of Soil on Nitrification

After fertilization of the soil with nitrate nitrogen a biological sorption of nitrogen occurs, and the nitrate nitrogen changes into organic nitrogen in the bodies of the soil organisms. This nitrogen is gradually mineralized with the exception of ammoniacal nitrogen, which 6 weeks after the fertilizing accumulated in an increased concentration in the soil and exerted a depressive influence on nitrification. The mechanism of the depressive effect of higher concentrations of ammoniacal nitrogen in the soil has been investigated in detail in the works of Stojanović and Alexander (12) and of Tyler and Broadbent (13).

In this paper we have shown that the putting into the soil of nitrates exerts a depressive influence on soil nitrification, as is also the case with the introduction into the soil of ammoniacal N, but with a delay of about 6 weeks.

Vliv fyzikálního stavu půdy na nitrifikaci

Влияние физического состояния почвы на нитрификацию

The Influence of the Physical State of Soil in Nitrification

Blanka ŮLEHLOVÁ

Československá akademie věd, Botanický ústav, pobočka Brno

Po amonizaci, kterou může obstarávat široké spektrum mikroorganismů, je nitrifikace jakožto konečný stupeň mineralizace dusíku v půdě specifický pochod, způsobovaný fyziologicky vyhraněnými skupinami bakterií rodu *Nitrobacteriaceae*. Oxydaci amoniakálního dusíku na nitrity provádí skupina *Nitrosomonas*, zatímco oxydaci nitrítů na nitráty uskutečňují bakterie skupiny *Nitrobacter*. Obě tyto skupiny organismů jsou autotrofní a bylo zjištěno celou řadou autorů starších (Meyerohof, 1916, Winogradski, 1952) i novějších, že velmi citlivě reagují na každou změnu vnějších podmínek, ať už jde o typ půdy (Soulides, 1958, Prostakov, 1960), vliv teploty (Sakai, 1959, Tyler, Broadbent, Hill, 1959), vliv pH prostředí (Lees, Quastel, 1944, Munk, 1958), či konečně o vliv různých látek vnášených do půdy (Kaliněnko, Rosenberg, 1956, Welch, Scott, 1960).

V předkládané práci jsme studovali perkolační technikou kinetiku mikrobiálních oxydací amoniakálního dusíku v černozemních půdách s různým fyzikálním stavem u různých plodin, což má praktický význam z hlediska obdělávání půdy. Perkolační metoda, kterou jako první použil Lees (1944), dále Audus (1946), Quastel a Scholefield (1951), Greenwood a Lees (1960), je velmi vhodná ke kinetickým studiím mikrobiálních přeměn v půdě, protože dovoluje přímou analýzu metabolických produktů rozpuštěných v perkolačním roztoku v čase opakovaným odebíráním vzorků, aniž by se porušil fyzikální stav studovaného sloupce.

Materiál a metodika

Půda použitá ke studiu byla černozemní pohořelická ornice o pH 7,18, celkovém obsahu dusíku 0,154 %, přijatelném dusíku (amoniakálním a nitrátovým) 100 mg/100 g, přijatelném fosforu 17,83 mg/100 g a draslíku 8,37 mg/100 g. Půda byla uložena v různém množství do skleněných vegetačních bloků o stejném objemu a oseta jednak pšenicí ozimou, jednak ječmenem jarním. Obě plodiny byly pěstovány za normálních povětrnostních podmínek ve třech různých ulehých půdách, jejichž objemové váhy udává tabulka I.

I. Objemové váhy půd pšenice ozimé a ječmene jarního

Pšenice ozimá		Ječmen jarní	
Varianta A	0,838	Varianta A	0,898
Varianta B	1,152	Varianta B	1,234
Varianta C	1,445	Varianta C	1,459

Vzorky půd pro studium nitrifikace byly odebírány z vrstvy 0–10 cm ze všech tří fyzikálních stavů u obou sledovaných plodin ve dvou různých jarních termínech, a to v dubnu a v květnu v letech 1960 a 1961.

Vzorky půd byly perkolovány 250 ml síranu amonného o koncentraci 1 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/2000$ ml vody prosté dusíku. Ve 24 či 48hodinových intervalech byly odebírány vzorky perkolační tekutiny a analyzovány na obsah nitrítů a nitrátů. Koncentrace nitrítů v perkolačním roztoku byla stanovována kolorimetricky reakcí s kyselinou sulfanilovou – α naftylaminem (1, p. 59). Koncentrace nitrátů byla stanovována tak, že alikvotní podíl perkolačního roztoku byl odpařen v sušárně při 70° C. V odparku byly v alkalickém prostředí kolorimetricky s kyselinou disulfofenolovou

stanoveny nitráty (1, p. 57). Generační doba nitrifikačních bakterií byla počítána podle vzorce:

$$g = \frac{t}{3,3 \cdot \log \frac{b}{B}} \quad (9, p. 123)$$

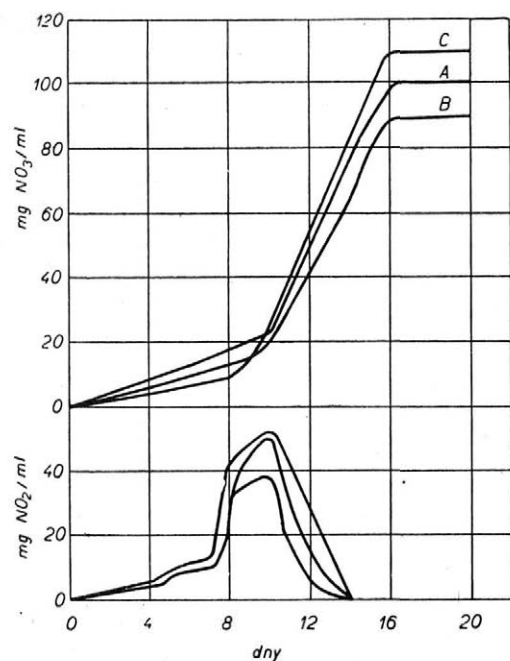
kde t = čas, b = obsah nitrátů v čase t , B = obsah nitrátů v určitém čase, daném jako 0.

Výsledky a diskuse

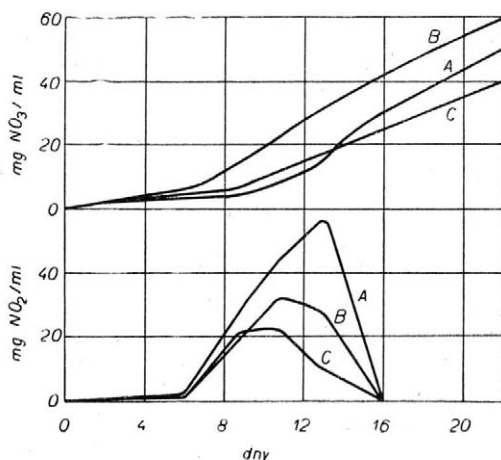
V jedné z dřívějších prací jsme stanovili průběh nitrifikačních křivek různě ulehých půd pod kulturou pšenice ozimé a ječmene jarního perkolovaných se síranem amonným. Průběh nitrifikace u různě ulehých půd i různých plodin byl odlišný jednak v časovém nástupu růstové fáze, jednak ve vlastní intenzitě, jak ukazují grafy 1 a 2. Abychom převedli tyto charakteristiky rozdílů na společného jmenovatele, rozhodli jsme se vyjádřit průběh nitrifikace středním generačním časem růstové fáze *Nitrobacteria*. Tabulka II uvádí generační doby v různých časových in-

II. Generační doby růstové fáze u *Nitrobacter* v různě ulehých půdách pod kulturou ječmene jarního

Doba kultivace	Fyz. stav půdy		
	A	B	C
48 hod.	42,94	42,98	30,48
96 hod.	54,02	56,10	37,38
114 hod.	66,36	65,32	47,38
Stř. gen. čas	54,44	54,80	38,42



Graf 1. Tvorba nitritů a nitrátů u různě ulehých půd. Ječmen jarní 25. 5.



Graf 2. Tvorba nitritů a nitrátů u různě ulehých půd. Pšenice ozimá 16. 5.

tervalech růstové fáze *Nitrobacteria* u různě ulehých půd pod kulturou ječmene jarního (květnový odběr).

Z hodnot v tabulce II vyplývá, že generační doba během růstové fáze se prodlužuje s přibývajícím stářím kultury, což dokazuje, že aktivita *Nitrobacter* je postupem času inhibována. Ve srovnání s Porterem (1946), který udává generační doby některých organismů pěstovaných v čistých kulturách, je generační doba *Nitrobacteria* velmi dlouhá. To souvisí pravděpodobně s tím, že půda je velmi složitá a komplikované prostředí s řadou různých inhibičních faktorů pro vývoj organismu. Stojanovic a Alexander (1958) uvádějí pro *Nitrosomonas* v půdě generační dobu 32 hodin.

Tabulka III udává střední generační doby růstové fáze *Nitrobacteria* v různě ulehých půdách pod kulturami pšenice ozimé a ječmene jarního ve dvou odběrech v květnu a v červnu.

III. Střední generační doby růstové fáze u *Nitrobacter* v různě ulehých půdách pod kulturou pšenice ozimé a ječmene jarního v různých fázích vývoje

Fyzikální stav půdy	Pšenice ozimá		Ječmen jarní	
	Doba odběru			
	16. 5.	13. 6.	25. 5.	13. 6.
A	71,8	40,5	54,8	60,7
B	45,0	68,8	54,4	50,7
C	57,6	53,9	38,4	58,5
Průměr	58,1	54,4	49,2	56,6

Z tabulky je vidět, jak různé jsou generační časy při různých časově odlišných odběrech. Zde se odráží součet jednotlivých podmínek celého prostředí organismu jako jsou teplota, vlhkost, fyzikální vlastnosti a aktuální stav chemických a ostatních biologických pochodů půdy a v nemalé míře i vliv krycí plodiny na průběh nitrifikace.

Konečně tabulka IV udává průměr středních generačních dob růstových fází *Nitrobacteria* ze dvou časově různých odběrů a tří laboratorních opakování při různých fyzikálních stavech půdy, jednak pro pšenici ozimou a ječmen jarní, jednak průměr z obou plodin a srovnání s průměrnými výnosy hmoty (zrno a sláma) obou plodin.

IV. Střední generační doby růstové fáze u *Nitrobacter* při různých fyzikálních stavech půdy

Fyzikální stav půdy	A	B	C
Pšenice ozimá	56,1	57,0	55,3
Ječmen jarní	57,7	52,6	44,6
Průměr obou plodin	56,9	54,8	49,9
Průměrný výnos hmoty obou plodin	214,66 g na vegetační blok	274,44	295,26

Z tabulky vyplývá, že v nejulehlejší půdě byla nejkratší střední generační doba u *Nitrobacter*. S menší ulehlostí půdy se střední generační doba u *Nitrobacter* prodlužovala. Výnosy hmoty byly nejvyšší u půd s největší objemovou vahou a s ubývajícím objemovou vahou se snižovaly.

Považujeme-li nitrifikaci jako konečnou fázi mineralizačních pochodů v půdě za indikátor příznivého uspořádání půdních mikrobiálních procesů, jsou výnosové výsledky v plné korelaci s výsledky mikrobiálními. Tam, kde jsou nejpríznivější podmínky pro nitrifikaci, je největší výnos. Jako by v nejulehlejší půdě bylo nejhomogennější prostředí, bez diskontinuit, které mohou v nakypřených půdách podmiňovat ohniskový charakter výskytu určitého pochodu.

Souhrn

V předložené práci jsme ukázali, že fyzikální stav půdy ovlivňuje nitrifikaci tak, že v nejulehlejší půdě je střední generační růst růstové fáze u *Nitrobacter* nejkratší a v nejméně ulehle půdě nejdelší.

Literatura

1. Agrochimičeskije metody issledovania počv. Moskva 1945. — 2. Audus L. J.: Nature 158, 419, 1946. — 3. Greenwood D. J., Lees H.: Plant & Soil 12, 69, 1960. — 4. Kaliněnkova B. O., Rosenberg L. A.: Počvoveděnie 12, 25, 1956. — 5. Lees H., Quastel J. H.: Chemistry and Industry 26, 238, 1944. — 6. Martin W. P., Buehrer T. F., Catter A. B.: Soil Sci. Soc. Am. Proc. 7, 223-228, 1953. — 7. Meyerhoffer O.: Pflügers Arch. Ges. Physiol. 165, 229-284, 1916. — 8. Munk H.: Landw. Forsch. 11, 150, 1946. — 9. Porter J. R.: Bacterial Chemistry and Physiology. New York 1946. — 10. Prostakov P. E.: Počvoveděnie 1, 74, 1960. — 11. Quastel J. H., Scholefield P. G.: Bacteriol. Rev. 15, 1, 1951. — 12. Sakai H.: Soil & Plant Food 4, 159, 1959. — 13. Soulières D. A.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22, 1958. — 14. Stojanovic B. J., Alexander M.: Soil Sci. 86, 208, 1958. — 15. Tyler K. B., Broadbent F. E., Hill G. N.: Soil Sci. 87, 123-129, 1959. — 16. Úlehlová B.: Přednáška v Mikrobiol. společnosti, Praha 1960. — 17. Welch L. F., Scott A. D.: Soil Sci. 90, 79, 1960. — 18. Winogradski S. N.: Mikrobiologija počvy. Moskva 1952.

Влияние физического состояния почвы на нитрификацию

В представленной работе показано, что физическое состояние почвы влияет на нитрификацию так, что в наиболее уплотненной почве среднее генеративное время ростовой фазы *Нитробактера* самое короткое, тогда как в менее всего плотной почве оно самое продолжительное.

The Influence of the Physical State of Soil on Nitrification

In this work we have shown that the physical state of soil influences nitrification in such a way that in the most settled soil the medium generative period of the growth phase of the *Nitrobacter* is shortest, and in least settled soil it is longest.

Určování nitrifikační schopnosti půd Lees-Quastelovým přístrojem

Определение нитрификационной способности почв прибором Леес-Квастела

Oznaczenie zdolności nitryfikacyjnej gleby za pomocą aparatu Leesa i Quastela

J. KOBUS, A. STRZELCOWA

Laboratoř pro zemědělskou mikrobiologii Výzkumného ústavu pro půdoznalství,
hnojení a technologii přípravy půdy, Puławy

K stanovení nitrifikační schopnosti různých půd po jejich přihnojení dusíkatými hnojivy jsme použili Lees-Quastelova přístroje. Aktivnost nitrifikačních pochodů vyjadřujeme počtem v půdě zjištěných nitrifikačních mikroorganismů.

K ověření citlivosti použité metody zjišťovali jsme též vliv teploty na rychlost rozmnožování nitrifikačních organismů a na průběh nitrifikace půdy.

Materiál a metodika

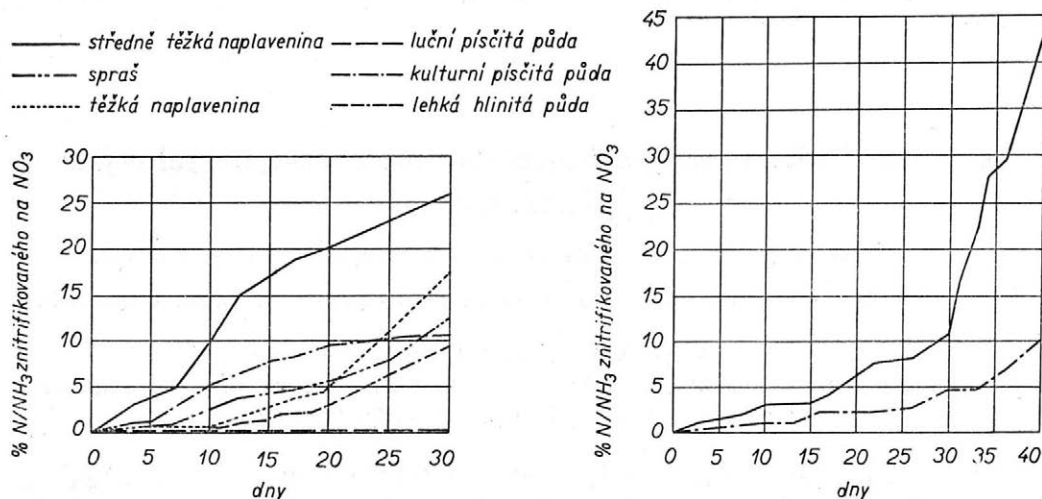
Zkoumali jsme nitrifikační poměry půd různých fyzikálních vlastností a různého chemického složení. Šlo vesměs o puławské půdy, a to písčité půdy luční a několik půd kulturních: písčitou, středně těžkou nivní půdu, těžkou nivní půdu, spraš a lehkou půdu písčitohlinitou. Přehled půd je v tabulce I.

I. Mechanické a chemické složení zkoumaných půd

Druh půdy	pH H ₂ O	Podíl půd- ních částic <0,02	Množství N v mg na 100 g sušiny půdy		
			celkem	NH ₃	NO ₃
Luční písčité půda	4,7	15	100	0	0
Kulturní písčité půda	7,3	10	96	0,5	0,5
Středně těžká nivní půda	7,7	23	150	stopy	stopy
Těžká nivní půda	7,9	38	121	0,1	0,6
Spraš hluboká	7,1	26	186	0,2	2,5
Lehká půda hlinitá	8,1	19	89	0,1	0,6

K zjišťování nitrifikační schopnosti půdy Lees-Quastelovým přístrojem se odebíraly vzorky o váze 20 g. Ve všech zkoumaných půdách se zjišťovala rychlost nitrifikace po vpravení do půdy síranu amonného v koncentraci 0,02 M. V každém přístroji cirkulovalo po 73 mg N z (NH₄)₂SO₄. Ve středně těžké nivní půdě a kulturní půdě písčité se zjišťoval též průběh nitrifikace působením karbamidu užitého rovněž v koncentraci 0,02 M.

Vždy po 2–3 dnech bylo v roztocích zjišťováno pomocí disulfofenolové kyseliny množství přítomného NO₃. Pokusy se síranem amonným trvaly 1 měsíc, s karbamidem pak 42 dny.



Graf 1. Intenzita nitrifikace v různých půdách

Počet nitrifikátorů v půdě se zjišťoval metodou Winogradského, tj. na křemíkových destičkách pomocí čpavkových solí. Na destičky se nasypalo vždy 20 až 30 mg půdy. Po 3 týdnech inkubace za teploty 28° C se zjišťoval počet vzniklých kolonií.

Rozbor výsledků

Jak je zřejmé z grafu 1, měla nejlepší nitrifikační vlastnosti ze všech zkoumaných půd středně těžké nivní půdy. Četné nitrifikační organismy nalézající se v dvacetigramovém vzorku této půdy nitrifikovaly během 30 dnů přes 25 % veškerého dusíku obsaženého v síranu amonném. V těžké nivní půdě bylo za stejnou dobu nitrifikováno kolem 20 % dusíku a v úrodné spraši, stejně tak jako v lehké půdě hlinité, jenom kolem 10 % dusíku.

V kyselé písčité půdě luční k nitrifikaci nedošlo a nebyla zjištěna přítomnost nitrifikačních organismů.

Rychlost průběhu nitrifikace ve všech zmíněných půdách je znázorněna v grafu 1.

