

Jaromír Seifert:

Bioorganominerální komplex jako hodnotící hledisko půdně mikrobiologických rozborů

V geobotanických studiích, které se zabývají vztahy rostlin k půdě, nacházíme v poslední době vedle chemických a fyzikálních rozborů půdy i údaje, které se týkají půdní mikroflory. Je to proto, že mikrobiologický rozbor dovede přesněji postihnout jemné odchylky v půdní dynamice než kterýkoliv rozbor jiný. I velmi přesný chemický rozbor nemůže říci téměř nic o procesech, při nichž dochází ke směnám ve složení dusíkatých sloučenin, nemůže nám zachytit jejich intenzitu. Při tom je dusík nejdůležitějším biogenním prvkem, který se účastní nejen při výživě rostlin přímo, nýbrž je aktivně účastný i na procesech humifikace a tím i na tvorbě půdní struktury a základem všech mikrobiologických procesů. Bez znalostí dynamiky dusíku nemůžeme stanovit půdní úrodnost a ani ovládat agrochemické zásahy do půdy.

Methody půdní mikrobiologie jsou pro geobotanika sběhlého v laboratorní praxi celkem jednoduché a snadno osvojitelné. To, co je při půdně mikrobiologickém rozboru obtížné, je hodnocení výsledků. Zejména tam, kde si pracovníci neosvojili nové názory na půdu a dívají se na činnost mikroorganismů jednostranně, kde si neuvědomují jejich syntetickou činnost a prvořadou důležitost při vytváření půdy, tam z mikrobiologického rozboru se sotva použije víc než z běžného chemického rozboru. Někdy je dokonce může mikrobiologický rozbor zavést na nesprávnou cestu.

Pro dokonalé využití výsledků mikrobiologických rozborů je nutné mít správnou představu o životě v půdě, o úloze mikroorganismů při půdotvorném procesu i při výživě rostlin. Tuto představu nám dává nauka V. R. Vil'jamsa, která je syntesou a zevšeobecněním všech dosavadních poznatků o půdě. Dnes, kdy dila V. R. Vil'jamsa jsou všeobecně dostupná a kdy o jeho pracích bylo referováno i v našem tisku, zejména v souvislosti s travoplnými osevními postupy, stačí, uvedeme-li nejpodstatnější these této nauky, uvedeme-li to, co je pro mikrobiologa základním vodítkem.

Z Vil'jamsovy nauky vyplývá, že půda není jen místem, kde mikroorganismy žijí, nýbrž že je přímo produktem jejich činnosti. Půda vzniká činností zelených rostlin a mikroorganismů. Bez živých organismů není půdy. Mezi zelenými rostlinami na povrchu půdy a půdními organismy existují zákonité vztahy. Obě skupiny organismů vytvářejí společenstva, Vil'jamsa nazývaná formacemi. V celku existují tři základní formace: lesní, luční a stepní a každá z nich je spojena s určitým úsekem jednotného půdotvorného procesu, každá z nich je charakterisována jinými skupinami mikrobů. Je proto nutné pro mikrobiologa si uvědomit, ke které formaci studovaná půda patří, ježto tím jsou určeny i metody studia i způsoby vyhodnocování.

Zatím co v lesních půdách může být podle G o g o l e v a (6) stupeň amonisace ukazovatelem inhibice takových bakteriálních procesů jako je nitrifikace, je v půdách lučních a stepních amonisace nutným předpokladem takovýchto procesů. V prvním případě se totiž amonisace uskutečňuje převážně činností plísní, v druhém případě činností specifikované skupiny bakterií. Při studiu půd v stepní a lesní formaci je nezbytné spojit práci mikrobiologa s výzkumem mikroklimatu, ježto zde ohraničujícími faktory půdních procesů bývají činitelé klimatičtí (vláha, teplota), v luční formaci je třeba doplnit naše údaje podrobným chemickým rozбором, neboť zde bývá často ohraničujícím faktorem nedostatek minerálních látek.