Srovnáme-li křivky zakreslené na tomto výkrese s údaji v tab. II, vidíme, že čím více bylo v půdě nitrifikačních organismů na začátku pokusů, tím rychleji se rozvinula nitrifikace. Tato okolnost vystupuje velmi výrazně zejména u středně těžké nivní půdy a u kulturní půdy písčité. Ve středně těžké nivní půdě začala oxydace čpavku neobyčejně rychle a již po 3 dnech přešlo kolem 3 % dusíku obsaženého v síranu amonném do NO₃. V jiných půdách v této době ještě žádné dusičnany nebyly zjištěny.

Z tab. II vyplývá, že v přístroji, kterého jsme ke zkouškám použili, měly nitrifikační organismy dobré podmínky pro rozvoj. Platí to zejména o středně těžké nivní půdě. V této půdě byl velký počet nitrifikačních organismů, který se během 30 dnů kultivace v sérii pokusů se síranem amonným zvětšil na šestnásobek ve srovnání s počátečním stavem. V sérii pokusů s karbamidem se počáteční množství zvýšilo za stejnou dobu na čtyřnásobek.

Ze zdrojů dusíku použitých v pokusech probíhala nitrifikace mnohem rychleji u síranu amonného než u karbamidu (graf 1b). Přesto, že nitrifikace při použití

II. Množství nitrifikačních bakterií v 1 g suché půdy

Druh půdy	Série A : (NH ₄) ₂ SO ₄		Série B : (NH ₂) ₂ CO	
	na začátku	po 30 dnech	po 30 dnech	po 42 dnech
Luční písčitá půda	0	0	—	—
Kulturní písčitá půda	2700	4500	3400	5400
Středně těžká nivní půda	4300	25600	18400	46600
Těžká nivní půda	1000	—	—	—
Spraš hluboká	1200	—	—	—
Lehká půda hlinitá	500	—	—	—

karbamidu byla pomalejší a zpožďovala se časově za průběhem nitrifikace vyvolané síranem amonným, byla přece jen velmi intenzivní. Dokazuje to skutečnost, že po uplynutí 6 týdnů se cca 45 % dusíku karbamidu přeměnilo na dusičnany za současného velmi podstatného zvětšení počtu nitrifikačních bakterií (tab. II).

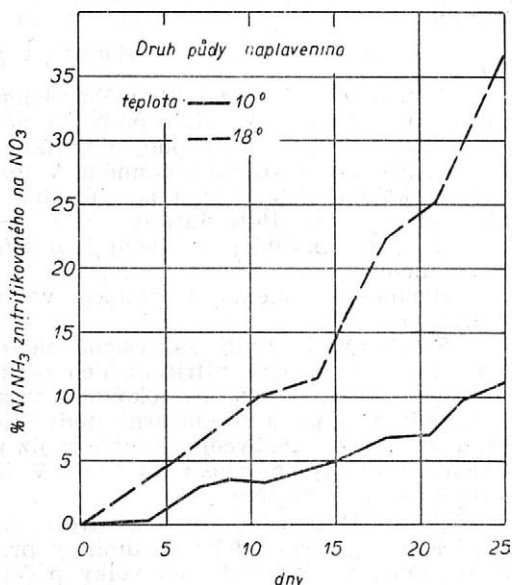
Vliv teploty na nitrifikační schopnost půdy

Vliv teploty na průběh nitrifikace se zkoumal v sérii pokusů se síranem amonným na vzorcích středně těžké nivní půdy. Z křivek na grafu 2 je vidět, že nitrifi-

fikační schopnost půdy při teplotě +18° C byla trojnásobná proti schopnosti při teplotě +10° C. To souviselo s rychlostí rozmnožování nitrifikačních organismů (tab. III).

III. Vliv teploty na počet nitrifikačních bakterií v středně těžké nivní půdě

Teplota	Počet nitrifikačních bakterií po 25 dnech kultivace
10°	2 500
18°	21 350



Graf 2.
Vliv teploty na rychlost nitrifikace

Souhrn

1. Perkolační přístroj Lees-Quastelův se ukázal velmi vhodným k zjišťování průběhu nitrifikace v polských půdách. Pokus musí trvat za teploty 18° C nejméně 4 týdny.

2. Na rychlost a intenzitu nitrifikace má velký vliv teplota (graf 2).

3. Znovu se potvrdilo, že nitrifikační vlastnosti půdy jsou ve velké míře závislé na její celkové reakci, na jejích vlastnostech fyzikálních a chemických. Půdy, jež se vyznačují příznivými podmínkami pro život a rozvoj nitrifikačních mikroorganismů, jsou charakterizovány větší intenzitou nitrifikace (graf 1, tab. I, tab. II).

4. Nitrifikace síranu amonného probíhá dvakrát rychleji než nitrifikace karbamidu.

Определение нитрификационной способности почв прибором Леес-Квастела

1. Перколяционный прибор Леес-Квастела оказался весьма пригодным для определения хода нитрификации польских почв. Испытание должно продолжаться при температуре 18° C по крайней мере 4 недели.

2. На скорость и интенсивность нитрификации оказывает большое влияние температура (рис. 2).

3. Снова подтвердилось, что нитрификационные свойства почвы в большой мере зависят от их общей реакции, от их физических и химических свойств. Почвы, которые отличаются благоприятными условиями для жизни и развития нитрификационных микроорганизмов, характеризуются большей интенсивностью нитрификации (рис. 1, табл. I, табл. II).

4. Нитрификация сульфата проходит в два раза быстрее, чем нитрификация карбамида.

Oznaczenie zdolności nitryfikacyjnej gleby za pomocą aparatu Leesa i Quastela

1. Aparat perkolacyjny wg konstrukcji Leesa i Quastela okazał się bardzo przydatny do badania siły nitryfikacyjnej w naszych glebach. Czas trwania doświadczenia powinien wynosić w nim przynajmniej 4 tygodnie w temperaturze 18° (wykres 1a).

2. Duży wpływ na szybkość i siłę nitryfikacyjną gleby ma temperatura (wykres 2).

3. Stwierdzono raz jeszcze, že zdolnosť nitrifikacyjna gleby zależy v dužym stopniu od odcyżnu gleby oraz od ich właściwości fizycznych i chemicznych. Gleby, które mają dobre warunki do rozwoju nitrifikatorów, wykazują też większą siłę nitrifikacyjną (p. wykres 1 i tab. 1 i 2).

4. Siarczan amonu był nitrifikowany 2 razy szybciej niż mocznik.

Nitrifikace v různých vývojových stadiích půd

Нитрификация в различных стадиях развития почвы

Nitrifikation in verschiedenen Entwicklungsstadien der Böden

Miroslava MORAVCOVÁ-HUSOVÁ

Botanický ústav ČSAV, geobotanické oddělení, Průhonice

V současné pedologii a geobotanice zaujímá důležité místo nauka o vývoji půd (Kubišna, 1948, Laatsch, 1957). Půda po svém vzniku na určitém matečném substrátu prochází složitým vývojovým procesem. Výsledkem jednotlivých vývojových etap tohoto procesu je vznik určitých půdních typů, subtypů nebo variant. V přírodě za přirozených podmínek odpovídá půdě na určitém stupni pedogenetického vývoje, tj. určitému půdnímu typu, subtypu nebo variantě, určité stadium přirozené sukcese vegetace, reprezentované určitou asociací, subasociací, variantou, příp. jinou nižší fytoocenologickou jednotkou. Pro znázornění geneze půd určité oblasti je možno za příznivých podmínek sestavit úplnou vývojovou půdní řadu, od nejmladšího iniciačního stadia až k zcela vyvinutému klimaxovému půdnímu typu. Každé ze stadií této vývojové série je charakterizováno určitým, pro ně specifickým souborem fyzikálních, chemických a biologických vlastností. Z biologických vlastností je jedním z velmi dobrých ekologických kritérií při studiu sukcesních stadií, porůstajících půdy na různém stupni pedogenetického vývoje, stanovení nitrifikační schopnosti v těchto půdách. Na rozdíly v intenzitě nitrifikačních pochodů v půdách různých sukcesních stadií lesních společenstev upozornil u nás již Sillinger (1938).

Materiál a metodika

V práci byla sledována nitrifikační schopnost v A-horizontech (10–15 cm) půdních typů na různém stupni pedogenetického vývoje pod přirozenými lesními porosty v pohorí Branžovský hvozd v západních Čechách. Současně byla v těchto půdách sledována amonizační schopnost, biologická aktivita a některé chemické a fyzikální vlastnosti, které mohou podstatněji ovlivnit nitrifikaci.

Území se prostírá v nadmořských výškách 450–720 m. Klimaticky je možno je rozdělit na dvě části, charakterizované různým rozmezím průměrných ročních srážek: sušší část s ročními průměrnými srážkami 600–700 mm a vlhčí část s ročním průměrem srážek 700–800 mm. Sukcese přirozené lesní vegetace v sušší části území směřuje k dubové habřině (svaz *Carpinion*), ve vlhčí části k bučině (svaz *Fagion*). Matečnou horninou studovaných půdních typů jsou bazické amfibolitové horniny. Po chemické stránce náleží tyto horniny k minerálně silným s vyšší zásobou rezerv Ca a Mg. Vyznačují se však specifickým způsobem zvětrávání, který vede ke tvorbě kamenitých až balvanitých sutí. Díky velké pestrosti reliéfu vytvořily se v území suťové proudy různého stupně stáří s půdami na různém stupni pedogenetického vývoje — od suťového rankeru s nízkou diferenciací půdního profilu (A/C-profil) přes rankerovou hnědozem s již diferencovaným (B)-horizontem až k silně skeletovitě eutrofní, příp. mezotrofní hnědozemi.

K analýzám byla použita na vzduchu vyschlá půda, prosátá 2 mm sítí. Nitrifikační schopnost u většiny analyzovaných půd byla stanovena ve vzorcích ze dvou odběrů, květnového a červencového. Pro stanovení nitrifikace, amonizace a biologické aktivity bylo použito laboratorního testu (Moravec, 1963), při němž byla

půda po přidání 1% peptonu a glukózy uvedena na 60% absolutní vodní kapacity jemnozeme (Klika, Novák, Gregor, 1954) a inkubována po dobu tří týdnů při teplotě 25° C. Obsah nitrátů byl stanoven ve výluhu roztokem 1 N KCl modifikací metody navržené Brayem (1945). Kolorimetrická reakce byla provedena podle postupu Ridera a Mellona (1946). Metoda je založena na redukci nitrátů na nitrity práškovým zinkem v prostředí kyseliny octové. Stanovení nitritů se provádí obdobným způsobem jako nitrátů, ale bez předchozí redukce zinkem. Ke kolorimetrické reakci nitritů se používá oddělených roztoků kyseliny sulfanylové a α -naftylaminu. Pro zjištění celkové amonizační schopnosti analyzovaných půd byl stanoven jednak amoniak, získaný analýzou půdního výluhu (1N KCl), jednak amoniak absorbovaný během pokusu v roztoku 0,1N H₂SO₄. Amoniak zachycený v roztoku H₂SO₄ byl stanoven titračně. Amoniak v půdním výluhu byl stanoven kolorimetricky Nesslerovým činidlem po předchozím odvápnění výluhu roztokem NaOH a Na₂CO₃ (Tomíček, 1954, 307-308). Celková amonizační schopnost půdy byla pak vyjádřena součtem množství amoniaku stanoveného oběma uvedenými způsoby. K stanovení biologické aktivity byla aplikována metoda Bernáta a Seiferta (1955). Výsledky všech stanovení byly přepočteny na sušinu.

Z fyzikálních vlastností byla stanovena skeletovitost půd sondovací metodou Ramenského (1953). Pro možnost srovnání byla v tabulce I a v grafu 1 skeletovitost vyjádřena stupni následující stupnice: 5 — balvanitá půda, balvany o průměru až 40 cm navzájem na sebe nasedají a vyčnívají nad půdní povrch; 4 — silně kamenitá až balvanitá půda, balvany a kameny menších rozměrů, navzájem na sebe nasedají, ale nad půdní povrch vyčnívají jen ojediněle; 3 — silně kamenitá půda, jednotlivé kameny jsou navzájem odděleny vrstvou půdy a jen velmi ojediněle vyčnívají nad půdní povrch; 2 — drobně šterkovitá půda, skelet soustředěn hlavně ve spodních částech profilu, obsah skeletu v A-horizontu nepřesahuje 50%; 1 — obsah skeletu v profilu kromě C-horizontu nepřesahuje 25%; 0 — půda bez skeletu.

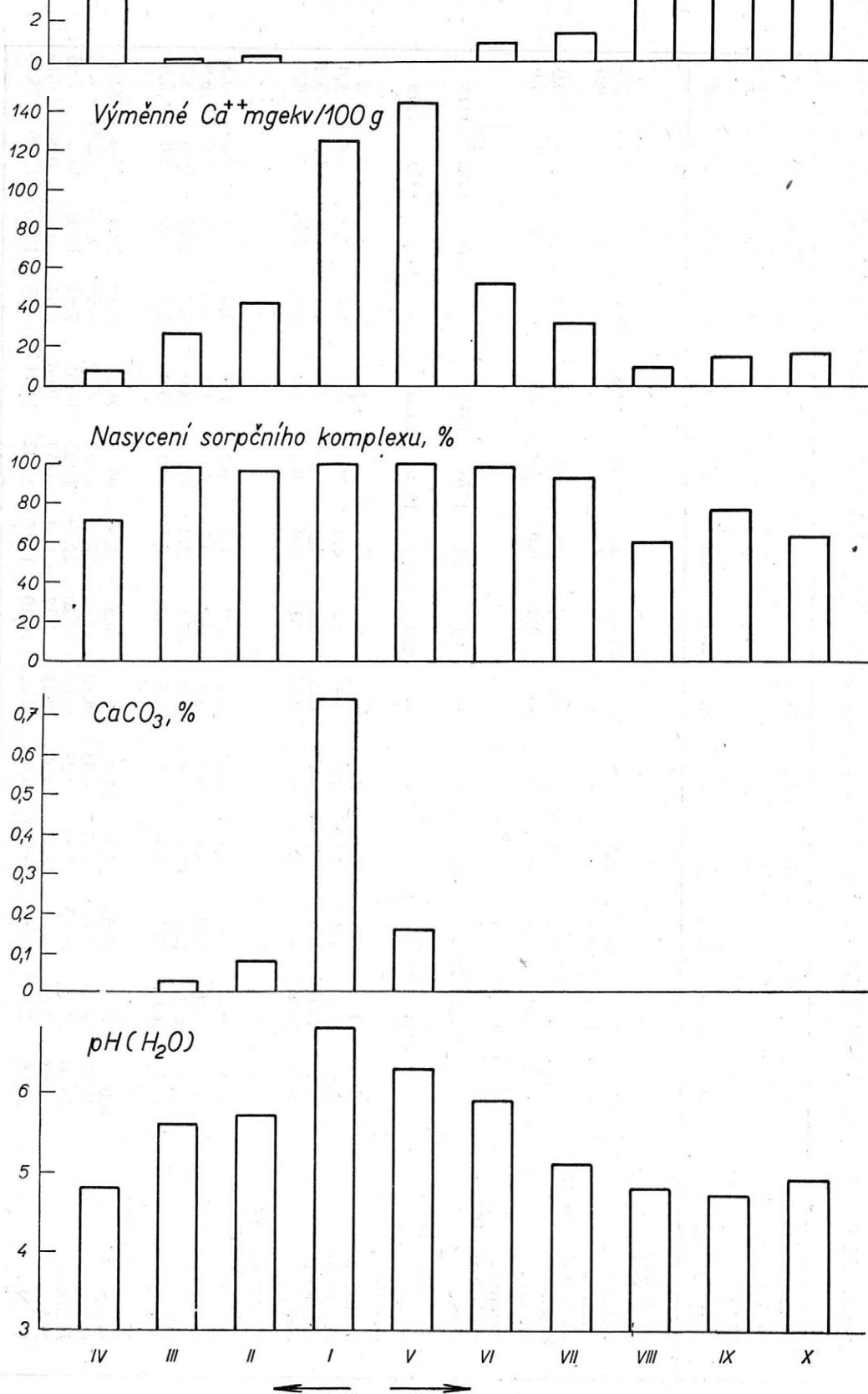
Z chemických vlastností byl stanoven obsah CaCO₃, aktivní a výměnná acidita, výměnné ionty v sorpčním komplexu a celkový obsah uhlíku a dusíku. Množství CaCO₃ bylo stanoveno volumetrickou metodou. Stanovení aktivní acidity ve vodním výluhu a výměnné acidity ve výluhu 1N-KCl bylo provedeno kolorimetricky indikátorem Čůta-Kámen. Výměnné ionty byly stanoveny ve výluhu roztokem 1N-KCl komplexometrickou titrací (Moravec, 1960). Uhlík a dusík byly stanoveny současně v jedné navážce podle metody Najmra a Cikánka (1953).

Vysvětlivky k tabulce a grafu

- I — *Acero-Carpinetum initiale*, počáteční stádium suťového lesa s převahou jasanu, lípy velkolisté a javorů, bez klimaxových dřevin; půdní typ suťový ranker (sR),
- II — *A.-C. typicum*, suťový les s ojedinělým dubem a habrem; převládající půdní typ rankerová hnědozem (rH),
- III — *Cynaceho-Tilietum*, smíšený dubo-lipový les; půdní typ eutrofní skeletovitá hnědozem (eH),
- IV — *Quercu-Carpinetum*, habrová doubrava; půdní typ ferritická hnědozem (fH),
- V — *Fago-Aceretum initiale*, suťový les s převládajícím jasanem, javory, lípou a jilmem horním bez zastoupení buku; půdní typ suťový ranker,
- VI — *F.-A. lunarietosum*, suťový les s bukem, s podrostem měsíčnice (*Lunaria rediviva*); převládající půdní typ rankerová hnědozem,
- VII — *F.-A. typicum*, suťový les s vtroušeným bukem; půdní typ rankerová hnědozem,
- VIII — *F.-A. festucetosum altissimae*, smíšený suťový les s bukem, v podrostu převládá kostřava lesní (*Festuca altissima*); půdní typ rankerová hnědozem,
- IX — květnatá bučina, v podrostu zřetelný ústup nitrofilních druhů; půdní typ eutrofní skeletovitá hnědozem,
- X — *Festuco altissimae Fagetum*, čistá klimaxová bučina s podrostem kostřavy lesní (*Festuca altissima*); půdní typ mezotrofní hnědozem (mH),

I. Přehled nejdůležitějších biologických, fyzikálních a chemických vlastností A-horizontů analyzovaných půdních typů

Asociace	I	II		III	IV	V	VI		VII			VIII	IX	X
Lokalita	55	97	60	10	41	98	18	4	17	16	19	74	14	5
Půdní typ a subtyp	sR	sR-rH	rH	eH	fH	sR	sR-rH	rH	rH	rH	rH	rH	eH	mH
Nitrifikace mg N(NO ₃)/1000 g květen	774	—	155,7	6,5	0,0	1397	128,4	42,4	106,8	59,9	59,6	—	7,5	8,4
červenec	—	332,0	68,3	8,9	—	—	75,4	2,9	+	+	—	+	0,0	0,0
mg N(NO ₂)/1000 g květen	2,0	—	1,3	1,5	0,0	0,6	0,8	0,3	0,8	0,9	0,0	—	1,3	0,0
červenec	—	0,0	0,0	+	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	—	0,0	0,0	0,0
Amonizace mg N(NH ₃)/1000 g červenec	—	593,7	1512	1226	—	—	1305	1172	1278	1378	—	1177	1442	1118
Biologická aktivita mg CO ₂ /100 g červenec	—	1735	1772	1249	—	—	1569	1128	1529	1310	—	1428	1239	1315
Skeletovitost	5	4	3	2	2	5	5	4	3	3	3	3	2	2
pH (H ₂ O)	6,8	6,4	6,1	5,4	4,8	6,3	6,0	4,8	5,0	5,4	4,8	5,0	4,6	5,0
pH (KCl)	6,5	5,7	5,7	4,7	3,8	6,0	5,9	4,0	3,8	4,5	3,9	4,3	4,0	3,8
CaCO ₃ %	0,74	0,0	0,3	0,0	0,0	0,16	0,17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Výměnné ionty mgekv/100 g														
H+	0,0	0,0	0,3	0,2	0,9	0,0	0,2	1,5	0,3	0,3	0,4	0,5	0,8	0,3
Al+++	0,0	0,0	0,0	0,3	5,4	0,0	0,2	3,7	0,9	1,4	3,1	1,4	1,6	6,8
Ca++	124,4	80,4	44,0	17,5	7,8	143,0	67,4	22,3	22,8	15,9	17,7	17,5	19,0	3,2
Mg++	10,1	10,0	9,5	6,8	7,7	46,5	8,8	2,7	4,1	3,0	2,8	4,9	2,8	0,6
Nasycení sorpčního komplexu %	100	100	99,5	98,0	71,0	100	99,5	83,4	95,4	91,8	85,5	92,3	90,0	34,8
C %	31,21	16,82	11,00	6,37	1,33	35,80	22,10	17,35	10,33	6,72	4,53	8,43	8,27	4,43
Humus %	54,00	29,20	18,95	11,00	2,28	61,80	38,20	29,90	17,55	10,61	7,84	14,55	14,30	7,65
N %	1,55	2,19	0,81	0,37	0,07	2,45	1,37	1,31	0,77	0,60	0,54	0,65	0,60	0,19
C : N	20,15	7,73	13,59	17,25	19,00	14,62	16,20	13,50	14,42	11,11	18,36	12,95	13,79	23,20



Graf 1.