Po srpnovém zasedání VASCHNIL v r. 1948 je Vil'j a m s o v a nauka rozpracovávána sovětskými mikrobiology intenzivněji než dříve. Máme možnost se proto seznámit v četných pracích s linií, po jaké použití Vil'j a m s o v y nauky v mikrobiologii probíhá.

Pro geobotanická studia má největší význam theorie bioorganominerálního komplexu vypracovaná již dříve L a z a r e v e m (5) a založená na pracích V i n o g r a d s k é h o a V i l'j a m s e. S hlediska V i l'j a m s o v y nauky je pak tato theorie rozpracována zejména pracovníky Vsesojuznogo-naučno-issledovatel'skogo instituta sel'sko-chozjajstvennoj mikrobiologii. U nás o této theorii referoval před časem K á š (7) a proto se zmíním jen o jejich základních rysech.

L a z a r e v se dívá na půdu jako na heterogenní systém, který sestává jednak z části inertní, jednak z části aktivní. Inertní část tvoří jakousi kostru a aktivní část náplň. Do aktivní části řadíme koloidy, organické látky a živé organismy. Dále sem patří roztoky minerálních látek a plyny rozpuštěné v půdním roztoku a vzduchu. Souborně se tato aktivní část nazývá bioorganominerální systém. Jeho rozměr je dán množstvím veškerého dusíku. L a z a r e v totiž vychází z předpokladu, že ukazovatelem půdní aktivity může být jen takový prvek, který se dostává do půdy činností živých organismů. A dusík takovým prvkem je.

Bioorganominerální komplex je heterogenní soustavou, která se skládá z prostých systémů, lokalizovaných ve zvláštních mikrozonách, jakými jsou půdní částičky. Tyto prosté systémy nazývá L a z a r e v s t a d i e m i procesu mineralisace a synthesy organických látek. Stadia se vyvíjejí v půdě pod vlivem různých faktorů a jsou zde ohraničena určitou sférou. L a z a r e v popisuje čtyři z těchto prostých systémů, jejichž vymezení má však podmíněný charakter (1, 2, 3, 4, 5).

První systém tvoří mikrozony s bílkovinnými látkami rostlinného a živočišného původu. Na jejich rozkladu se podílejí hnilobné bakterie neboli z y m o g e n n í mikroflora.

Druhý systém zahrnuje mikrozony, které obsahují látky s širokým poměrem C : N. Rozklad zde provádí autochtonní mikroflora A, a výsledkem její činnosti je tvorba t. zv. alfa humátů.

Třetí systém zahrnuje mikrozony, kde probíhá energetická mineralisace humusových látek a produktů jejich rozpadu pod vlivem autochtonní mikroflory B.

Čtvrtý systém zahrnuje mikrozony, které obsahují těžce rozpustné humáty (t. zv. beta humáty).

Pro charakteristiku půd je nejdůležitější systém druhý a třetí zejména, neboť rozvojem třetího systému jsou rostliny opatrovány nutnou minerální výživou.

Umístění různých skupin mikrobů v těchto dvou systémech je různými badateli prováděno různě. S určitostí patří do druhého plísňě a anaerobní bakterie všeobecně, a do třetího aerobní poutači dusíku, nitrifikační bakterie, aerobní rozkládači celulosy, rozkládači humátů a bakterie mineralisující organické sloučeniny fosforu.

Různé jsou řazeny nesporeující amonisační bakterie, bakterie máselného a pektinového kvašení, anaerobní poutači dusíku (*Clostridium pasteurianum*) a anaerobní bakterie celulosové.