Průměrné hodnoty některých půdních vlastností jednotlivých lesních asociací

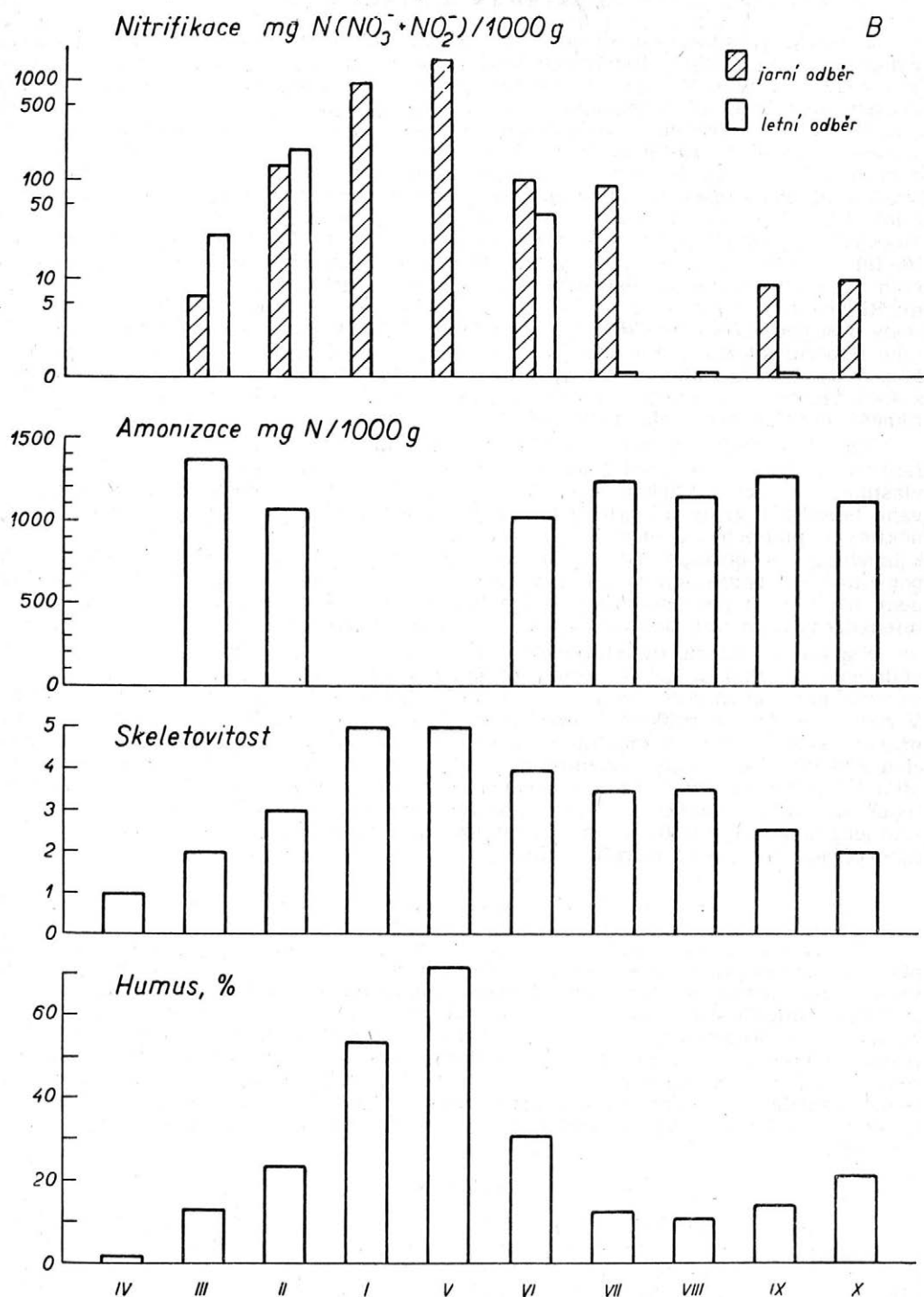


Diagram 1.

Výsledky a diskuse

Výsledky studie jsou shrnuty do tabulky I. Je z ní zřejmé, že nitrifikační schopnost v A-horizontech půdních typů na různém stupni pedogenetického vývoje jeví značné rozdíly. V sukcesivních řadách od iniciálního stadia (suťového rankeru) směrem ke klimaxové hnědozemí se nitrifikační schopnost zřetelně snižuje. Nejvyšší nitrifikace byla zjištěna v A-horizontech suťových rankerů pod iniciálními stadii lesních porostů *Acero-Carpinetum initiale* a *Fago-Aceretum typicum* (lok. 55, 98), o něco nižší u půdního typu na přechodu mezi suťovým rankerem a rankerovou hnědozemí pod smíšeným suťovým lesem s podrostem měsíčnice (*Lunaria rediviva*) z lok. 18. A-horizonty rankerových hnědozemí pod porosty trvalých subklimaxových asociací — *Acero-Carpinetum typicum* (lok. 97, 60), *Fago-Aceretum typicum* (lok. 17, 16, 19) a *F.-A. festucetosum altissimae* (lok. 74) — nitrifikovaly již slaběji, v některých vzorcích z červencového odběru byly nitráty zjištěny pouze ve stopách. Slabší nitrifikace byla zjištěna i v A-horizontu skeletovité eutrofní hnědozemě pod porosty asociace *Cynancho-Tilietum* (lok. 10), a to jak ve vzorcích z jarního, tak i letního odběru, kdežto u A-horizontů klimaxových hnědozemí pod porosty bučin (lok. 14 a 5) se ukázala slabá tvorba nitrátů pouze ve vzorcích z jarního odběru, u vzorku z A-horizontu ferritické hnědozemě pod porostem dubové habřiny (lok. 41) byl nitrifikační test dokonce zcela negativní.

Obdobná sestupná tendence jako u nitrifikace ve vývojové řadě od suťového rankeru ke klimaxové hnědozemí se ukazuje i u některých fyzikálních a chemických vlastností, majících blízkou souvislost s nitrifikačními pochody. Lépe než z citované tabulky I vyplývají tyto vztahy z grafu 1, který zachycuje průměrné hodnoty některých půdních vlastností u jednotlivých asociací. V řadě od suťového rankeru k hnědozemí se postupně snižuje skeletovitost. Množství a uspořádání skeletu v půdě podstatně ovlivňuje její vodní a vzdušný režim, zejména stupeň jejího provzdušnění, který je u povrchových půdních horizontů jedním z činitelů, na němž závisí intenzita mikrobiální činnosti, a tedy i nitrifikačních pochodů.

Dalším z faktorů, ovlivňujících nitrifikaci v půdě, je acidita. U analyzovaných půdních typů ukazuje acidita zřetelnou souvislost s množstvím bazických iontů, resp. se vzájemným poměrem iontů Ca^{++} a Mg^{++} k H^{+} a Al^{+++} v sorpčním komplexu. V řadě od suťového rankeru k hnědozemí množství bazických iontů postupně ubývá, přičemž zároveň vzrůstá acidita v A-horizontech. Zajímavé je zjištění, že ve vzorcích z A-horizontu silně provzdušněných, humózních rankerových hnědozemí, z jarního i letního odběru, byla i při poměrně vysoké aciditě (pH 4,8) pozorována zřetelná nitrifikace, kdežto u A-horizontu mezotrofní hnědozemě byla při pH 5,0 zaznamenána slabá nitrifikace pouze ve vzorcích z jarního odběru, u vzorků z letního odběru ke tvorbě nitrátů nedošlo.

Souhrn

V práci byla sledována nitrifikační schopnost v různých vývojových stadiích půd pod přirozenými lesními porosty. Ukázalo se, že ve vývojových půdních sériích směrem od iniciálního stadia ke klimaxovému půdnímu typu dochází k postupnému snižování nitrifikační schopnosti. Nejvyšší nitrifikace byla zjištěna v silně provzdušněném A-horizontu suťového rankeru. Slaběji nitrifikovaly A-horizonty rankerových hnědozemí, u klimaxového půdního typu eutrofní resp. mezotrofní hnědozemě byly zjištěny pouze nepatrné stopy nitrifikace, popřípadě byl nitrifikační test zcela negativní. U všech nitrifikujících vzorků došlo k oxydaci dusíku na nitráty. U většiny vzorků z jarního odběru bylo vedle nitrátů zjištěno též malé množství nitritů.

Literatura

1. Bernát J., Seifert J.: Biologická aktivita půd. *Biologia*, 10, 285, 1955.
- 2. Brey R. H.: Nitrates tests for soils and plant tissues. *Soil Sci.*, 60, 219-221, 1945.
- 3. Klika J., Novák V., Gregor A.: Praktikum fytocenologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství. Praha 1954.
- 4. Kubiěna W.: Entwicklungslehre des Bodens. Wien 1948.
- 5. Laatsch W.: Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. Dresden u. Leipzig 1957.
- 6. Moravec J.: Komplexometrické stanovení výměnných kationtů — Ca^{++} , Mg^{++} , Al^{+++} , H^{+} — v bezkarbonátových půdách. Sbor. ČSAZV — Rostl. výr., 6, 1015-1024, 1960.
- 7. Moravec J.: Stanovištní podmínky nitrifikační schopnosti půd některých lučních rostlinných společenstev. Rostlinná

výroba 7-8, 1963. — 8. Najmr S., Cikánek M.: Souběžné stanovení půdního uhlíku a dusíku. Sbor. ČSAZV, A, XXVI, 285-292, 1953. — 9. Ramenskij L. G.: K metodice výzkumu vegetace a jí osídleného prostředí. Sovět. věda - Biologie III, 195-204, 1953. — 10. Rider B. F., Mellon M. G.: Colorimetric determination of nitrites. Indust. and Eng. Chem., Anal. Ed., 18, 96-99, 1946. — 11. Sillinger P.: Biologie der nitrophilen Waldgesellschaften. Stud. Botan. Čech., 2, 74-93, 1938. — 12. Tomíček O.: Kvantitativní analýsa. Praha 1954.

Нитрификация в различных стадиях развития почвы

В работе исследовалась способность к нитрификации в различных стадиях развития почв под естественными лесными древостоями. Оказалось, что в сериях почвенного развития по направлению от инициальной стадии к климакскому почвенному типу имеет место постепенное снижение нитрифицирующей способности. Самая большая нитрификация была установлена в сильно аэрированном А-горизонте осыпного ранкера. Слабее нитрифицировали А-горизонты ранкерных бурых почв, у климакского почвенного типа эвтрофной или мезотрофной буропочвы были установлены лишь минимальные следы нитрификации, а при случае нитрификационный тест был совсем негативным. У всех нитрифицирующих образцов имело место окисление азота в нитраты. У большинства образцов весеннего отбора наряду с нитратами было установлено также малое количество нитритов.

Nitrifikation in verschiedenen Entwicklungsstadien der Böden

In der vorliegenden Studie wurde die Nitrifikationsfähigkeit verschiedener Entwicklungsstadien der Böden auf Amphibolitgesteinen unter natürlichen Waldbeständen studiert. Es zeigte sich, daß sich die Nitrifikationsfähigkeit in der Entwicklungsserie der Böden in der Richtung vom Initialstadium zum Klimaxbodentyp fortlaufend verringert. Die höchste Nitrifikation wurde im stark durchlüfteten A-Horizonte des Schutt-Rankers festgestellt. Schwächer nitrifizierten die A-Horizonte der Ranker-Braunerden. Beim Klimaxbodentyp der eutrophen bzw. mesotrophen Braunerde wurden nur schwache Nitrifikationsspuren im A-Horizonte festgestellt, bzw. der Nitrifikationstest war überhaupt negativ. Bei allen nitrifizierenden Proben oxydierte der Stickstoff in Nitrate. Bei der Mehrheit der Proben, die im Frühjahr entnommen wurden, wurde außer den Nitraten auch eine geringe Menge von Nitriten festgestellt.

Eine analoge Tendenz zur Senkung, wie bei der Nitrifikation in der Entwicklungsserie vom Schutt-Ranker zur Klimax-Braunerde, zeigt sich auch an einigen physikalischen und chemischen Eigenschaften, die einen nahen Zusammenhang mit der Nitrifikation aufzeigen (siehe Diagramm 1). In der Serie vom Schutt-Ranker zur Braunerde erniedrigt sich fortschreitend der Skelettgehalt. Die Menge und die Anordnung des Skelettes im Boden beeinflusst wesentlich den Wasser- und Luftregim, insbesondere den Grad seiner Durchlüftung, die in den oberen Bodenhorizonten einer der Faktoren ist, von dem die Intensität der Mikrobentätigkeit und die der Nitrifikation abhängt. Ein weiterer Faktor, der die Nitrifikation im Boden beeinflusst, ist die Azidität. Bei den analysierten Bodentypen zeigte die Azidität einen deutlichen Zusammenhang mit der Menge der basischen Ionen, bzw. mit dem gegenseitigen Verhältnis der Ca^{++} und Mg^{++} zu den Al^{+++} und H^{+} Ionen im Sorptionskomplex. In der Serie vom Schutt-Ranker zur Braunerde nimmt die Menge der basischen Ionen fortlaufend ab, wobei die Azidität in den A-Horizonten gleichzeitig steigt.

Stanovištní podmínky nitrifikační schopnosti půd některých lučních rostlinných společenstev

Влияние условий местности на нитрификационную способность почв некоторых луговых
растительных сообществ

Standortsbedingungen der Nitrifikationsfähigkeit der Böden einiger Wiesen-
gesellschaften

Jaroslav MORAVEC

Botanický ústav ČSAV, geobotanické oddělení, Průhonice

Dusík je jednou z nejdůležitějších minerálních živin, avšak jako ekologický faktor, působící na složení rostlinných společenstev, se uplatňuje nápadněji jen ve formě nitrátů. Studujeme-li vliv dusíku na vegetaci, nevystačíme se stanovením celkového obsahu dusíku v půdě; v tomto případě zpravidla žádnou závislost nenajdeme. Daleko účelnější je srovnávací stanovení schopnosti půdy produkovat nitráty a amoniak. Zejména stanovení nitrifikační schopnosti je vhodné pro posouzení stanoviště rostlinných společenstev z hlediska režimu dusíku.

Materiál a metody

Studoval jsem půdy lučních společenstev střední Šumavy a jejího předhoří. Studované asociace:

Hnojené louky

- 1 — *Arrhenatheretum medioeuropaeum* — nepodmáčená louka pahorkatin,
- 2 — *Melandrio-Trisetetum* — nepodmáčená louka podhorských poloh,
- 3 — *Cardaminopsido-Agrostetum* — nepodmáčená louka horských poloh,
- 4 — *Agropyro-Alopecuretum* — bonitní louka na zaplavovaných písčitých březích řek,
- 5 — *Sanguisorbo-Deschampsietum* — bonitní louka na středně podmáčených půdách více méně odvodněných.

Nehnojené louky podmáčené (s výjimkou č. 13)

- 6 — louky s převahou tužebníku (*Filipendula ulmaria*),
- 7 — *Scirpetum silvatici* — vysokostébelné louky na hlubokých minerálně bohatých půdách,
- 8 — *Juncetum filiformis* — vysokostébelné louky na hlubokých minerálně chudých půdách,
- 9 — *Caricetum davallianae* — krátkostébelné ostřicové louky na slatinných půdách,
- 10 — *Willemetio-Caricetum paniceae* — krátkostébelné ostřicové louky mělkých silně zamokřených půd,
- 11 — *Carici hosteanae-Molinietum* — krátkostébelné louky mělkých půd s vysokým nasycením sorpčního komplexu,
- 12 — *Gymnadeniae-Nardetum* — podhorská smilková louka (podmáčená),
- 13 — *Lycopodio (alpini)-Nardetum* — horské smilkové pastviny a louky (nepodmáčené),
- 14 — *Polygalacto-Nardetum* — smilkové louky pahorkatin (málo podmáčené).

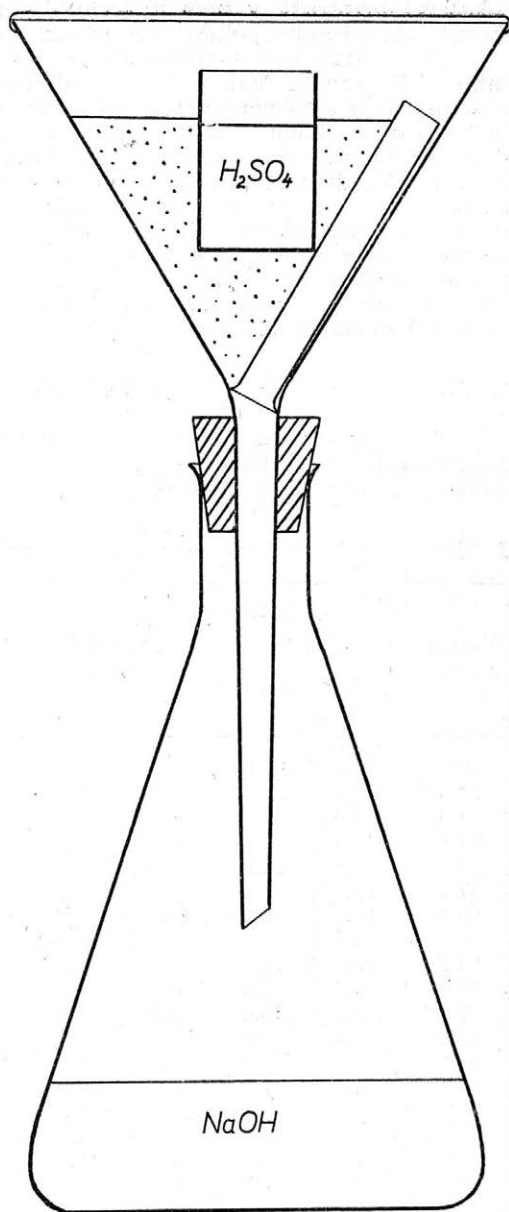
Obr. 1. Uspořádání pokusu pro současné stanovení nitrifikační, amonizační a dýchací schopnosti půdy

Uvedená společenstva se vyskytují na půdách silikátových, nepodmáčených i podmáčených, někdy dokonce slatinných, s různým obsahem humusu a v případě slatinných půd obohacované vápníkem z vystupující pramenité vody.

K pokusům a analýzám bylo použito vzorků z hloubky 10 cm, na vzduchu vyschlých, prosátých 2 mm sítím. Pouze absolutní vzdušná kapacita půdy byla stanovena spolu s vodní kapacitou metodou Novákovou (Klika, Novák, 1941, Klika, Novák, Gregor, 1954). Touž metodou byla stanovena absolutní vodní kapacita jemnozemě.

Nitrifikační schopnost půd byla stanovena podle přírůstků NO_3^- a NO_2^- v zemině ovlhčené na 60 % absolutní vodní kapacity inkubované při 25° C tři týdny s přidavkem 1% peptonu a 1% glukózy pro současné sledování dýchací a amonizační schopnosti půd. Uspořádání pokusu znázorňuje obr. 1. Obden byla Erlenmayerova baňka vyměněna za jinou s čerstvým roztokem 0,2 N NaOH a v exponovaném roztoku stanoven titračně přírůstek CO_2 (viz též Bernát, Seifert, 1955). V zemině byla umístěna epruveta s roztokem 0,1 N H_2SO_4 na absorbování uvolněného NH_3 . Po 3 týdnech byla zemina vyluhována roztokem 1 N KCl a ve filtrátu stanoveny NO_3 , NO_2 a NH_3 (k němuž bylo připočteno množství absorbované v H_2SO_4). Stanovení NO_2 bylo provedeno Griessovou reakcí postupem Ridera a Mellona (1946). K stanovení NO_3 byla použita modifikovaná metoda Brayova (1945), založená na redukci NO_3 na NO_2 a na Griessově reakci. Postup (Moravec—Moravcová): Redukce — 5 ml 10% kyseliny octové a 5 ml výluhu se třepe intenzivně 1 minutu s 0,1 g kovového práškového Zn v centrifikační zkumavce

obs. 15 ml; pak se centrifuguje 5 min. při 2000 otáček/min. Kolorimetrická reakce — 5 ml čirého centrifugovaného roztoku nebo výluhu (při stanovení NO_2) se odpipetuje do 25 ml odměrné baňky, v níž je 5 ml 10% kyseliny octové a 1 ml 0,4% kyseliny sulfanilové (v 20% kyselině octové) a zamíchá, po pěti minutách se zředí na 23–24 ml, zamíchá a přidá 1 ml 0,6% alfa-naftylaminu (v 20% kyselině octové), doplní k značce a znovu se promíchá. Po pěti minutách se intenzita zbarvení měří na kolorimetru za použití modrozeleného filtru. Každé stanovení nutno provést alespoň ve dvou paralelách. Výsledky jsou reprodukovatelné, neobsahuje-li výluh vedle NO_3 též větší množství NO_2 . Jinak dochází pravděpodobně i k redukci určitého podílu NO_2 a nutno sestavit pomocnou kalibrační křivku na stanovení NO_2 při redukci, aby bylo možno stanovit podíl NO_2 , který při stanovení NO_3 zvětšuje výsledek. Přídavek 1% peptonu se ukázal jako příliš vysoký u půd s nízkou ustojčivostí a s nízkou kyselostí (písčité půdy), kde uvolněný amoniak vyvolává příliš



alkalické prostředí, v něm nedochází k oxydaci dusíku až na NO_3^- , nýbrž jen na NO_2^- . V kontrolním pokusu bez přísad docházelo k oxydaci dusíku až na NO_3^- .

Obsah NH_3 byl stanoven Nesslerovým činidlem v odvápněném podílu výluhu (Tomíček, 1954, 307-308). Indikátorem Čůta-Kámen bylo stanovení pH aktivní (H_2O) a výměnné (1 N KCl). Výměnné ionty byly stanoveny ve výluhu roztokem 1 N KCl komplexometrickou titrací (Moravec, 1960). U některých vzorků bylo Ca^{++} stanoveno titrací na indikátor fluorexon (Körbl, Vydra, 1957, 1958, Körbl, Vydra, Přibíl, 1958), který lépe indikuje konec titrace než původně užívaný murexid. Postup: 40 ml výluhu se zředí, přidá se 5 ml 5 N KOH a na špičku nože směsi indikátoru s KCl (1:100) a titruje se roztokem 0,01 M komplexonu III do zhasnutí zelenavé fluorescence. Stanovení sumy $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ se provede komplexometrickou titrací na eriochromčern T (Moravec, 1960). Celkový uhlík a dusík byl stanoven metodou Najmrovou a Cikánkovou (1953). Vliv spodní vody byl vyjádřen pětičlenou empirickou stupnicí.

Výsledky a diskuse

V tabulce I jsou uvedeny výsledky nitrifikačních pokusů pouze těch půd, které nitrifikovaly. Nitrifikační schopnost půd nezávisí jednoznačně ani na jednom z uvedených faktorů. Jsou však zřejmé určité tendence závislosti.

I. Nitrifikační schopnost půd a jejich nejdůležitější chemické a fyzikální vlastnosti

Vzorek/ asociace	mg N/1000 g			pH (H_2O)	pH (KCl)	mg kv/100 g		Nasyc. sorpč. kom- plexu %	Vzduš. kapa- cita %	Hno- jení
	$\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$	NO_3^-	NO_2^-			Ca^{++}	Al^{+++}			
58/1	172,0	172,0	+	6,5	5,5	14,4	0,0	100,0	20,2	+
21/5	36,1	22,2	13,9	5,9	4,6	13,4	0,0	99,4	14,2	+
8/4	34,0	0,0	34,0	6,5	6,4	4,7	0,0	100,0	15,8	+
12/9	22,3	22,1	0,2	5,8	4,9	33,8	0,05	99,5	2,4	-
28/1	21,9	21,6	0,3	6,8	6,2	27,4	0,0	100,0	24,6	+
57/2	17,2	17,2	+	5,9	4,6	13,1	0,2	98,2	24,4	+
60/4	16,9	0,0	16,9	6,8	6,7	3,6	0,0	100,0	19,1	+
19/2	13,7	13,7	+	5,6	4,6	14,0	0,1	98,8	15,0	+
63/2	12,0	11,9	0,1	6,2	4,8	12,2	0,0	99,4	.	+
70/1	7,7	7,6	0,1	5,9	4,8	11,7	0,0	100,0	.	+
37/3	3,6	3,6	0,0	5,2	4,1	12,1	0,5	95,3	7,4	+
83/3	3,6	3,6	0,0	4,8	4,0	4,1	6,0	45,9	.	+
65/9	2,9	2,9	+	5,5	4,5	19,1	0,3	98,3	0,0	-
61/5	1,9	1,6	0,3	5,9	4,8	9,1	0,15	97,6	.	+
97/7	1,2	1,1	0,1	5,0	3,7	7,2	2,2	79,2	2,4	-
77/11	+	+	(+)	5,6	4,8	12,7	0,05	99,1	1,9	-
73/5	+	+	(+)	5,3	4,1	7,9	0,9	89,7	2,1	+
47/5	+	+	0,0	4,9	3,9	5,8	1,9	77,6	5,6	+
89/7	+	+	0,0	5,3	.	.	.	.	.	-

Závislost nitrifikační schopnosti půd na jejich aciditě se projevuje celkovou sestupnou tendencí nitrifikace s klesajícím pH (zejména aktivním). U vzorků, u nichž nitrifikace přesahovala 30 mg N, neklesá pH (H_2O) pod 5,9; u vzorků s nitrifikací 30–10 mg N neklesá pH pod 5,6; u vzorků, které projevují alespoň stopy nitrifikační schopnosti, neklesá pH pod 4,8. Tato hodnota představuje nejvyšší aciditu, při níž má půda ještě určitou nitrifikační schopnost, a to schopnost ještě poměrně dosti vysokou (3,6 mg N). Je to podmíněno pravděpodobně hnojením (vz. 83). Výměnné pH ukazuje pochopitelně nižší hodnoty, závislost nitrifikace na něm není však tak zřetelná. Nijak nápadně se neprojevuje závislost nitrifikační schopnosti půd na obsahu výměnného Ca^{++} . Daleko nápadnější je vztah mezi nitrifikací, obsahem výměnného Al^{+++} a nasycením sorpčního komplexu (teprve zde se uplatňuje vliv výměnného Ca^{++}). U půd s nitrifikací nad 30 mg N se výměnné Al^{+++} v sorpčním kom-

plexu vůbec nevyskytuje a komplex je nasycen na 99–100 %. Půdy s nitrifikací 10–30 mg N mají již nepatrný obsah výměnného Al^{+++} , který však nepřesahuje 0,2 mgkv/100 g; nasycení komplexu je stále ještě vysoké – pohybuje se mezi 98 a 100 %. Při dalším zvýšení obsahu výměnného Al^{+++} a poklesu nasycení sorpčního komplexu dochází k značnému snížení nitrifikační schopnosti půdy. S výjimkou vzorku č. 83 objevují se u půd s obsahem výměnného Al^{+++} nad 0,9 mgkv jen stopy nitrifikace. Vzorek č. 83 tvoří výjimku, pravděpodobně díky hnojení podobné jako v případě pH. Nitrifikační schopnost půd klesá též s klesající vzdušnou kapacitou půd. Jak ukazují uvedené hodnoty, neklesá u půd s nitrifikací nad 10 mg N vzdušná kapacita pod 14 %, s výjimkou vzorku č. 12 ze slatinné louky.

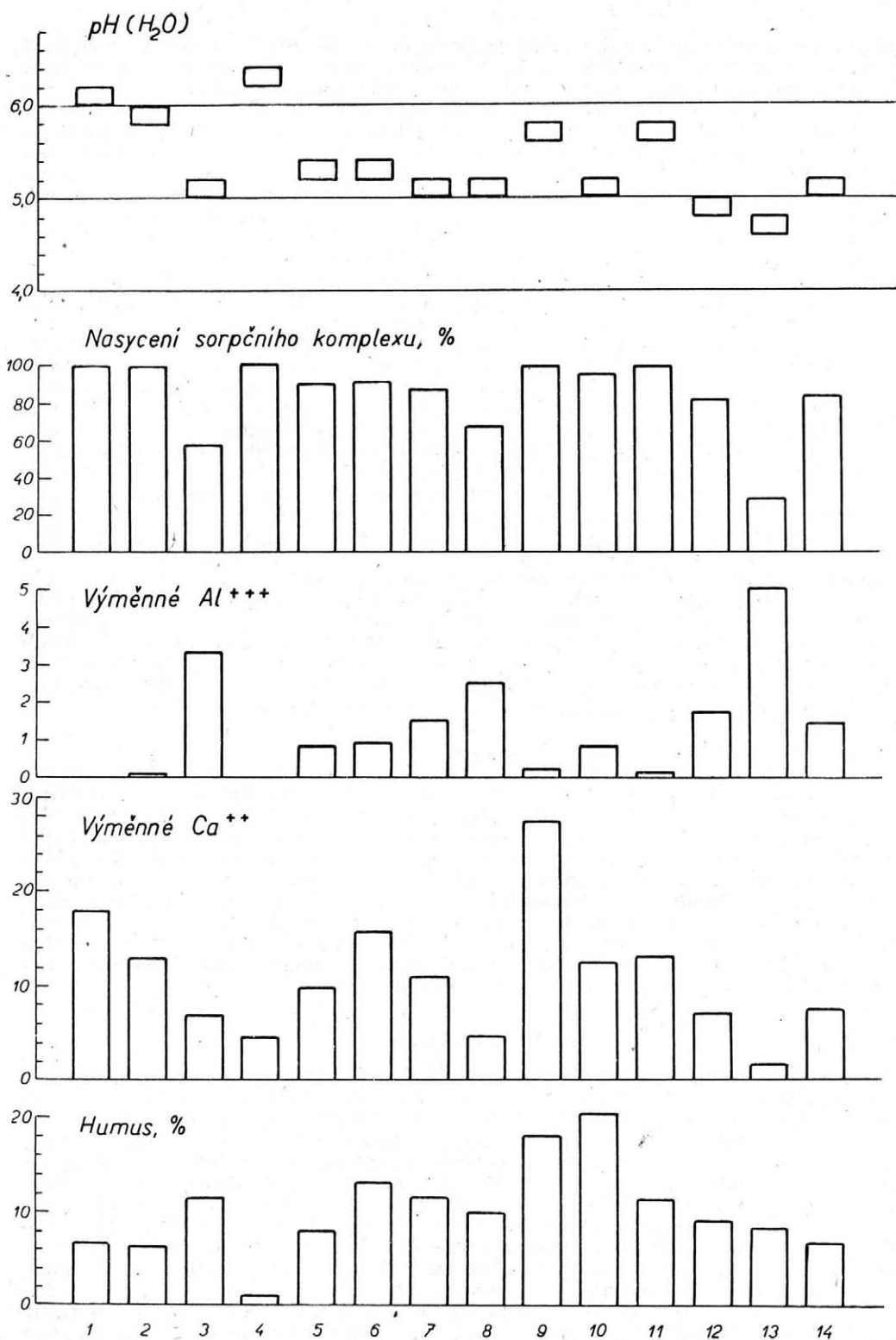
Daleko názorněji vynikají vztahy nitrifikační schopnosti půd k ostatním stanovištním faktorům z průměrných hodnot pro jednotlivé asociace, které znázorňuje graf 1, jak pro půdy, které nitrifikovaly, tak pro půdy, které nenitrifikovaly. U prvních tří asociací, které osídlují hnojené nepodmáčené pozemky, klesá nitrifikační schopnost s poklesem pH (H_2O), obsahu výměnného Ca^{++} , nasycení sorpčního komplexu a absolutní vzdušné kapacity, zatímco obsah výměnného Al^{+++} stoupá. Půdy asociace *Agropyro-Alopecuretum*, osídlující každoročně zaplavované písčité břehy řek, mají značnou nitrifikační schopnost, díky jejich téměř neutrální reakci, sto procentnímu nasycení sorpčního komplexu, absenci výměnného Al^{+++} a vysoké vzdušné kapacity. Půdy asociace *Sanguisorbo-Deschampsietum* mají nižší nitrifikační schopnost ve srovnání s předešlou asociací. Je to způsobeno vyšší aciditou, přítomností výměnného Al^{+++} a nižší vzdušnou kapacitou. Zbývající asociace rostou na půdách nehnojených, až na č. 13 podmáčených, které nemají nitrifikační schopnost. Výjimku tvoří asociace *Caricetum davallianae* na slatinných půdách, které mají dosti velkou nitrifikační schopnost, což je v souladu s vysokým nasycením sorpčního komplexu a s nízkým obsahem výměnného Al^{+++} . V rozporu s velkou nitrifikační schopností těchto půd je jejich nízká vzdušná kapacita, takže tyto půdy, v nichž spodní voda vystupuje během celého roku téměř k povrchu (kolísá v hloubce 8–16 cm), představují pro půdní mikroflóru téměř anaerobní prostředí. Nedostatek vzduchu v těchto půdách pravděpodobně kompenzuje vysoký obsah sorpčně nasyceného slatinného humusu. Z asociací nehnojených luk vykazuje nepatrnou nitrifikační schopnost ještě *Scirpetum silvatici* a *Carici hosteanae-Molinietum*.

Souhrn

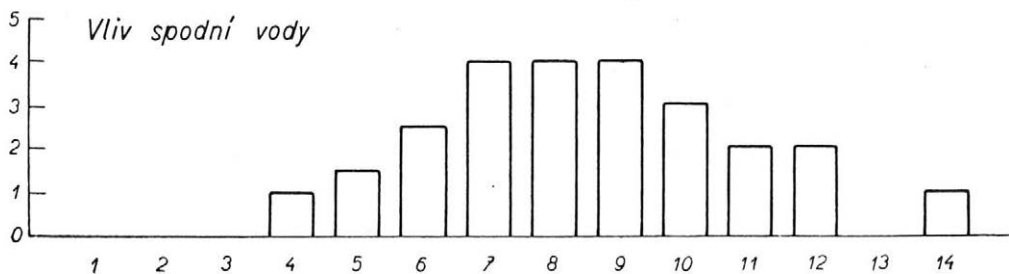
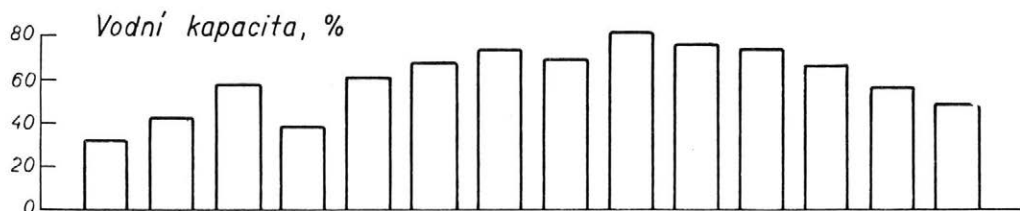
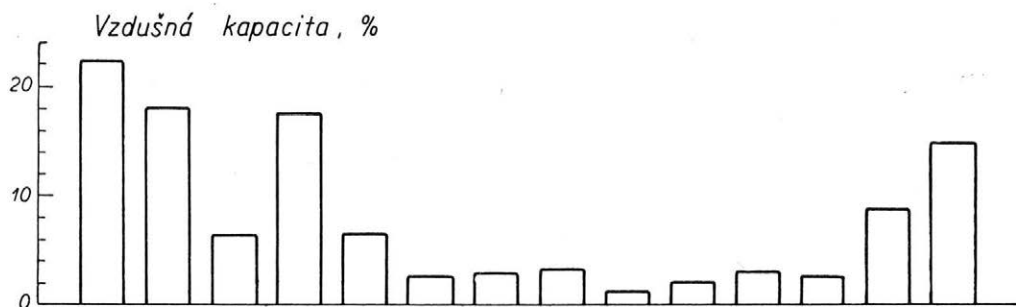
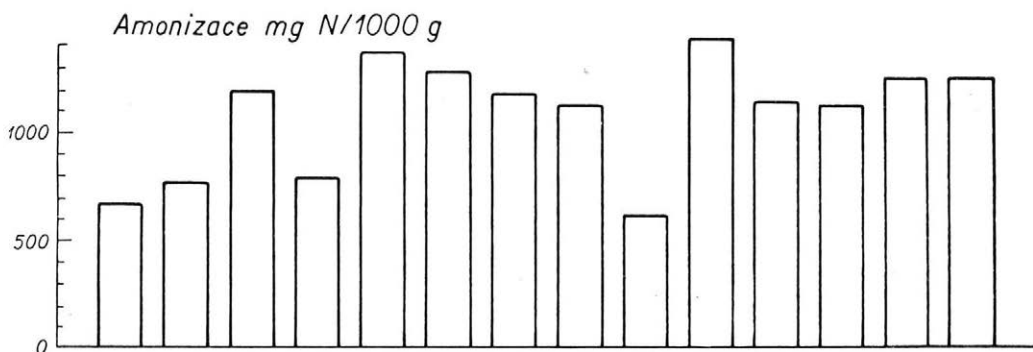
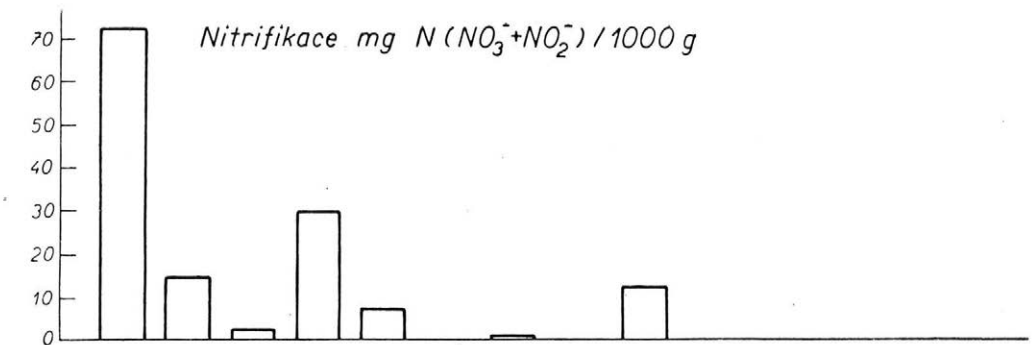
Nitrifikační schopnost lučních půd na silikátových horninách závisí (nebeme-li v úvahu mikroklimatické podmínky) na stavu sorpčního komplexu půdy, především na jeho nasycení a z něho vyplývající aciditě půdy. S poklesem nasycení sorpčního komplexu a se vzrůstem acidity klesá nitrifikační schopnost. Nitrifikaci omezuje značně přítomnost výměnného Al^{+++} v sorpčním komplexu. Obsah nad 0,4 mgkv/100 g likviduje u nehnojených nebo málo hnojených pozemků zcela nitrifikační schopnost půdy. Pouze hnojením lze v takových případech udržet nitrifikační schopnost půdy, i když jen velmi nízkou. Dalším faktorem ovlivňujícím nitrifikaci je vzdušná kapacita půdy. Pokles vzdušné kapacity půdy omezuje nitrifikaci s výjimkou slatinných sorpčně nasycených půd.