Výživa rostlin je zabezpečena rozvojem třetího systému. Avšak samotný třetí typ při málo vyvinutém systému druhém vede k rychlému ochuzování půdy o humáty a k ničení půdní struktury. Převahu druhého systému nad ostatními zjistíme při rozkladu nahloučených rostlinných zbytků. Za těchto podmínek je půda neúrodná pro vyšší rostliny, ježto nemá pro ně k dispozici minerální látky. Z toho vidíme, jak zdaleka nestačí stanovit počet mikroorganismů v půdě k posouzení její úrodnosti. Při rozvoji druhého systému najdeme velké množství mikroorganismů a přece nemůžeme mluvit o půdě, která zabezpečuje minerální výživu rostlin. Stanovení poměru obou systémů je důležité pro některé agrochemické zásahy. Tak při vyvinutém druhém a potlačeném třetím typu nedocházejí k dostatečnému uplatnění minerální hnojiva, neboť jsou převážně spotřebována mikroorganismy a rostlinám se dostanou jen v malém množství. Za těchto podmínek se efekt minerálního hnojení objeví až po vystřídání druhého systému systémem třetím, kdy vázané minerální látky jsou postupně uvolňovány.

Geobotanik nestuduje půdu nikdy pro ni samu, nýbrž jako součást prostředí, v němž žijí rostliny. Proto studium provádí ve vztahu k životu rostlin. Zjišťuje, jak půda poskytuje rostlinám prvky minerální výživy, dusíkaté látky a vodu, neboli stanoví t. zv. půdní úrodnost. Vzhledem k tomu, že otázka zásobení rostlin potravou je záležitostí třetího systému a otázka zásobování vodou záležitostí stavu humusu, tedy otázkou druhého systému, vysvitne nám zásadní důležitost znalosti těchto systémů, abychom si mohli na kladené otázky odpovědět.

Na příkladu jedné své starší a dosud nepublikované práce chci ukázat, jak použití bioorganominerálního systému nám umožňuje charakterisovat mikrobiologickými methodami půdu přesněji než samotným chemickým a fyzikálním rozбором.

Zmíněná práce vznikla z popudu Dr. B. V á l k a, který v roce 1947 publikoval ve Sborníku ČAZ pojednání: Srovnání půdních vlastností v porostech *Brachypodium pinnati* a *Arrhenatherum elatioris* u Lochenic.

Na základě četných půdních analys (fyzikální a mechanický rozbor, rozbor tavením se sodou, rozbor vyluhu 20% HCl, vodní výluh, zjištění pevnosti vazeb kationtů v sorpčním komplexu) mohl pouze zjistit: . . . že chemická dynamika půdní je opravdu zcela jiná v *Arrhenatheru* než v *Brachypodietu*. Na jedné straně děje směřující k ochuzování půdy o základní půdní kationty, zvláště o Ca ve formě uhličitánové a na druhé straně nápadně vyšší obsah opět vápníku ve formě uhličitanu vápenatého . . . Po vyjití článku se

obrátil B. V á l e k na autora tohoto pojednání s návrhem, aby doplnil jeho studii mikrobiologickým rozborom, který podle jeho mínění musí dát jasnější výsledky než rozbor chemický a fyzikální. Práce byla provedena v roce 1948 a bylo o ni částečně referováno v přednášce v Čs. botanické spol. v r. 1951.

Základní linií rozboru byla snaha zachytit všechny procesy, které se týkají koloběhu dusíku. Některé z nich byly zachyceny v jejich průběhu, jiné stanoveny podle počtu specifických mikroorganismů. Některé byly zachyceny oběma způsoby. Výsledky jsou zaznamenány v tabulce 1 a v grafech 1 a 2.

TABULKA I.

Označení asociace	Aktivní reakce půdy		Výměnná reakce půdy		CaO (celkový) v %	CaO (v jílovém podílu)	Ztráta žháním	Veškerý humus	Veškerý uhlík	Veškerý dusík	C : N	Počet bakterií na MPA	Sporocytophaga myxoc.	Cytophaga silvestris	Cytophaga aurantiaca	Cellfalecula flav.	Cellfalecula ochracea	Cellfalecula ochroleuca	Azotobacter	Amylobacter
Br	7,1	6,9	3,46	2,31	5,63	2,71	1,55	0,18	8,6	650.000	++	++	+	+	++				+	10.000
Ar	6,9	6,4	3,05	1,20	8,06	1,82	1,04	0,18	5,8	280.000				++ ++				+		15.000