Literatura

1. Bernát J., Seifert J.: Biologická aktivita půd. *Biologie*, 10: 285–293, 1955. — 2. Bray R. H.: Nitrates tests for soils and plant tissues. *Soil. Sci.*, 60: 219–221, 1945. — 3. Klika J., Novák V.: Praktikum rostlinné sociologie, půdoznalství, klimatologie a ekologie. Melantrich, Praha 1941. — 4. Klika J., Novák V., Gregor A.: Praktikum fytocenologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství. Nakl. ČSAV, Praha 1954. — 5. Körbl J., Vydra F.: Metalochromní indikátory IV. Poznámky k přípravě a vlastnostem „kalceinu“. *Chemické listy*, 51: 1457–1461, 1957. Metalochromic indicators IV. A note on the preparation and properties of „Calcein“. *Collect. Czechosl. Chem. Commun.*, 23: 622–627, 1958. — 6. Körbl J., Vydra F., Přibil R.: The use of fluorescein complexone. *Talanta*, 1: 281–282, 1953. — 7. Moravec J.: Komplexometrické stanovení výměnných kationtů – Ca^{++} , Mg^{++} , Al^{+++} , H^{+} – v bezkarbonátových půdách. *Sbor. ČSAZV – Rostl. výr.*, 6: 1015–1024, 1960. — 8. Najmr S., Cikánek M.: Souběžné stanovení půdního uhlíku a dusíku. *Sbor. ČSAZV, řada A*, 26: 235–292, 1953. — 9. Rider B. F., Mellon M. G.: Colorimetric determination of nitrites. *Indust. and Engin. Chem., Anal. Ed.*, 18: 96–99, 1946. — 10. Tomíček O.: Kvantitativní analýsa. Praha 1954.



Graf 1. Průměrné hodnoty nitrifikační schopnosti a některých ekologických faktorů v půdách lučních asociací



Влияние условий местности на нитрификационную способность почв некоторых луговых растительных сообществ

Нитрификационная способность луговых почв на силикатных породах зависит (если не принимать во внимание микроклиматические условия) от состояния сорбционного комплекса почвы, прежде всего от его насыщения и отсюда вытекающей кислотности почвы. С понижением насыщения сорбционного комплекса и с возрастанием кислотности снижается нитрификационная способность. Нитрификацию значительно ограничивает наличие обменного Al^{+++} в сорбционном комплексе. Содержание свыше 0,4 мг экв/100 г у удобренных или малоудобренных участков полностью ликвидирует нитрификационную способность почвы. Только лишь удобрением можно в таких случаях сохранить нитрификационную способность почвы, хотя и незначительно низкую. Следующим фактором, обуславливающим нитрификацию, является воздухоемкость почвы. Понижение воздухоемкости почвы ограничивает нитрификацию за исключением торфяных сорбционно насыщенных почв.

Standortsbedingungen der Nitrifikationsfähigkeit der Böden einiger Wiesen-gesellschaften

Die Nitrifikationsfähigkeit wurde in Böden von Wiesengesellschaften (siehe s. 858) des mittleren Böhmerwaldes und seiner Vorbeuge studiert. Für die Versuche und Analysen wurden die Proben in einer Tiefe von 10 cm entnommen. Die Nitrifikationsfähigkeit der Böden wurde auf Grund des Zuwachses an NO_3 und NO_2 in den auf 60 % des absoluten Wasserkapazität angefeuchteten Boden bestimmt, der bei 25° C drei Wochen lang unter Beifügung von 1% Pepton und 1% Glukose zwecks gleichzeitiger Verfolgung der Atmungs- u. Ammonifizierungsfähigkeit inkubiert wurde. Die Versuchsanordnung ist in Abb. 1 veranschaulicht. Die Bestimmung von NO_2 in dem Bodenauszuge (1 N KCl) wurde gemäß der Reaktion von Griess im Verfahren nach Rider und Mellon (1946) vorgenommen. Zur Bestimmung von NO_3 wurde die modifizierte Methode von Bray (1945) angewendet, die auf der Reduktion von NO_3 auf NO_2 und der darauf folgenden Griess'schen Reaktion beruht. Vorgang (Moravec—Moravcová): Die Reduktion — 5 ml 10% Essigsäure und 5 ml Bodenauszug werden in eine Zentrifugenepruvette (Inhalt 15 ml) einpipetiert, 0,1 g metallisches pulverisiertes Zink wird zugegeben, verschlossen und intensiv 1 Minute lang geschüttelt; sodann wird die Lösung 5 Minuten lang bei 2000 Umdrehungen je Minute zentrifugiert. Die kolorimetrische Reaktion — 5 ml des klaren Zentrifugates oder des Bodenauszuges (bei der Bestimmung von NO_2) werden in einen 25 ml Meßkolben abgefüllt, in dem bereits 5 ml 10% Essigsäure und 1 ml 0,4% Sulfanilsäure (in 20% Essigsäure) enthalten sind, durchgemischt, nach 5 Minuten wird die Lösung auf 23–24 ml verdünnt, durchgemischt und 1 ml 0,6% Alpha-Naphtylamin (in 20% Essigsäure) zugegeben, sofort bis zur Eichmarke ergänzt und neuerdings durchgemischt. Nach 5 Minuten wird die Verfärbung mittels eines Kolorimeters gemessen. Der Gehalt an NH_3 in dem Bodenauszuge wird mittels Nessler-Reagens festgestellt. Die pH-Werte wurden kolorimetrisch mittels des Universalindikators nach Čiuta—Kámen bestimmt. Die Austauschionen wurden in dem Bodenauszuge von 1 N KCl mittels komplexometrischer Titration (Moravec, 1960) bestimmt. Bei einigen Proben wurde bei der Bestimmung von Ca^{++} Fluorexon in fester Mischung mit KCl (1:100) als Indikator benützt (Körbl, Vydra, 1957, 1958, Körbl, Vydra, Přibil, 1958) Vorgang: 40 ml des Bodenauszuges werden verdünnt, 5 ml 5 N KOH und eine Messerspitze Indikator werden zugegeben und mit einer Lösung von 0,01 M Komplexon III bis zum Verschwinden der grünlichen Fluoreszenz titriert. Der Gesamtkohlenstoff und Stickstoff wurde nach Najm und Cikánec (1953) bestimmt. Die absolute Wasserkapazität wurde mittels der Methode nach Novák (Klika, Novák, 1941, Klika, Novák, Gregor, 1954) bestimmt.

Die Nitrifikationsfähigkeit der Wiesenböden hängt (falls wir die klimatischen Bedingungen nicht in Betracht ziehen) vom Stande des Sorptionskomplexes des Bodens, vor allem von seiner Sättigung und der daraus folgenden Bodenazidität ab, wie aus Tab. 1 und Diagramm 1 ersichtlich ist. Mit dem Sinken des Sättigung des Sorptionskomplexes und mit dem Steigen der Azidität sinkt die Nitrifikationsfähigkeit des Bodens. Die Nitrifikation wird durch die Anwesenheit von austauschbarem Al^{+++} im Sorptionskomplex bedeutend beschränkt. Ein Gehalt über 0,4 mval/100 g von Al^{+++} zerstört in ungedüngten oder wenig gedüngten Grundstücken die Nitrifikationsfähigkeit ganz. Ein weiterer Faktor, der die Nitrifika-

tion beeinflusst, ist die Luftkapazität des Bodens. Bei Böden mit einer Nitrifikation über 10 mg N, sinkt die Luftkapazität des Bodens nicht unter 10 %. Eine Ausnahme bildet der Moorboden des *Caricetum davallianae*, wo der Luftmangel wahrscheinlich durch einen hohen Gehalt an basengesättigtem Anmoorhumus kompensiert ist.

Použití radioizotopů při studiu přeměn látek v půdě

Применение радиоизотопов при изучении обмена веществ в почве

The Application of Radioisotopes in the Study of Soil Metabolism

V. DROBNÍKOVÁ

Přírodovědecká fakulta KU, katedra fyziologie rostlin a biologie půdy, Praha

Základní charakter přeměn látek v půdě určují dvě skupiny procesů: procesy mineralizační a procesy biologické sorpce (immobilizace). Pomocí chemických analýz můžeme klasickými metodami stanovit pouze jejich součet, takže je samostatně můžeme studovat jen nepřímě. Proto jedním z největších přínosů izotopových metod studia půdního metabolismu je možnost odlišení těchto dvou skupin procesů. Sledovali jsme přeměny fosforu v půdě pomocí radioaktivního fosforu P^{32} .

Materiál a metodika

Při sledování mineralizace a immobilizace lze vyjít z obou krajních stavů: a) použít značené anorganické formy a neznačené organické, b) použít značené organické formy a neznačené formy anorganické. V případě a) se mineralizace projevuje přibýváním neznačeného prvku v minerální frakci, čili zmenšováním poměru $X+ / X + + X +$ — tj. poklesem specifické aktivity. Immobilizace se projevuje zmenšováním obsahu minerální formy, čímž se specifická aktivita nemění. V případě b) se mineralizace projevuje přibýváním značeného prvku v minerální frakci, čili zvyšováním specifické aktivity, immobilizace naproti tomu se opět projevuje zmenšováním obsahu minerální formy vůbec, čili specifická aktivita se nemění. V obou případech lze tedy stanovením množství buď minerální nebo organické formy a jejich specifické aktivity určit intenzitu jak mineralizace, tak současně probíhající immobilizace. Lze to nejlépe pozorovat v případech, kdy jsou tyto procesy stimulovány přidáním zdroje živin a energie do půdy (Johnson, Broadbent, 1952). Pro sledování přeměn dusíku je možno použít pouze stabilního izotopu N^{15} , s vypracovanou podrobnou matematickou analýzou (Kirkham, Bartholomew, 1955). Při sledování přeměn uhlíku lze použít stabilního izotopu C^{13} i radioaktivního izotopu C^{14} . Při sledování přeměn fosforu a síry je používáno izotopů P^{32} a S^{35} . Je třeba vždy kontrolovat izotopový efekt, který se projevuje např. zejména u fosforu rozdílou sorpcí P^{32} a P^{31} , a radiační efekt, který však při běžných pokusech v půdě nepřichází v úvahu (Goring, Clark, 1952).

Pro naše pokusy jsme vybrali takovou půdu (lesní rendzina z Českého krasu), kde podle předběžných pokusů je izotopový efekt nejmenší. Sledovali jsme přeměnu fosforu v půdě, k níž jsme přidávali minerální fosfát ($2,3 \mu\text{M/g}$) a nukleovou kyselinu ($15 \mu\text{M P/g}$). Biologické pochody jsme stimulovali přidáním 2 % glukózy. Minerální fosfor jsme extrahovali 4N-HCl a stanovovali kolorimetricky (Martin, Doty, 1949). Všechny inkubace probíhaly při 18°C .

Výsledky a diskuse

Souborné ohodnocení intenzity biologických pochodů ve vysušeném a znovu ovlhčeném vzorku půdy jak bez substrátu, tak s přidáním substrátem jsme provedli měření rychlosti spotřeby kyslíku na Warburgově přístroji. Přidání nukleové

kyseliny způsobuje zvýšení respirace proti pokusu bez substrátu, která vrcholí ve 32. hodině. Ve 100. hodině je opět snížena na výchozí úroveň. Je-li přidána ještě glukóza, je vzestup respirační rychlosti velmi význačný a dosahuje kolem 36. hodiny čtyř- až pětinašobku respirační rychlosti se samotnou nukleovou kyselinou. Také v tomto případě respirační rychlost kolem 100. hodiny klesá na výchozí úroveň. Zdroj dusíku ($0,63 \text{ mg NH}_4\text{NO}_3$ na 1 g) neměl vliv na průběh respirace v pokusu bez substrátu i s nukleovou kyselinou (NK).

Na základě těchto respiračních pokusů jsme sledovali přeměnu fosforu pouze 100 hodin od nasazení a nesledovali jsme vliv zdroje dusíku.

V prvním pokusu jsme sledovali přeměnu fosforu při minerální frakci označené izotopem. Bez nukleové kyseliny nedochází k celkovým podstatným změnám v obsahu minerálního fosforu, po přidání NK obsah minerálního fosforu stoupá o 70 %, což svědčí o její mineralizaci (tab I A).

Za přítomnosti glukózy spolu s NK je zvýšení proti pokusu bez NK pouze o 30 %. Teprve analýza specifické aktivity minerálního fosforu ukáže, že příčinou není snížení mineralizace NK, ale zvýšení immobilizační rychlosti anorganického fosforu. V pokusu s NK klesá totiž specifická aktivita minerálního fosforu v přítomnosti glukózy dokonce o něco více než v její nepřítomnosti, což svědčí o tom, že mineralizace NK není přítomnou glukózou potlačena, nýbrž naopak mírně zvýšena. Pokles specifické aktivity je největší v době, kdy mikrobiální aktivita měřená podle spotřebovaného kyslíku je nejvyšší — jak shodně zjistili Johnson a Broadbent (1952).

V druhém pokusu jsme vyšli z opačného stavu, kdy jsme do půdy přidali značenou NK, izolovanou z kvasinek. Průběh celkového obsahu minerální frakce (tabulka I B) je obdobný jako v předchozím pokuse. Při přidání samotné NK dochází ke zvýšení asi o 80 %. Je-li současně přítomna glukóza, je toto zvýšení pouze poloviční. Na rozdíl od minulého pokusu je však rychlost mineralizace měřená po-

I.

A/P ³² v miner. formě			B/P ³² v NK	
dob hod.	miner. P μM na 1 g půdy	spec. aktivita miner. fosforu m μc na μM P	miner. P μM na 1 g půdy	spec. aktivita miner. fosforu m μc na μM P
Bez	0	9,7	—	—
sub-	20	8,8	—	—
strátu	30	11,5	—	—
	50	10,2	—	—
	100	9,5	—	—
S glu-	0	9,7	—	—
kózou	20	7,4	—	—
	30	10,4	—	—
	50	14,5	—	—
	100	8,9	—	—
S NK	0	9,7	11,0	0
	20	11,2	11,8	896
	30	14,2	11,7	2065
	50	17,4	17,2	5195
	100	16,8	19,6	5200
S NK	0	9,7	11,0	0
a glu-	20	8,1	10,8	829
kózou	30	12,3	11,2	1580
	50	12,0	12,0	3510
	100	12,5	15,8	4160

dle vzestupu specifické aktivity minerálního fosforu v pokusu s glukózou asi o 20 % nižší než v pokusu bez glukózy. Domníváme se, že tento rozdíl plyne z různorodosti organické frakce fosforu, která se projevuje v různé rychlosti mineralizace jednotlivých forem organického fosforu. V prvním pokusu se na snížení specifické aktivity minerálního fosforu podílela mineralizace všech forem organického fosforu přítomných ve vzorku, kdežto v druhém pokusu se na zvýšení specifické aktivity podílela pouze mineralizace NK. Mineralizace jiných forem organického fosforu se nemohla projevit, jelikož značená byla pouze přidaná NK.

Tuto otázku jsme se pokusili objasnit třetím pokusem, kdy jsme půdu předinkubovali po dobu jednoho měsíce s radioaktivním anorganickým P^{32} , Neopeptonem a glukózou. Účelem této předinkubace bylo obohatit organickou frakci fosforu, vytvářející se v půdě, asimilací mikroflóry. Výsledky (tab. II A) však ukázaly, že uvedená doba předinkubace nepostačuje k tomu, aby se přidaný minerální fosfor v dostatečné míře zařadil do organické frakce.

II.

Doba hodin		Minerální fosfor $\mu\text{M/g}$	Spec. aktivita min. fosforu m μC na $\mu\text{M P}$
Bez substrátu	0	7,3	821
	20	10,2	890
	30	8,0	464
	50	21,7	506
	100	12,4	672
S glu- kózou	0	13,1	755
	20	14,9	540
	30	12,4	320
	50	21,7	390
	100	14,8	495

Vzhledem k poločasů P^{32} (14,3 dne) není však možno dobu předinkubace příliš prodlužovat. Tyto výsledky ukázaly, že předinkubace vedla k vytvoření určité organické zásoby fosforu, která je zřejmě různorodé povahy, a proto je i různou rychlostí mineralizována, což se projevuje kolísavým uvolňováním P^{31} i P^{32} . Tyto výsledky jsou zcela ve shodě s Johnsonem a Broadbentem (1952), kteří zjistili různou rychlost přeměny v různých frakcích organického fosforu.

Souhrn

Na základě stanovení změn obsahu minerálního fosforu a změn jeho specifické aktivity jsme sledovali rychlost mineralizace a immobilizace fosforu po přidání NK samotné a NK s glukózou ke vzorku vysušené a znovu ovlhčené půdy. V obou případech (s použitím značeného minerálního fosforu nebo značené NK) jsme zjistili, že celkové množství minerálního fosforu stoupá v pokusu s glukózou podstatně méně než v pokusu se samotnou NK. Dynamika specifické aktivity ukazuje, že příčinou je zvýšená immobilizace minerálního fosforu v přítomnosti glukózy při vysoké rychlosti mineralizace. Z rozdílu výsledků obou pokusů usuzujeme, že frakce organického fosforu obsahující několik složek, lišících se mineralizační rychlostí. V zásadě to bylo prokázáno v pokusu s půdou, v níž byla organická frakce označena předinkubací s aktivním minerálním fosforem.

Literatura

1. Goring C. A. I., Clark F. E.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 15, 7-9, 1952. —
2. Johnson D. D., Broadbent F. E.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 16, 56-59, 1952. —
3. Kirkham D., Bartholomew W. V.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19, 189-192, 1955. —
4. Martin J. B., Doty D. M.: Anal. Chem. 21, 965-967, 1949.

На основе определения изменений содержания минерального фосфора и изменений его специфической активности нами изучалась быстрота минерализации и иммобилизации фосфора после добавления нуклеиновой кислоты (НК) отдельно и НК с глюкозой к образцу высушенной и снова увлажненной почвы. В обоих случаях (с применением меченного минерального фосфора или меченных НК) нами было установлено, что общее количество минерального фосфора в опыте с глюкозой увеличивается существенно меньше, чем в опыте с отдельным НК. Динамика специфической активности свидетельствует о том, что причиной является повышенная иммобилизация минерального фосфора при наличии глюкозы при высокой скорости минерализации. По различиям результатов обоих опытов мы приходим к заключению, что фракция органического фосфора содержит несколько компонентов, отличающихся скоростью минерализации. В основном это было доказано в опыте с почвой, в которой органическая фракция была обозначена доинкубированием предыдущей инкубацией с активным минеральным фосфором.

The Application of Radioisotopes in the Study of Soil Metabolism

On the basis of changes in mineral phosphorus content as well as its specific activity we followed the mineralization and immobilization rates of phosphorus after adding plain nucleic acid and NA with glucose to the sample of dried and re-moistened soil. On both cases (using traced mineral phosphorus, or traced NA) we disclosed that the total amount of mineral phosphorus increased less in the test with glucose than in the test with plain NA. The dynamics of the specific activity indicated that it was caused by increased immobilization of mineral phosphorus in the presence of glucose at a high rate of mineralization. It followed from the difference between both tests that the organic phosphorus fraction contained several components differing in their mineralization rates. On the whole, this was proved in an experiment with soil where the organic fraction was traced by being pre-incubated with radioactive mineral phosphorus.

Mineralizácia nukleových kyselín

Минерализация нуклеиновых кислот

Mineralization of Nucleic Acids

Jozef BERNÁT

*Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, oddelenie mikrobiológie,
katedra fyziológie rastlín, Bratislava*

V nukleových kyselinách je v pôde viazaná značná časť fosforu. Uvoľnenie fosforu z nukleových kyselín má preto pre celkovú bilanciu fosforu v pôde značný význam. Žiaľ, doteraz nemáme vhodný spôsob ako stanoviť mineralizáciu nukleových kyselín v pôde. Celkove je možné povedať, že o mineralizácii organických zlúčenín fosforu, teda nielen nukleových kyselín, je len veľmi málo údajov (Stoklasa, 1911, Menkina, 1950, 1951, Picci, 1954, Černušková, 1961, Naumova, 1961). Niektoré z nich však pojednávajú len o mineralizácii čistými kultúrami rozličných skupín mikroorganizmov, čo nám len veľmi málo pomáha pri hodnotení pôd. Tento nedostatok vyplýva predovšetkým z veľkej zložitosti foriem fosforu v pôde, čo značne sťažuje sledovanie mineralizácie. Snažili sme sa najstť aspoň spôsob sledovania mineralizácie nukleových kyselín, ktorý by bolo možné použiť pri zrovnávaní niekoľkých pôd.

I. Množstvo dostupného fosforu (mg P_2O_5 na 100 g pôdy). I — samotná pôda, II — pôda + kyselina nukleová

Číslo pôdy	I			II			
	Pred inkubáciou	Po inkubácii	Rozdiel	Pred inkubáciou	Po inkubácii	Rozdiel	Uvoľnené z nukleových kyselín
1.	0,55	1,40	0,85	0,72	5,60	4,88	4,03
2.	0,25	2,20	1,95	0,45	4,20	3,75	1,85
3.	0,28	2,10	1,88	0,50	3,80	3,30	1,42
4.	0,76	2,30	1,54	0,98	9,40	8,42	6,88

Materiál a metódy

Na sledovanie sme použili nasledujúce pôdy: 1. Podzol — porast *Picea*, bez podrastu. 2. Podzol — porast *Picea*, podrast *Oxalis*, *Aşarum*, *Asperula*. 3. Hnedozem — lúčny porast. 4. Hnedozem — lúčny porast rozorany pred 3 rokmi.

Celkový minerálny fosfor sme zisťovali podľa Chejfece, tzv. „dostupný“ podľa Truoga (Agrochimičeskije metody issledovanija počv. Sbornik AN SSSR, Moskva 1954). Nukleové kyseliny sme pridávali do pôdy v množstve 200 mg P_2O_5 na 100 g zeminy. Zemina navlhčená na 60 % maximálnej kapilárnej kapacity, inkubovaná 14 dní pri 26° C. Sorpcia P_2O_5 sledovaná podľa Serdobolského (1954), ale len po 6 hodinách.

Výsledky a diskusia

Najprv sme sledovali mineralizáciu nukleových kyselín podobným spôsobom ako mineralizáciu lecitínu (Bernát, Dúbravská, 1963). Výsledky však ukázali, že pri extrakcii minerálneho fosforu 4-N HCl sa i nezmineralizované nukleové kyseliny hydrolyzujú a uvoľňuje sa P_2O_5 , na čo poukazuje aj Pejve (1961). Tento spôsob sledovania nie je teda možné použiť. Sledovali sme preto mineralizáciu podľa tzv. dostupného fosforu podľa Truoga (1954).

Výsledky ukazujú, že množstvo uvoľneného P_2O_5 z nukleových kyselín sa v pôde 2 a 3 prakticky nelíši, i keď sú to vcelku značne odlišné pôdy. Ich spoločným znakom je však to, že je v nich dostatok organických látok, na rozdiel od pôd 1 a 4, kde je organických látok menej. Hodnoty sú však s ohľadom na celkové množstvo pridaných nukleových kyselín veľmi nízke, a je veľmi nepravdepodobné, že by sa z nukleových kyselín uvoľnilo len tak malé množstvo fosforu. Je to zrejme zapríčinené tým, že veľká časť uvoľneného fosforu sa v priebehu inkubácie pôdy rozličným spôsobom sorbuje, a nemôžeme ho preto podľa Truoga stanoviť; o tom je v literatúre dostatočné množstvo dôkazov (Račinskij, 1954, Čirikov, 1956, Laatsch, 1957, Peterburgskij, 1959, Alexejeva, 1961). Ak pôdy majú schopnosť v určitých podmienkach sorbovať len určité množstvo P_2O_5 (Askinazi 1949, Serdobolskij, 1953, Čirikov, 1956, Novogrudskij, 1956, Vино-

II. Množstvo sorbovaného fosforu (mg P_2O_5 na 100 g pôdy). I — samotná pôda, II — pôda + kyselina nukleová

Číslo pôdy	I			II			
	Pred inkubáciou	Po inkubácii	Rozdiel	Pred inkubáciou	Po inkubácii	Rozdiel	Uvoľnené z nukleových kyselín
1.	126	112	14	120	68	52	38
2.	108	86	22	104	36	68	46
3.	132	94	38	126	76	50	12
4.	128	118	10	124	32	92	82

kurov, Ľjurmjenko, 1958), môžeme si teda zistiť, koľko fosforu sa v priebehu inkubácie sorbovalo. Pokus sme si usporiadali nasledovne:

K 50 g zeminy sme pridali nukleové kyseliny v množstve 100 mg P_2O_5 a inkubovali pri uvedených podmienkach. Po skončení inkubácie sme k zemine pridali 100 mg P_2O_5 v 200 ml H_2O . Zmes sme trepli 1 hod. na horizontálnej trepačke a potom nechali stáť 5 hod. Po filtrácii sme v roztoku stanovili P_2O_5 . Získané výsledky ukázali, že množstvo fosforu uvoľneného z nukleových kyselín je značne vyššie, ako ukazujú výsledky z predchádzajúceho pokusu (tab. II).

Z výsledkov môžeme predpokladať, že rozdiely v množstve sorbovaného fosforu z roztoku sú zapríčinené tým, že mineralizáciou uvoľnený P_2O_5 , či už z prirodzených organických zdrojov alebo z nukleových kyselín, sa v priebehu inkubácie sorbuje, a preto množstvo fosforu sorbovaného z roztoku je po inkubácii menšie ako pred inkubáciou zeminy.

Tento spôsob sledovania mineralizácie sa zdá výhodnejší, a to nielen preto, že rozdiely medzi jednotlivými pôdami sú výraznejšie, ale aj preto, že takto získavame lepšiu predstavu o množstve mineralizovaných nukleových kyselín.

Zo získaných hodnôt je jasne vidieť, že v pôdach 2 a 3, kde je dostatok organických látok, je mineralizácia prirodzených zdrojov vyššia. V pôde č. 4, ktorá bola pôvodne rovnaká ako pôda č. 3, je zase pomerne veľmi vysoká mineralizácia nukleových kyselín. Môžeme si to vysvetliť tým, že za 3 roky od prvej rozorávky sa značne zvýšilo množstvo mineralizačnej mikroflóry, a preto sú pridané nukleové kyseliny rýchlo mineralizované. Dokazuje nám to celý rad ďalších analýz, ktoré tu však nemôžeme všetky uvádzať (napr. nitrifikácia: č. 2 – 12 mg $N/NO_3/kg$, č. 3 – 46 mg; aerobný rozklad celulózy za 21 dní: č. 2 – 40 %, č. 3 – 90 % a pod.).

Z uvedených výsledkov, ako aj z ďalších (Černušková, 1961) je možné predpokladať, že spomenutý spôsob sledovania mineralizácie nukleových kyselín v pôde je možné použiť pri mikrobiologickej charakteristike pôd, i keď niektoré dlhodobé problémy je ešte potrebné podrobnejšie rozpracovať.

Súhrn

V práci je popísaný spôsob sledovania mineralizácie nukleových kyselín v pôde podľa dostupného fosforu podľa Truoga, ktorý sa zdá menej výhodný ako sledovanie pomocou sorpcie aniónu kyseliny ortofosforečnej.

Popísaný spôsob sledovania v dostatočnej miere poukazuje na rozdiely medzi jednotlivými pôdami a môžeme ho použiť pre charakteristiku pôd spolu s inými mikrobiologickými testami.

Sledovanie mineralizácie nukleových kyselín stanovením celkového minerálneho fosforu vyluhovaním zeminy silnými kyselinami nie je možné.

Literatúra

1. Agrochimičeskije metody issledovanija počv. Sborník AV SSSR, Moskva 1954.
- 2. Aleksejeva D. M.: Počvovedenije 1, 40, 1961.
- 3. Askinazi D. L.: Fosfatnyj režim i izvestkovaniye počv s kisloj reakcijej. AN SSSR Moskva 1949.
- 4. Bernát J., Dúbravská V.: Mineralizácia lecitínu, Rostlinná výroba 7-8/1963.
- 5. Černušková E.: Diplomová práca, PFUK, Bratislava 1961.
- 6. Čirikov F. V. Agrochimija kalija i fosfora. Moskva 1956.
- 7. Karpinskij N. P., Zamjatina V. B.: Počvovedenije 22, 27, 1958.
- 8. Kotělnikova A. V.: Biochimija 11, 4, 725, 1957.
- 9. Laatsch V.: Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. Dresden 1957.
- 10. Lauzner E. J.: Trudy inst. mikrobiol. AN SSSR IV, 29, 1960.
- 11. Levenec P. P.: Počvovedenije 2, 74, 1961.
- 12. Menkina R. A.: Mikrobiologija 19, 4, 303, 1950.
- 13. Menkina R. A.: Trudy vsesojuznogo nauchno-issled. inst. sels.-chozj. mikrobiologii 12, 131, 1951.
- 14. Muromcev G. S.: Doklady VASCHNIL 5, 35, 1955.
- 15. Naumova A. N.: Trudy inst. mikrobiologii 11, 222, 1961.
- 16. Novogdruskij D. M.: Počvennaja mikrobiologija. AN Kaz. SSR, Alma-Ata 1956.
- 17. Pejve J. V.: Biochimija počv. Moskva 1961.
- 18. Petěrburgskij A. V.: Obmennoje pogloščenie v počve. Vyššaja škola, Moskva 1959.
- 19. Picci G.: Chem. Ztbl. 125, 51, 1954.
- 20. Račinskij V. V.: DAN SSSR, 95, 4, 849, 1954.
- 21. Remezov N. P.: Počvennyje kolloidy i poglotitel'naja sposobnosť počv. Moskva 1957.
- 22. Serdobol'skij I. P.: Chimija počvy. AN SSSR, Moskva 1953.
- 23. Serdobol'skij I. P.: Izv. AN SSSR, ser. biol., (3): 113,

1954. — 24. Sokolov A. V., Kőricksaja T. D., Maleina A. A.: Počvovedenije (1):12, 1961. — 25. Stoklasa J.: Ztbl. f. Bakt., II, 29:385, 1911. — 26. Vinokurov M. A., Tjurmenko A. N.: Počvovedenije (7):98, 1958.

Минерализация нуклеиновых кислот

В работе описывается способ изучения минерализации нуклеиновых кислот в почве согласно доступному фосфору по Труогу, который кажется менее выгодным, чем изучение при помощи сорбции аниона ортофосфорной кислоты.

Описанный способ изучения в достаточной мере показывает различия между отдельными почвами и его можно применить для характеристики почв вместе с другими микробиологическими тестами.

Изучение минерализации нуклеиновых кислот путем определения общего минерального фосфора выщелачиванием почвы сильными кислотами невозможно.

Mineralization of Nucleic Acids

In this work the author describes the method of following the mineralization of nucleic acids in the soil on the basis of the accessible phosphorus according to Truog, which seems to be less advantageous than the following by means of the sorption of the anion of orthophosphoric acid.

The described method of investigation shows, to a sufficient extent the differences between the individual soils, and may be applied for the characterization of soils together with other microbiological tests.

A following of the mineralization of nucleic acids through the determination of the total mineral phosphorus by leaching of the soil by means of strong acids is impossible.

Mineralizácia lecitínu

Минерализация лецитина

Mineralization of Lecithin

Jozef BERNÁT a Viola DÚBRAVSKÁ

*Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, katedra fyziológie rastlín,
oddelenie mikrobiológie, Bratislava*

Otázke fosforu v pôde se z mikrobiologického hľadiska venuje len málo pozornosti, hoci nemôžeme tvrdiť, že má podradnú úlohu. Zatiaľ sa najviac pozornosti venovalo premenám minerálnych foriem (Menkina, 1950, 1951, Picci, 1954, Muromcev, 1955), hoci prvé údaje o mineralizácii organických zlúčenín fosforu máme už pred 50 rokmi (Stoklasa, 1911).

V organickej forme sa v pôde vyskytuje fosfor predovšetkým v nukleových kyselinách, fosfatidoch a fytíne. I keď množstvo fosforu vo fosfatidoch, ktoré sú v pôde predstavované prakticky len lecitínmi, je pomerne malé, venovali sme pozornosť jeho mineralizácii hlavne pre relatívne veľkú stálosť, takže sa môže v niektorých pôdach nahromaďovať v dosť značnom množstve. Ďalšie dôvody boli metodického charakteru.

Материál a метóды

Mineralizáciu lecitínu sme sledovali v 12. pôdach. Celkové množstvo fosforu bolo stanovené podľa Lebedjanceva (1954), minerálny fosfor podľa Chejfece (1954), vlastné kolorimetrické stanovenie podľa Truoga (1954). Sledovanie mineralizácie lecitínu je analogické lupínovému testu: Tekutý lecitín (*ex ovo* alebo *vege-*

table) nakvapkáme na časť zeminy v množstve 400 mg P_2O_5 na 100 g zeminy a necháme dobre vsiaknuť. Po vsiaknutí smiešame so zbytkom čistej zeminy a navlhčíme na 60 % maximálnej kapilárnej kapacity. Inkubujeme pri 26° C 21 dní. Zároveň inkubujeme zeminu bez pridania lecitínu. Po 21 dňoch zistíme v oboch variantách, ako aj v neinkubovanej zemine, celkový minerálny fosfor. Rozdiely v množstve minerálneho fosforu pred i po inkubácii s lecitínom i bez neho ukazujú intenzitu mineralizácie organických zlúčenín fosforu v čistej zemine, alebo intenzitu mineralizácie lecitínu.

Rozklad lecitínu sme sledovali aj enzymatickou cestou, a to nasledovne: K 10 g zeminy sme pridali lecitín v množstve 50 mg P_2O_5 , ktorý sme rozpustili v 5 ml toluénu. Po 30 min. sme pridali 50 ml destilovanej vody a inkubovali 48 hod. pri 26° C. Potom sme stanovili minerálny fosfor. Okrem toho sme v rozličných časových intervaloch sledovali uvoľňovanie mastných kyselín chromatograficky: Papier impregnovaný duodekanom, spôsob vzostupný, mobilná fáza ľadová kyselina octová, detekcia pomocou rhodamínu B v UV svetle.

Ďalej sme sledovali zastúpenie fosfolipidov v samotných pôdach chromatograficky (Lea, Rhodes, Stoll, 1955, Marinetti, Stoltz, 1956). Robili sme to preto, aby sme zistili, či pre sledovanie mineralizácie fosfolipidov v pôde stačí zisťovať mineralizáciu lecitínu.

Výsledky a diskusia

Pri hľadaní spôsobu zisťovania mineralizácie lecitínu v pôde sa ukázalo, že pre tento účel nie je dostatočné zisťovanie tzv. dostupného fosforu, pretože zistené výsledky ako v pôde s lecitínom, tak aj bez neho sú prakticky rovnaké. Je to zapríčinené tým, že mineralizáciou uvoľnená kyselina fosforečná reaguje v podzolvých pôdach so železom a hliníkom, v ostatných s vápnikom a vytvárajú sa nerozpustné alebo ťažkorozpustné fosforečnany. Do ťažkorozpustnej formy však môže byť prevádzaná aj iným spôsobom, o čom je dotatok dôkazov (Čirikov, 1956, Pochon, De Barjac, 1958). Jediná možnosť je tá, že stanovujeme celkový minerálny fosfor bez ohľadu na jeho dostupnosť rastlinám.

Dôležité bolo tiež zistiť, ako dlho je potrebné inkubovať pôdu, aby sme dosiahli čo najvýraznejšie rozdiely. Najvýhodnejšou sa ukázala 21dňová inkubácia (tab. I).

I. Množstvo minerálneho fosforu v priebehu 30dňovej inkubácie (mg P_2O_5 na 100 g zeminy)

Pôda	Dni										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Podzol	53	45	33	33	38	49	61	62	59	54	57
Podzol + lecitín	58	49	79	92	130	176	214	224	229	219	207
Hnedozem	82	74	72	85	87	91	97	96	94	91	92
Hnedozem + lecitín	89	91	97	118	142	194	232	278	292	266	278
Rendzina	132	112	124	148	154	162	164	166	166	162	160
Rendzina + lecitín	138	124	142	168	178	192	214	243	240	238	212
Černozem	112	104	114	120	126	134	142	138	138	134	120
Černozem + lecitín	118	108	126	152	168	182	196	204	202	198	196

Uvedené výsledky ukazujú, že najvýhodnejšia je inkubácia okolo 21 dní. U ďalších pôd sme sa preto pridržali tohoto optimálneho času. Optimálnu teplotu a vlhkosť sme nezisťovali, a to hlavne z toho dôvodu, že väčšinu ostatných mikrobiologických testov robíme pri teplote 25 až 28° C a pri 60 % maximálnej kapilárnej kapacity.