Druhý systém bioorganominerálního komplexu je reprezentován amonisačními bakteriemi (na MPA) a bakteriemi máselného kvašení (*Clostridium pasteurianum*). Rozdíl v množství obou skupin ve studovaných rostlinných společenstvech nám ukazuje na to, že pod *Brachypodietem* probíhá intensivnější humifikace, že se zde tvoří větší množství činného humusu (alfa humáty podle L a z a r e v a). Jsou zde tedy předpoklady k tvorbě půdní struktury (3). K velkému nahromadění těchto látek zde však nedochází, neboť *Brachypodietum* má též dobře vyvinutý systém mineralisace a velkou potenciální schopnost nitrifikace, která je ukazovatelem intenzity rozkladu humátů. Při porovnání rozdílů mezi přirozenou amonisací a nitrifikací v obou společenstvech však vidíme, že akumulace humátů má v *Brachypodietu* tendenci stoupavou. V každém případě má *Brachypodietum* větší možnost regulace při uvolňování prvků minerální a dusíkaté výživy rostlin, což je pro posouzení půdní úrodnosti významnou vlastností. I z ostatních složek třetího systému plyne, že *Brachypodietum* je biologicky aktivnější, o čemž svědčí i velikost přirozené biologické aktivity (graf 3).

Z celkové biologické aktivity plyne, že potenciální vlastnosti obou půd jsou téměř totožné, což nás, seznámíme-li se s výsledky rozborů provedených V á l k e m (8) nijak neudivuje, neboť výsledky fyzikálního rozboru obou půd jsou prakticky totožné a chemického velmi blízké.

Závěr.

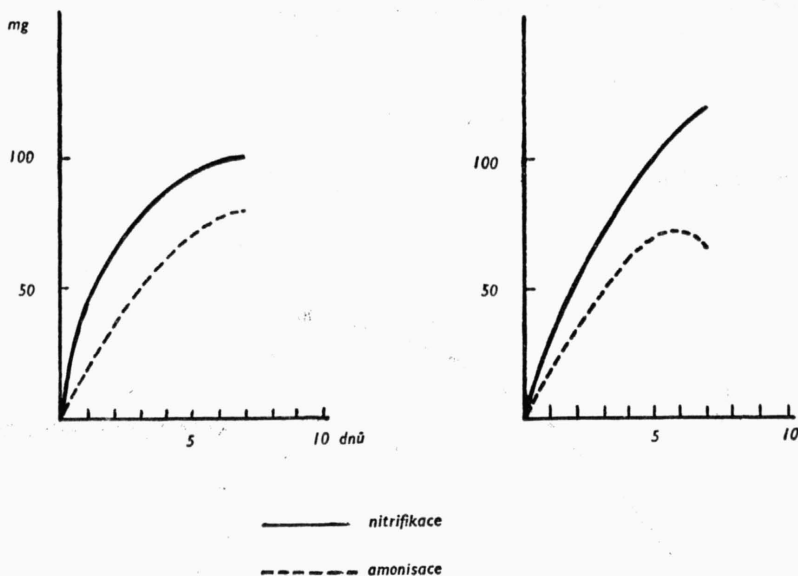
Z výsledků práce je zřejmé, že půda společenstva *Brachypodietum pinnati* je celkově aktivnější než půda společenstva *Arrhenatheretum elatioris*. Má větší potenciální možnost vytvářet struktury i větší aktuální schopnost uvolňovat živiny za současné vyšší regulační možnosti. S hlediska výživy rostlin to znamená, že v *Brachypodietu* jsou rostliny lépe a plynuleji zásobovány prvky minerální inclusive dusíkaté výživy a pravděpodobně i vodou.

Současně se můžeme přesvědčit, že mikrobiologický rozbor, je-li dobře vyhodnocen, vhodně doplňuje rozbor pedologický příp. agrochemický, a to právě v těch úsecích, které jsou pro výživu rostlin nejdůležitější, t. j. na úseku výživy dusíkem.