Aby sme zistili, či intenzita mineralizácie nám niečo môže povedať o charaktere pôd, sledovali sme mineralizáciu v rozličných pôdach s rôznym rastlinným pokryvom (tab. II).

II. Množstvo mineralizáciou uvoľneného P_2O_5 v rozličných pôdach

Pôda	Množstvo uvoľneného P_2O_5 (mg na 100 g pôdy)	
	bez lecitínu	s lecitínom
1. Primitívna vysokohorská zpod <i>Juncus</i>	+ 7,3	+ 69
2. Primitívna vysokohorská zpod <i>Nardus</i>	+ 21,0	+ 102
3. Primitívna vysokohorská zpod <i>Festuca</i>	+ 18,2	+ 128
4. Výrazný podzol, <i>Picea</i> bez podrastu	+ 1,0	+ 125
5. Podzol, <i>Picea</i> , podrast <i>Oxalis</i>	+ 14,6	+ 104
6. Stredný podzol, <i>Fagus</i> , bez podrastu	+ 8	+ 136
7. Stredný podzol, <i>Fagus</i> , podrast <i>Asarum</i>	+ 32	+ 96
8. Stredný podzol, <i>Abies</i> , podrast <i>Oxalis</i> , <i>Asperula</i>	+ 28	+ 108
9. Stredný podzol, lúčny podrast	+ 16	+ 86
10. Hnedozem, smiešaný les	+ 26	+ 92
11. Rendzina, smiešaný les	+ 24	+ 98
12. Černozem, lúčny porast	+ 28	+ 90

Z uvedených hodnôt je vidieť, že v horších pôdach je množstvo fosforu uvoľneného z lecitínu skoro všade vyššie, či by nasvedčovalo, že v týchto pôdach je nedostatok vhodných organických zdrojov. Pridaním lecitínu sa tento nedostatok odstráni aspoň čiastočne a mineralizácia sa preto zväčší. Naopak, v lepších pôdach je zase pomerne väčšie uvoľňovanie v pôdach bez lecitínu. Tu si však musíme uvedomiť, že fosfor môže byť uvoľňovaný hlavne z nukleových kyselín. Pridanie lecitínu sa preto nemusí prejaviť v takej miere, ako v horších pôdach, kde je zrejmé aj nedostatok nukleových kyselín. Táto otázka však vyžaduje ešte ďalšie štúdium.

Sledovanie rozkladu enzymatickou cestou ukázalo, že v lesných pôdach je väčšia mineralizácia lecitínu tam, kde je väčšia enzymatická aktivita. Údaje v mg preto neuvádzame. V primitívnych a lúčnych pôdach sa enzymatická aktivita nezhoduje s mineralizáciou. Príčiny jsme nezistovali.

Pri sledovaní uvoľnených mastných kyselín sme zistili, že v tých pôdach, kde je väčšie uvoľňovanie fosforu, sa uvoľňujú mastné kyseliny rýchlejšie a vo väčšom množstve ako z pôdach s menším uvoľňovaním fosforu. Domnievame sa preto, že v týchto pôdach je lecitín využívaný predovšetkým ako zdroj uhlíka, čo nám dosvedčuje aj prítomnosť glycerofosforylcholínu v prvých fázach mineralizácie. V pôdach 7, 10, 11 a 12 sa glycerofosforylcholín objavuje menej a vždy až pozdšie.

Aby sme zistili, či sledovanie mineralizácie lecitínu stačí na posúdenie mineralizácie fosfolipidov v pôde, zisťovali sme zastúpenie fosfolipidov v uvedených pôdach (3, 4, 11). Výsledky ukázali, že lecitíny tvoria podstatnú časť fosfolipidov v pôde a nie je potrebné – pre bežné posúdenie pôd – sledovať mineralizáciu niektorých ďalších fosfolipidov.

I keď spomenuté výsledky potrebujú pre dôkladné pochopenie mineralizácie fosfolipidov ešte ďalšie spresnenie, môžeme doporučiť lecitínový test hlavne pri mikrobiologickej charakteristike lesných pôd. Tento test nám i mineralizácii lecitínu v pôde hovorí podstatne viacej ako mnohé práce s čistými kultúrami pôdnych mikroorganizmov (8, 9, 10).

S ú h r n

Na posúdenie schopnosti pôdy mineralizovať fosfolipidy je možné použiť popísaného lecitínového testu, ktorý je obdobný testu lupínovému. Najvýhodnejšie je inkubovať pôdu 21 dní. Intenzitu mineralizácie je potrebné vyčíslvať podľa celkového minerálneho fosforu pred a po inkubácii a nie podľa tzv. dostupného fosforu. V pôdach, kde je menšie uvoľňovanie fosforu, je mechanizmus rozkladu lecitínu iný. V lesných pôdach odpovedá väčšia mineralizácia lecitínu vyššej enzymatickej aktivite.

Literatúra

1. Chejfec D. M.: *Agrochimičeskije metody issledovanija počv.* Sbor. 63. AN SSSR, Moskva 1954. — 2. Čirikov F. V.: *Agrochimiija kaliija i fosfora.* Moskva 1956. — 3. Lea C. H., Rhodes D. N., Stoll R. D.: *Biochem. Journ.* 60, 3, 353, 1955. — 4. Marinetti G., Stotz E.: *Biochim. et biophys. acta* 21, 1, 168, 1956. — 5. Menkina R. A.: *Mikrobiologija* 19, 4, 308, 1950. — 6. Menkina R. A.: *Vses. nauč.-issled. inst. sel.-chozj. mikrobiol.* 2, 131, 1951. — 7. Muromcev G. S.: *Dokl. VASCHNIL* 5, 35, 1955. — 8. Naumova A. N.: *Trudy inst. mikrobiol.* 11, 222, 1961. — 9. Picci G.: *Chem. Ztbl.* 125, 5, 1954. — 10. Pochon J., De Barjac H.: *Traité de microbiologie des sols.* Paris 1958. — 11. Rapport M. M.: Alonzo N.: *Journ. Biol. Chem.* 217, 1, 199, 1955. — 12. Stoklasa J.: *Ztbl. Bakt.* II, 29, 385, 1911.

Минерализация лецитина

Для оценки способности почвы минерализовать фосфолипиды можно применить описанный лецитиновый тест, который аналогичен лупиновому тесту. Наиболее выгодно инкубировать почву в течение 21 дня. Интенсивность минерализации необходимо вычислять по общему минеральному фосфору до и после инкубации, а не по так наз. доступному фосфору. В почвах, в которых освобождение фосфора меньше, механизм разложения лецитина иной. В лесных почвах более высокая минерализация лецитина соответствует более высокой энзиматической активности.

Mineralization of Lecithin

For the estimation of the ability of the soil to mineralize phospholipids the described lecithin test may be applied, which is similar to the lupin test. It is most suitable to incubate the soil for 21 days. The intensity of mineralization must be determined according to the total of mineral phosphorus before and after incubation, and not according to the so-called accessible phosphorus. In soils with a smaller freeing of phosphorus the mechanism of the decomposition of lecithin is different. In forest soils a higher mineralization of lecithin corresponds to a higher enzymatic activity.

K charakteristice mikrobiologie některých krajín Východní Sibiře

K charakteristice mikrobiologie některých ландшафтов Восточной Сибири

Zur Charakteristik der Mikrobiologie einiger Gegenden Ostsibiriens

K. A. KOZLOV

*Zeměpisný ústav pro Sibiř a Dálný východ Sibiřské odbočky Akademie věd SSSR,
Irkutsk*

Průzkum krajín a facií obohacuje v posledních letech stále více poznání i praxi. Převládajícím směrem při zkoumání těchto přírodních komplexů byl do nedávné doby morfologický výzkum, který zkoumá formy povrchu. Tento jednostranný přístup ke zkoumání krajín je však nedostačující.

Morfologické představy o krajíně byly proto vystřídány geochemickými a geografickými. Vzniká fyziologie krajiny, která v sobě shrnuje její geochemii, geofyziku a mikrobiologii.

Je třeba vyhledávat nová objektivní kritéria nebo parametry pro popis a vyčlenění různých podskupin anorganického prostředí, tj. přírodních komplexů, a to jak pro potřeby prognózy, tak i pro praktické využití.

Krajiny se jak známo skládají z biocenóz, protože život probíhá v určitých biotopech. Ve vývoji biocenoz pak hraje rozhodující úlohu edafotop se zastoupeným osídlením.

Proto také se v posledním desetiletí věnuje velká pozornost biochemickým procesům, které probíhají v půdě působením fermentů, vylučovaných mikroorganismy a kořeny vyšších rostlin.

Studium aktivity fermentů v půdě je spojeno s ekologií mikroorganismů a mikrobiologií krajiny, která dovoluje podrobněji charakterizovat mikrobiální sinusie a asociace, jakož i vzájemné vztahy, existující v krajině.

Vycházejíce z těchto skutečností přistoupili jsme v r. 1958 ke studiu aktivity fermentů a některých mikrobiologických ukazatelů půdy různých krajin a facií jedné krajiny ve Východní Sibiři.

Zkoumali jsme půdy dvou krajin, a to hornaté stepní v jihovýchodním Zabajkálí a kulturní lesostepní v kujtunském okrese Irkutské oblasti.

V Zabajkálí jsme odebrali tyto vzorky půd: slanců, porostlých žitňákem (*Aneurolepidium pseudoagropyron*), solončáků, porostlých slanorožcem a solníčkou (*Salicornia herbacea* a *Suaeda corniculata*) a kaštanových půd s převládajícím porostem žitňáku.

V osídlené krajině jsme půdní vzorky odebírali z vyluhované černozemě porostlé ovsem a vojtěškou v prvním roce užítku a pro srovnání též z panenské půdy porostlé lesem.

Vzorky jsme odebírali v Zabajkálí v černenci r. 1961, v kujtunském okrese v říjnu r. 1959. V těchto vzorcích jsme stanovili aktivitu katalázy gazometricky a permanganátem, sacharázy podle Hoffmanna a ureázy činidlem Winklera. Kromě toho jsme aktivitu fermentů srovnávali s celkovým množstvím mikroorganismů, zjištěných podle metody Novogruňského (1948), na „hladovém“ agaru ke zjištění mikrobů-edifikátorů podle Aristovské (1962).

Údaje o aktivitě fermentů a množství mikroorganismů zkoumaných půd jsou uvedeny v tabulkách I a II.

Z tabulky I je vidět, že největší aktivitu katalázy vykazuje solončák, nejmenší pak kaštanová půda. Slanec zaujímá z tohoto hlediska střední postavení. Podle daného ukazatele je solončák charakterizován vyšší úrovní oxydace biochemických procesů probíhajících v půdě.

Aktivita karbohydráz je rovněž nejvyšší v solončáku, přestože kaštanová půda je pokryta bohatším rostlinstvem a obsahuje větší množství snadno pohyblivých uhlovodanů. Slanec také zde zaujímá střední postavení. Pokud jde o mikroflóru, je naopak slanec bohatší a biogeností desetinásobně předčí solončák i kaštanovou půdu (viz tabulka I).

Velmi aktivní je v solončáku ureáza, přestože podle údajů Galstjanové (1960) tyto půdy takovou aktivitu nemají v důsledku vysokého obsahu solí a značné alkalické reakce půdy.

V solončáku vzrůstala úloha aktinomycet, zatímco ve slanci převládají bakterie. V solončácích a kaštanových půdách dosahují značného podílu houby.

V solončáku jsou edifikátory houby, patřící k rodům *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, v kaštanové půdě pak *Alternaria*, *Trichoderma*, *Cladosporium* a *Zygorrhynchus*.

Ve slanci převládají houby z rodu *Aspergillus*, *Penicillium* a *Mucor*; je zde také značné množství pigmentovaných forem aktinomycet, zatímco v solončáku jsou bílé nebo bezbarvé skupiny aktinomycet.

Údaje o zkoumání vyloužených černozemí z kulturní krajiny jsou uvedeny v tabulce II.

Z tabulky je vidět, že aktivita katalázy v poli porostlém pícninami v prvním roce užítku a porostlém ovsem je stejná, pod pícninami je však zjišťována poněkud hlouběji, vzhledem k mohutnější kořenové soustavě a větší biogenosti dané půdy.

Aktivita katalázy, tj. oxydační procesy, jsou poněkud zřetelněji vyjádřeny v panenské půdě, pokryté lučním rostlinstvem.

Hydrolytické procesy jsou vyjádřeny stejně v půdách všech zkoumaných pozemků (rozdíly jsou v hranicích chyby metody), avšak v daném případě se aktivita sacharázy projevuje v hlubších vrstvách než pod ovsem. Obdobný obraz byl zjištěn i v panenské půdě.

I. Aktivita fermentů a množství mikroorganismů v půdách jihovýchodního Zabajkalí

Hloubka v cm	Celkové množ- ství mikrobů v 1 g na vzdu- chu vyschlé pů- dy v tisících	Z toho			pH	Aktivita fermentů		
		bakterií	aktino- mycet	hub		kata- lázy	sacha- rázy	ure- ázy
Solončak								
0—10	241,7	78,9	101,8	60,9	8,0	2,9	149	1,733
10—20	191,8	67,6	2,4	121,7	8,0	4,4	117	0,16
20—30	66,6	42,6	2,5	21,4	8,4	2,3	56	0,1
30—40	92,2	56,3	6,1	30,7	8,3	3,6	55	0,06
40—50	544,4	527,3	13,2	3,7	8,2	2,9	60	0,032
Slanec								
0—10	2659,1	2570,9	14,4	63,6	6,3	3,5	121	—
10—20	342,7	186,9	37,9	117,8	7,1	3,0	119	—
20—30	209,8	169,3	28,7	11,7	8,0	3,4	85	—
30—40	206,4	99,3	19,7	87,3	8,4	2,4	36	—
40—50	113,3	65,9	12,2	35,1	8,7	3,2	19	—
Kaštanová půda								
0—20	413,8	2229,4	90,9	100,4	6,2	1,1	107	—
20—40	1239,2	794,4	535,6	9,1	6,2	0,9	112	—
40—60	2202,2	840,5	750,9	610,8	6,2	0,9	66,2	—
60—85	1972,4	842,0	806,9	323,5	6,2	2,0	45	—

II. Aktivita fermentů a množství mikroorganismů v půdách osídlené krajiny

Hloubka v cm	Celkové množ- ství mikro- bů v 1 g na vzdu- chu vyschlé pů- dy v tisících	Z toho			pH	Aktivita fermentů	
		bakterií	aktino- mycet	hub		katalázy	sacha- rázy
Vyloužená černozem porostlá lesem							
0—10	1300	600	400	300	6,8	0,4	110
10—20	800	600	100	100	6,1	0,4	95
20—30	540	300	40	200	6,2	—	120
30—40	210	100	100	10	6,2	—	85
Vyloužená černozem porostlá vojtěškou							
0—10	4000	3500	400	100	6,7	0,35	90
10—20	3600	2800	200	600	6,7	0,35	93
20—30	860	700	60	100	6,8	0,30	120
30—40	650	600	—	50	6,5	0,20	100
Vyloužená černozem porostlá ovsem							
0—22	1060	600	60	400	6,5	0,38	110
22—32	700	200	400	100	6,4	0,35	110
32—42	1500	800	600	100	6,5	0,20	110

Účinnost okysličovacích a hydrolytických procesů je ve vyluhovaných černozemích lesostepního pásma vcelku mnohem menší než v náhorních půdách Zabajkalí.

Pokud jde o biogenost půdy, jsou kulturní půdy bohatší než půdy panenské. Převládajícími skupinami edafonu jsou ve všech polích bakterie. Jestliže v panen-

ské půdě převládají nespornosné formy, pak pod pícninami a ovšem převládají bacilární, a to pod pícninami *Bacillus mesentericus*, pod ovšem *Bacillus mycoides* a *Bacillus cereus*.

V panenské půdě je poměrně více aktinomycet než hub, kdežto v půdě porostlé ovšem je tomu naopak. Houbová flóra je poměrně chudá. Pod pícninami jsou kromě hub rodu *Penicillium* ještě houby rodu *Eusarium* a *Zygodesmium*, pod ovšem *Zygorrhynchus*.

Uvedené údaje ukazují na určité rozdíly v použitých testech půd různých krajín. Například aktivita katalázy je desetinasobně vyšší v náhorní stepi Zabajkalska než v kulturních půdách lesostepí.

Oxydační aktivita je více vyjádřena v solončacích než v půdách kaštanových a černozemních.

Je zajímavé, že při poměrně nepatrném množství mikroorganismů v solončaku Charanora je aktivita půdních enzymů vyšší než v jiných půdách téže krajiny nebo ve vyluhované černozemi. Vysvětlujeme si tuto skutečnost podle předběžných údajů takto: za prvé převládáním relativního množství hub a aktinomycet, které mají mohutnější fermentativní aparát než bakterie a za druhé větší fyziologickou aktivitou edafonu jako celku ve srovnání s edafonem v jiných faciích krajiny nebo krajín.

Dalším faktem, který vyplývá z uvedeného experimentálního materiálu, je to, že biologická aktivita (v daném případě měřená podle aktivity katalázy a sacharázy) nemůže být indikátorem úrodnosti půdy, nýbrž pouze ukazatelem zaměření biochemických procesů probíhajících v edafonu. Přitom se objevují některé zákonitosti v korelaci mezi aktivitou enzymů, biogeností a fyziologickým stavem edafonu jak jako celku, tak i jeho jednotlivými dominantními a asekatorními druhy. Této otázce bude věnována zvláštní zpráva.

Souhrn

1. Údaje o aktivitě fermentů (katalázy a sacharázy) dovolují odhalit zaměření biochemických procesů probíhajících v půdě.
2. Aktivita katalázy a sacharázy nemůže být indikátorem úrodnosti půdy, protože v kulturních půdách je tato aktivita nižší.
3. Mezi biogeností a aktivitou některých fermentů půdy není přímá závislost, protože tato aktivita souvisí s fyziologickým stavem zástupců edafonu.
4. Použití metody Novogrudského dovoluje odhalit mikrobiální obraz krajiny a nalézt edifikátory v různých krajínách.
5. Použití biochemických a mikrobiologických metod umožňuje zjistit rozdíly mezi krajínami i v nich.

К характеристике микробиологии некоторых ландшафтов Восточной Сибири

1. Данные определения активности ферментов (катализы и сахаразы) позволяют вскрыть направленность биохимических процессов, происходящих в почве.
2. Активность сахаразы и катализы не может быть индикатором плодородия, т. к. в окультуренных почвах эта активность ниже.
3. Нет прямой корреляции между биогенностью и активностью некоторых ферментов почвы, т. к. последняя связана с физиологическим состоянием представителей эдафона.
4. Использование метода Новогрудского позволяет вскрыть микробные пейзажи и выявить эдификаторов в разных ландшафтах.
5. Использование биохимических и микробиологических методов позволяет выявить различия в ландшафтах и внутри их.

Zur Charakteristik der Mikrobiologie einiger Gegenden Ostsibiriens

1. Angaben über die Aktivität der Fermente (Katalasen und Saccharasen) erlauben die Richtung der im Boden verlaufenden biochemischen Prozesse aufzudecken.

2. Die Aktivität der Katalase und Saccharase kann kein Indikator für die Bodenfruchtbarkeit sein, da in Kulturböden diese Aktivität geringer ist.

3. Zwischen der Biogenität und der Aktivität gewisser Bodenfermente besteht kein direkter Zusammenhang, da diese Aktivität mit dem psychologischen Zustand der Vertreter des Edaphons zusammenhängt.

4. Die Verwendung der Methode nach Novogradsky erlaubt, das mikrobielle Bild der Gegend aufzudecken und in verschiedenen Gebieten Edifikatoren zu finden.

5. Die Verwendung biochemischer und mikrobiologischer Methoden ermöglicht, Unterschiede zwischen den Gebieten und auch innerhalb der Gebiete festzustellen.

III. konference půdních mikrobiologů	681
--	-----

Kořenová exkrece a osídlování rhizosféry mikroorganismy

Vančura V., Hovadík A.: O kořenových výměšcích rostlin О корневых выделениях растений The Root Excretions of Plants	683
Vágnerová K., Vančura V., Lasík J.: Rhizosférní mikroflóra pšenice. IV. Rozvoj mikroorganismů povrchu kořenů, rhizosférní a volné půdy v prostředí s kořenovými výměškami Ризосферная микрофлора пшеницы. — IV. Развитие микроорганизмов поверх- ности корней, ризосферной и свободной почвы в среде с корневыми выде- лениями The Rhizosphere Microflora of Wheat. IV. The Development of Microorga- nisms of the Root Surface of Rhizosphere and of Free Soil in a Medium with Root Excretions	687
Čatská V., Macura J.: Význam kořenových výměšků pro osídlování ko- řenů pšenice houbami Значение корневых выделений для заселения корней пшеницы грибами The Importance of Root Excretions of the Wheat Roots Colonization with Fungi	692
Kaunat H.: Bakterie potřebující růstové látky izolované z vnitřní rhizo- sféry kulturních rostlin. V. Charakteristika bakterií máku (<i>Papaver somni- ferum</i>) Бактериям нужны ростовые вещества, изолированные из внутренней ризо- сферы культурных растений. — V. Характеристика бактерий мака (<i>Papaver somniaferum</i>) Wachstoffsstoffbedürftige Bakterien aus der engen Rhizosphäre von Kultur- pflanzen. V. Charakteristik der Bakterien von Mohn (<i>Papaver somniferum</i>)	696
Vraný J., Macura J.: Ovlivnění mikroflóry povrchu kořenů rostlin anti- biotiky Влияние антибиотиков на микрофлору поверхности корней растений Influencing of the Microflora of the Surface of Plant Roots by Means of Antibiotics	702
Kubíková J.: Dominantní výskyt houby <i>Cylindrocarpon radicola</i> Wr. na povrchu kořenů rostlin Доминирующее появление гриба <i>Cylindrocarpon radicola</i> Wr. на поверх- ности корней растений The Dominant Occurrence of the Fungus <i>Cylindrocarpon radicola</i> Wr. on Surface Plant Roots	706

Funkce rhizosféry mikroflóry v životě rostliny

- Müller G., Winkler H.: Příspěvek k působení nižších hub na růst a obsah minerálních látek vyšších rostlin
 К вопросу действия низших грибов на рост и содержание минеральных веществ высших растений
 Beitrag zur Wirkung niederer Pilze auf das Wachstum und den Mineralstoffgehalt höherer Pflanzen 711
- Lasík J., Staněk M.: *Xanthomonas fuscans* (Burkholder) Burk. v rhizosféře fazole (*Phaseolus vulgaris* L.)
Xanthomonas fuscans (Burkholder) Burk. в ризосфере фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.)
Xanthomonas fuscans (Burkholder) Burk. in the Rhizosphere of the common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) 715
- Staněk M.: Klíčení chlamydospor houby *Ustilago zae* (Beckm.) Unger v rhizosféře kukuřice
 Прорастание хламидоспор гриба *Ustilago zae* (Beckm.) Unger в ризосфере кукурузы
 The Germination of Chlamydospores of the Fungus *Ustilago zae* (Beckm.) Unger in the Rhizosphere of Maize 721
- Němec A., Pecina L.: Zkušenosti v použití azotobakterového přípravku k bakterizaci brambor
 Опыт с применением азотобактерного препарата при бактеризации картофеля
 Experiences with the Application of an Azotobacterial Preparation in the Bacterization of Potatoes 725
- Symbiotické vztahy rostlin a mikroorganismů**
- Hamatová E.: Specifita *Rhizobium japonicum* vůči různým odrudám sóji
 Специфичность *Rhizobium japonicum* по отношению к разным сортам сои
 The Specificity of *Rhizobium japonicum* Towards Various Soya Varieties 728
- Plišková M.: Respirační aktivita *Rhizobium japonicum*
 Респирационная активность *Rhizobium japonicum*
 The Respiratory Activity of *Rhizobium japonicum* 731
- Oplištilová K., Vančura V.: Růstově aktivní látky v kultuře bakterií rodu *Rhizobium*
 Ростové активные вещества в культуре клубеньковых бактерий рода *Rhizobium*
 Growth Stimulating Substances in a Culture of Bacteria of the Genus *Rhizobium* 734
- Vintiková H.: Některé morfologické poznatky při kultivaci rhizobií 737
- Apltaufer J.: Výběr kmenů *Rhizobium lupini* a jejich odrudová specifita
 Отбор штаммов *Rhizobium lupini* и их сортовая специфичность
 The Selection of Strains of *Rhizobium lupini* and their Varietal Specificity 738

- Dorosniskij L. M.: Úloha hlízkových bakterií v dusíkaté výživě luskovin
 Роль клубеньковых бактерий в азотном питании бобовых растений
 Die Aufgabe der Knöllchenbakterien in der Stickstoffernährung von Hülsenfrüchten 741
- Mejstřík V.: Cytologická studie o endotrofní mykorrhize u *Gramineae*
 Цитологическое изучение эндотрофной микоризы у *Gramineae*
 A Cytological Study on the Endotrophic Mycorrhiza in *Gramineae* . . . 744

Vliv obdělávání a hnojení na mikroflóru a mikrobiologické pochody v půdě

- Mišustin E. N., Vostrov I. S.: Biologické základy zpracování půdy
 Биологические основы обработки почвы
 Die biologischen Grundlagen der Bodenbearbeitung 752
- Řídký K.: Půdní mikroflóra a pšenice ozimá po různých předplodinách
 Почвенная микрофлора и озимая пшеница после разных предшественников
 The Soil Microflora and Winter Wheat after Various Preceding Crops . . . 756
- Ambrožová M.: Působení formy a způsobu dodávání minerálních hnojiv v závlahových podmínkách na životní činnost půdních mikroorganismů
 Действие формы и способа внесения минеральных удобрений в орошаемых условиях на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов
 The Influence of the Form and of the Method of Application of Mineral Fertilizers together with Irrigation on the Activity of Soil Microorganisms . . . 759
- Apłtauer A., Skopalíková O.: Vliv zeleného hnojení na půdní mikroflóru
 Влияние зеленого удобрения на почвенную микрофлору
 The Influence of Green Manuring on the Soil Microflora 764
- Nováková J.: Použití metody stanovení respiračních kvocientů během zrání organických hnojiv
 Использование метода определения респирационных квоциентов в процессе созревания органических удобрений
 The Application of the Method of Determination of Respiration Quotients in the Course of the Ripening of Organic Fertilizers 767
- Novák B., Kozová J., Löbl F., Apfelthaler R.: Vliv organických látek v různém stupni humifikace na mikrobiologické a biochemické pochody v půdě
 Влияние органических веществ в различной степени гумификации на микробиологические и биохимические процессы в почве
 The Influence of Organic Substances in Different Stages of Humification on Microbiological and Biochemical Processes in Soil 770

Procesy mineralizace organických látek v půdě

- Vágnér M.: K některým otázkám koloběhu uhlíku a dusíku v půdě z hlediska metodického
 К некоторым вопросам обращения углерода и азота в почве с методической точки зрения
 On Some Problems Concerning the Cycle of Carbon and Nitrogen in the Soil from the Methodical Point on View 780

Macura J., Kunc F.: Biologická immobilizace minerálních živin v půdě Биологическая иммобилизация минеральных питательных веществ в почве Biological Immobilization of Mineral Nutrients in Soil	785
Macura J., Szolnoki J., Vančura V.: Rozklad glukózy v půdě Разложение глюкозы в почве Decomposition of Glucose in Soil	788
Kozová J., Belzová M.: Účast mykobakterií na rozkladu celulózy v půdě Роль миксобактерий в разложении целлюлозы в почве The Participation of Mycobacteria at the Decomposition of Cellulose in the Soil	792
Unger H.: Je možno stanovit celulóзовým testem i nepatrné kvantitativní rozdíly v celulólytické aktivitě půdy? Sledováno s pokusech se zavlažováním Возможно ли определить при помощи целлюлозного теста даже незначительные количественные различия в целлюлолитической активности почвы? Изучалось в опытах с орошением Sind mit dem Zellulosestest auch geringe quantitative Unterschiede in der zellulolytischen Aktivität der Böden erfaßbar? Erläutert an einem Be- regnungsversuch (Kirschhasel 1958)	794
Freitag M. E.: O rozkladu rostlinné hmoty v půdě О разложении растительной массы в почве. Über die Zersetzung von pflanzlichem Material im Boden	798
Ambrož Z.: Příspěvek k poznání proteolýzy v půdě К вопросу познания протеолиза в почве Notes on the Proteolysis in the Soil	802
Nikitin D. I.: Způsoby rozkladu humusových látek v půdě Пути распада гумусовых веществ почв Über die Arten der Zersetzung von Humusstoffen im Boden	806

Metody studia půdní mikroflóry

Půdní fauna

Jančařík V., Temmllová B.: Metoda pravděpodobného určení ohnisek půdních patogenních hub Метод вероятного установления очагов почвенных патогенных грибов Methode der wahrscheinlichen Herdenbestimmung der pathogenen Boden- pilze	812
Vacek J.: Zkušenosti získané při měření respirace lesních půd v makro- respirometru Опыт, полученный при измерении респирации лесных почв в макро- респирометре Experiences Gained with the Measuring of the Respiration of Forest Soils by Means of the Macrorespirometer	818

Steinbrenner K.: Výzkum četnosti výskytu chvostoskoků v pokuse s osevním postupem	
Исследование многочисленности появления хвостонжек в опыте с севооборотом	
Untersuchungen über die Besiedelungsdichte der Collembolen in einem Fruchtfolgeversuch	821

Nosek J.: Vztah Apterogyt k některým rostlinným společenstvům v Nízkých Tatrách	
Отношение бескрылых насекомых к некоторым растительным сообществам в Низких Татрах	
The Relation of Apterogytes to Some Plant Communities in the Low Tatras	825

Ekologie půdních mikroorganismů

Seifert J.: Vliv půdních strukturních agregátů na intenzitu nitrifikace	
Влияние почвенных структурных агрегатов на интенсивность нитрификации	
The Influence of Soil Structural Aggregates on the Intensity of Nitrification	832

Ůlehlová B.: Vliv nitrátového dusíku na nitrifikaci	
Влияние нитратного азота на нитрификацию	
The Influence of the Physical State of Soil on Nitrification	838

Ůlehlová B.: Vliv fyzikálního stavu půdy na nitrifikaci	
Влияние физического состояния почвы на нитрификацию	
The Influence of the Physical State of Soil in Nitrification	838

Kobus J., Strzelcowa A.: Určování nitrifikační schopnosti půd Lees-Quastelovým přístrojem	
Определение нитрификационной способности почв прибором Леес-Квастела	
Oznaczenie zdolności nityfikacyjnej gleby za pomocą aparatu Leesa i Quastela	841

Moravcová-Husová M.: Nitrifikace v různých vývovových stadiích půd	
Нитрификация в различных стадиях развития почвы	
Nitrifikation in verschiedenen Entwicklungsstadien der Böden	845

Moravec J.: Stanovištní podmínky nitrifikační schopnosti půd některých lučních rostlinných společenstev	
Влияние условий местности на нитрификационную способность почв некоторых луговых растительных сообществ	
Standortsbedingungen der Nitrifikationsfähigkeit der Böden einiger Wiesengesellschaften	852

Drobníková V.: Použití radioizotopů při studiu přeměn látek v půdě	
Применение радиоизотопов при изучении обмена веществ в почве	
The Application of Radioisotopes in the Study of Soil Metabolism	859

Bernát J.: Mineralizácia nukleových kyselín	
Минерализация нуклеиновых кислот	
Mineralization of Nucleic Acids	862

Bernát J., Dúbravská V.: Mineralizácia lecitínu	
Минерализация лецитина	
Mineralization of Lecithin	865
Kozlov K. A.: K charakteristice mikrobiologie některých krajín Východní Sibiře	
К характеристике микробиологии некоторых ландшафтов Восточной Сибири	
Zur Charakteristik der Mikrobiologie einiger Gegenden Ostsibiriens . . .	868

PŘEHLED ZAHRANIČNÍ LITERATURY Z OBORU PŮDNÍ MIKROBIOLOGIE

Výběr z nejnovější literatury, která došla do studijního a dokumentačního střediska ÚVTI

Rhizosférní mikroflóra

- Afanasjeva A. L., Dudčenko V. G.: O účinnosti bakteriálních hnojiv. 1963, Zemledělie, r. 25, č. 4, str. 63-70.
- Arkaděva Z. A.: Vzájemné působení kukuřice s některými bakteriemi kořenové mikroflóry. 1963, Mikrobiologija, r. 32, č. 1, str. 79-85.
- Arkaděva Z. A.: Vzájemný vztah pohanky a *Micrococcus* sp. 1963, Mikrobiologija, r. 32, č. 2, str. 277-280.
- Balicka N., Kosinkiewicz B.: Využití některých vazeb dusíku mikroorganismy rhizosféry. 1962, Berlin, Tagungsber. DAL, č. 44, str. 47-55.
- Béres J.: Studium chemické reakce kořenového systému brambor a rhizosféry v souvislosti s degenerací brambor. 1963, Agrokémia és talajtan, r. 12, č. 1, str. 135-144.
- Berezova E. F.: Efektivnost bakteriálních hnojiv. 1963, Mikrobiologija, r. 32, č. 2, str. 358-361.
- Imšeněckij A. A.: Mezinárodní mikr. kongres. Zemědělská a technická mikrobiologie. 1963, Mikrobiologija, r. 32, č. 2, str. 334-351.
- Klincare A. A.: Vliv streptomycinu na množství epifytních a kořenových mikroorganismů rostlin. 1963, Izd. AN Latvijskoj SSR, Mikroorg. i rastěnijs, Trudy instituta, sv. 18, str. 31-39.
- Rajčeva L.: Mikroflóra v rhizosféře, v kořenové zóně a na kořenech vike a ovsa. 1962, Sofia, Izd. Bgars. Akad. Nauk, Izv. na central. nauč.-issled. Inst. po Počvozu i Agrotech., sv. 2, str. 91-110.
- Stalij V. T.: Nahromadění vitamínů (biotin, thiamin) v rhizosféře ozimé pšenice. 1963, Mikrobiol. žurnal, r. 25, č. 2, str. 6-10.

Vliv obdělávání a hnojení na půdní mikroflóru

- Beršova O. I.: Účinek mikroelementů na dýchání některých mikroorganismů v rhizosféře. 1962, Kyjev, Pr. mikr. pol. i rad., iz. v sch., str. 149-153.
- Kresliň D. Ja.: Změna množství rhizosférních mikroorganismů pod vlivem stopových prvků Mn, Cu, Zn. 1963, Izd. Ak. nauk Latvijskoj SSR, Mikroorg. a rastěnijs, Trudy inst., sv. 18, str. 61-69.
- Kresliň D. Ja.: Vliv stopových prvků Mn, Cu, Zn na množství, aktivitu a účinnost *Azotobacter chroococcum*. 1963, Izd. AN Latvijskoj SSR, Mikroorg. i rastěnijs, Trudy inst., sv. 18, str. 41-60.
- Ljunggren H.: Bakterie využívající vzdušný dusík. 1963, Försök och Forsking, r. 20, č. 2, str. 9-11.
- Manil P.: Vliv organického hnojiva živočišného původu na půdní mikroflóru. 1962, Annales de Gambloux, r. 68, č. 4, str. 355-358.
- Mišustin E.: Biologické základy zpracování půdy. Překlad ÚVTI, P 482/63.
- Müller G.: Půdně biologické změny vyvolané organickými hnojivy. 1962, Berlin, Tagungsber. DAL, č. 44, str. 39-45.

- Stegeman S.: Organické složky půdní a jejich význam pro život rostlin a půdní mikroflóru. 1962, Organische Landbau, r. 5, č. 5. str. 95-97.
- Szegi J., Gulyás F.: Vliv produktů látkové výměny některých celulólytických mikroorganismů na dýchání azotobaktera a klíčivost semen vojtěšky. 1963, Agrokémia és talajtan, r. 12, č. 1, str. 99-106.
- Vlasjuk P. A.: Vliv Mn-stopových hnojiv na půdní mikroflóru. 1962, Kyjev, Věd. Ukr. Ak. silskogosp. nauk, Marganceva živlennja i udobrennja roslin, str. 150-171.

Metody studia půdní mikroflóry

- Bochov H.: Výzkum možnosti zjednodušení deskové metody pro půdně-mikrobiologické práce. Překlad ÚVTI, P 476/63.
- Kobus J.: Určování nitrifikační schopnosti půd Less-Quastelovým přístrojem. Překlad ÚVTI, P 480/63.
- Vitgeft A. E.: Použití analýzy rozptylu při zjišťování chyb při početním sledování půdní mikroflóry. 1963, Mikrobiologija, r. 32, č. 2, str. 327-333.
- Volarovič M. P., Tropin V. P.: Studium mikroflóry rašelin metodou elektronové mikroskopie. 1963, Mikrobiologija, r. 32, č. 2, str. 281-287.

Symbiotické vztahy rostlin a mikroorganismů

- Bjälfe G.: Účinnost hlízkových bakterií. 1963, Plant and Soil, r. 18, č. 1, str. 70-76.
- Dorosinskij: Úloha hlízkových bakterií v dusíkaté výživě luskovin. Překlad ÚVTI, P 481/63.
- Kalninš A. D.: Zesílení působení nitraginu u různých druhů jetele pomocí aktivních forem hlízkových bakterií. 1963, Izd. AN Latvij-skoj SSR, Mikroorganizmy a rast., Trudy inst., sv. 18, str. 3-15.
- Rajčeva I.: Rozšíření a virulence hlízkových bakterií vikve v Bulharsku. 1962, Sofija, Izv. na naučnoissled. inst. po počvoznanje i agro-technika „Nikola Puškarov“, str. 167-185.

Ekologie půdních mikroorganismů

- Popova T. E.: Rozdělení mikroorganismů v profilu zavlažovaných typických illimerisovaných černozemí. 1963, Mikrobiologija, r. 32, č. 1, str. 94-98.
- Schmiedeknecht M.: Ekologie mikroflóry v půdě. 1961, Berlin, Tagungsber. DAL, č. 41, str. 145-152.

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozborů a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav vědeckotechnických informací ministerstva zemědělství, lesního a vodního hospodářství. Vychází měsíčně. Celoroční předplatné 216 Kčs. Redakce: Praha 2, Máne-sova 75, telefon 274551-8. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS — ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ul. 14, Praha 1. Lze též objednat u každé pošty nebo doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, odd. vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Vytiskl Mír, novinářské závody, n. p., závod 2, provozovna 22, Legerova 22, Praha 2.

A-02*31336