Graf č. 1.

BRACHYPODIETUM

ARRHENATERETUM



Я. С а й ф е р т:

Биоорганоминеральный комплекс как точка зрения для оценки микробиологических анализов почвы.

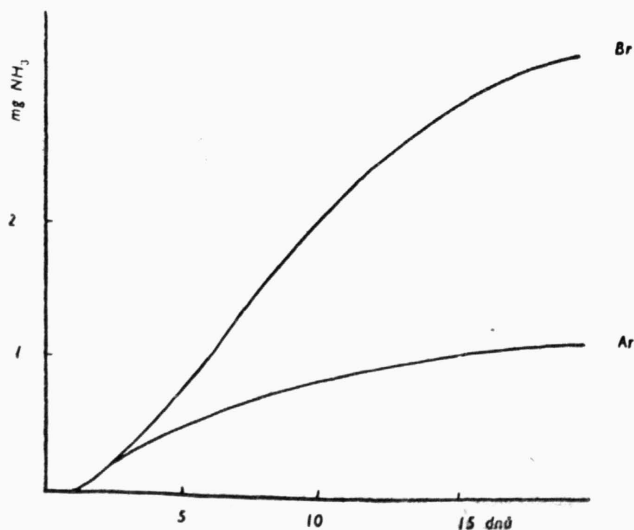
В работе исследованы микробиологические отношения в почвах растительного покрова *Arrhenateretum elatioris* и *Brachypodietum pinnati*. Установлено, что почва сообщества *Brachypodietum pinnati* в общем более активна, чем почва сообщества *Arrhenateretum elatioris*, она обладает большей потенциальной возможностью формирования структуры и большей актуальной способностью выделять питательные вещества при одновременной более высокой регуляционной возможности.

Отсюда следует с точки зрения питания растений, что в *Brachypodietum* растения лучше и более равномерно обеспечиваются элементами минеральных и азотных питательных веществ, правдоподобно и водой.

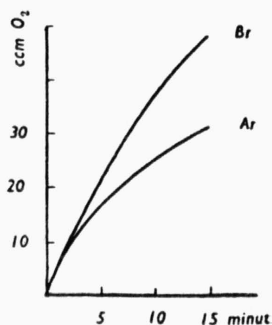
В работе можно вместе с тем убедиться, как теория биоорганоминерального комплекса, разработанная Лазаревым, помогает при оценке микробиологических анализов. При использовании этой теории микробиологический анализ показывает гораздо больше, чем агрохимический анализ, в чем можно убедиться сравнивая результаты этой работы с работой приведенной в литературе.

Graf č. 2.

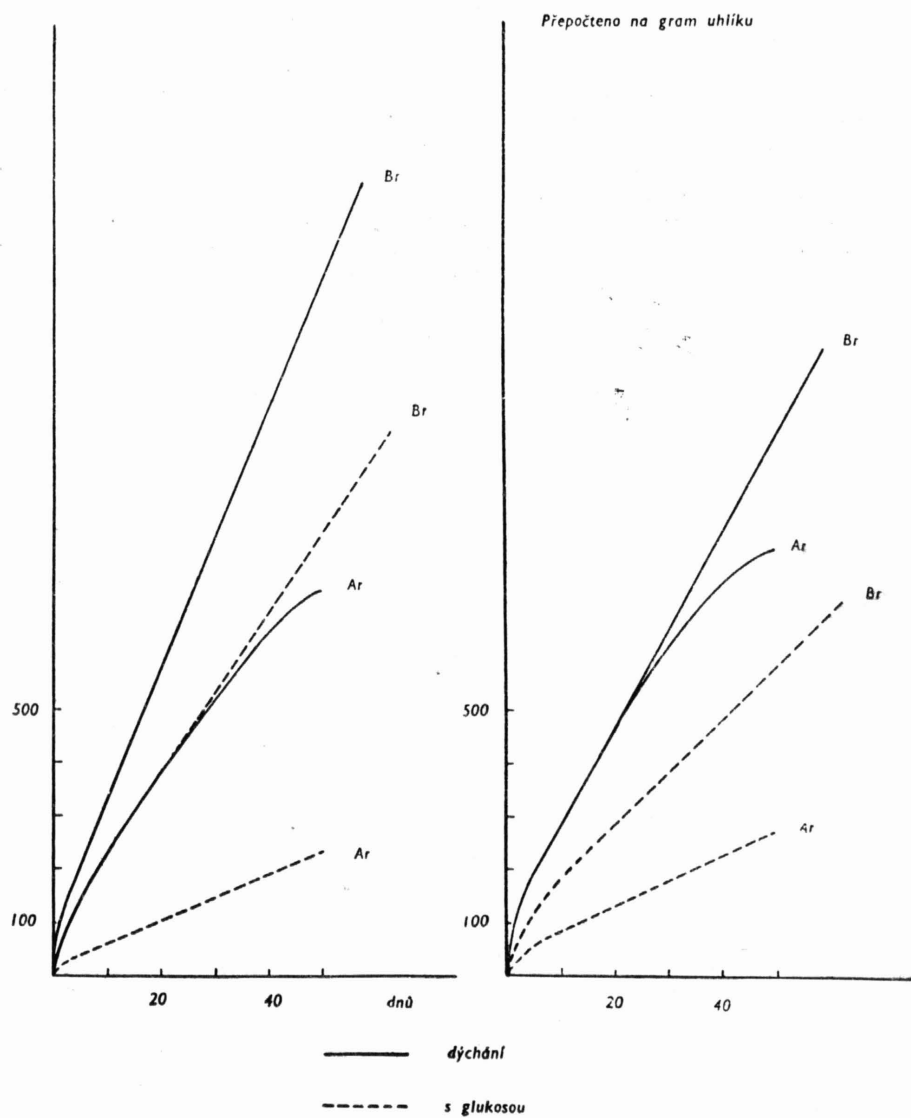
AMONISACE POCHON-ČAN



KATALYTICKÁ MOHUTNOST



BIOLOGICKÁ AKTIVITA



Literatura

1. Berezova E. F., Borodulina J. S., Oksentjan U. G., Finkelštejn M. J., Pevzner R. I.: Vlijanije izvěstkovanija na mikrofloru počvy i kornevoj systemy rastenija. Tr. Vses. nauč.-issled. in-ta s. ch. mikrobiologii. Tom XII. Moskva 1951.
2. Beresneva V. N. i Čemodanova E. V.: Mikroflora, razlagajuščaja rastitelnyje ostatky s obrazovanijem pereгноja, i jeje značenie dlja kornevogo pitaniya rastenij. Tr. Vses. nauč.-issled. in-ta mikrobiologii. Tom XII. Moskva 1951.
3. Bylinkina V. N., Beresneva V. N., Lazarev N. M. i Nikitina E. A.: Bakterialnoje udobrenije AMB i effektivnost ego primenenija. Tr. vses. nauč.-issled. in-ta mikrobiologii. Tom XII. Moskva 1951.
4. Dorosinskij L. M.: Rol mikroorganizmov v kornevom pitanii rastenij. Tr. Vses. nauč. issled. in-ta mikrobiologii. Tom XII. Moskva 1951.
5. Fedorov M. V.: Mikrobiologija. Moskva 1949.
6. Gogolev I. N.: K voprosu o genezise temnočetnyh (rendzinyh) počv pod lesom. Počvovedenije 1952—53: 241—250.
7. Káš V.: Důležité úkoly půdní mikrobiologie. Sep. publikace. Věstník ČAZ 1946.
8. Válek B.: Srovnání půdních vlastností v porostech *Brachypodium pinnati* a *Arrhenaterum elatioris* u Ločenic. Sborník ČAZ 1947: 413—421.