

Jaromír Seifert:

**Mikrobiologická studie půd některých lesních typů**

(Práce z mikrobiol. ústavu biol. fakulty Karlovy university v Praze)

Před několika lety publikoval B. Vincent (7) zajímavou studii o lesních typech z okolí Brna. Tyto lesní typy byly určeny na základě přesných analys hmotového přírůstku u všech zúčastněných dřevin a označeny jménem stanovištní rostliny pro ten který typ charakteristické. Jako nejlepší byl označen typ *Asarum europaeum*. Sestupnou řadou pak následují typy: *Asperula odorata*, *Carex pilosa*, *Carex digitata*, *Carex montana*, *Festuca ovina*. Rozdílnost jednotlivých typů vidí Vincent v rozdílných stanovištních podmínkách.

Jedním z nejdůležitějších stanovištních faktorů, který ovlivňuje tvorbu hmoty, je půda. Na stavu půdy jest závislá kořenová výživa rostlin. Zásobování rostlin živinami v půdě jest v převážné míře závislé na činnosti mikroorganismů, které mineralisují rostlinám nepřístupné organické zbytky a přeměňují je v látky rostlinám dostupné. Podle názoru T. D. Lyse n k a se rostliny živí nikoliv minerálními solemi, jak jsme se dříve domnívali, ale produkty životní činnosti mikroorganismů.

V lesnické půdní mikrobiologii nám dosud chybí příklady, na nichž by byla patrna závislost produkce hmoty na mikrobiologických procesech v půdě. V práci Vincentově jsem viděl příležitost si tyto závislosti ověřit. Proto jsem si vyžádal vzorky půd a stanovil v nich intenzitu některých mikrobiologických pochodů.

Z řady typů uvedených u Vincenta jsem zpracoval tyto: Z asociace *Abieto-querceto-fagetum* typ *Asarum europaeum* (vzorek č. 1—3), typ *Asperula odorata* (vzorek č. 4—6), typ *Carex pilosa* (vzorek č. 7—9), a typ *Carex digitata* (vzorek č. 10—12). Z asociace *Quercus robur-sessilis* typ *Festuca ovina* (vzorek č. 16—18). Vzorky byly odebrány začátkem července.

Jsou vesměs z polesí Lipůvka u Brna. Polesí patří do oblasti semihumidní (500—600 mm srážek). Z každého typu byly odebrány 3 vzorky z různých stanovišť. Půdní typ určen Vincentem jako šedá lesní půda. Mateční horninou je u vzorků č. 1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 11 diabas, u vzorků 3, 5, 9, 12, 18 aplit a u vzorků č. 16 a 17 gabrodiorit. Vzorky byly odebrány ze dvou vrstev, a to jednak z hrabanky a jednak z humosní půdy. Přesnější údaje o vzorcích jsou v tabulce č. 1.

V práci jsem se zabýval stanovením intenzity nitrifikačního procesu, rozsahem 3. systému bioorganominerálního komplexu (podle Lazareva) a biologickou aktivitou (4). Bylo pracováno se vzorky vyschlými na vzduchu.

Nitrifikace byla stanovena ve vzorcích nasycených na 60 % absolutní vodní kapacity po 14denní inkubaci v thermostatu (teplota 27 °C). Stanoveno kolorimetricky pomocí fenolsírové kyseliny. Třetí systém bioorganominerálního komplexu byl stanoven za obdobných podmínek. Ke vzorku přidána lupinová moučka v množství, které obsahovalo 14 mg N pro 100 g půdy. Bakterie a bacily byly stanoveny na masopectonovém agaru (MPA) po 4 dnech (inkubace 27 °C). Biologická aktivita byla určena množstvím vydýchaného kyslíčnanu uhličitého ze 100 g půdy. Inkubace při 27 °C. Půda navlhčena na 60 % absolutní vodní kapacity. Stanovení CO<sub>2</sub> provedeno vázkově.

Tabulka 1

Číslo vzor- ku	Hloubka, z níž byl odebrán vzorek		Zastoupení dřevin $E_3$	Stáří porostu	Za- kmenění	Nad- mořská výška
	humus. měl :/1 cm	humus. půda :/2 cm				
<i>Typ Asarum europaeum</i>						
1	1—2	12—15	Jedle 0,5 — smrk 0,3 — buk 0,2 $E_2$ : habr, vtroušen dub	150—200 15	0,2 1,0	440
2	1—2	8—10	Smrk, vtroušen buk, dub	70	0,9	530
3	1—2	8—12	Modřín 0,8 — jedle 0,1 — smrk 0,1 — ojedíněle dub	70	0,7/0,8	440
<i>Typ Asperula odorata</i>						
4	0—1	12—18	Buk, vtroušen habr, ojediněle javor mlčč.	70	1,0	580
5	1—2	8—12	Jedle, vtroušena borovice	113	0,8	480
6	2—3	8—10	Jedle, vtroušen buk a smrk	105	0,8/0,9	515
<i>Typ Carex pilosa</i>						
7	1—2	3—5	Dub, ojedíněle habr	60	0,9	560
8	2—3	4—6	Habr, ojedíněle buk, vtroušen smrk	70	1,0	510
9	0—1	4—6	Borovice 0,4 — modřín 0,4 — dub 0,1 — jedle 0,1	70	0,8	500
<i>Typ Carex digitata</i>						
10	1—2	2—3	Jedle 0,4, — modřín 0,3 — habr 0,2, dub, smrk	60	0,8/0,9	520
11	1—2	2—4	Jedle, vtroušená borovice, ojediněle buk, dub	105	0,8/0,9	510
12	1—2	2—3	Borovice 0,6 — dub 0,3, smrk, jedle	85	0,8	520
<i>Typ Festuca ovina</i>						
16	1—2	2—4	Dub, ojedíněle borovice, vtroušena jedle, smrk	98	0,7/0,8	500
17	1—2	2—5	Smrk, vtroušen modřín	65	0,7/0,8	490
18	0—1	1—2	Borovice 1,0	40	0,8	410

## Nitrifikace

Výsledky nitrifikace jsou zachyceny v tabulce. Hodnoty nitrátového dusíku jsou přepočteny na 1 kg půdy.

### H r a b a n k a

Typ	<i>Asarum europaeum</i>			<i>Asperula odorata</i>		
Číslo vzorku	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1
mg N/NO <sub>3</sub> za 14 dní	144	132	85	240	25	96

Typ	<i>Carex pilosa</i>			<i>Carex digitata</i>			<i>Festuca ovina</i>		
Číslo vzorku	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1	12/1	16/1	17/1	18/1
mg N/NO <sub>3</sub> za 14 dní	stopy	3	15	7	5	5	5	2	3

Podobné poměry jsou i ve spodnější části profilů:

Typ	<i>Asarum europaeum</i>			<i>Asperula odorata</i>		
Číslo vzorku	1/2	2/2	3/2	4/2	5/2	6/2
mg N/NO <sub>3</sub> za 14 dní	54	25	24	102	18	14

Typ	<i>Carex pilosa</i>			<i>Carex digitata</i>			<i>Festuca ovina</i>		
Číslo vzorku	7/2	8/2	9/2	10/2	11/2	12/2	16/2	17/2	18/2
mg N/NO <sub>3</sub> za 14 dní	4	3	—	1	4	4	stopy	stopy	stopy

Z výsledků vyplývá, že první dva typy t. j. *Asarum europaeum* a *Asperula odorata* vykazují nepoměrně vyšší nitrifikační schopnost než typy ostatní. Nejnižší nitrifikační schopnost vykazuje typ *Festuca ovina*.

Není to však jen nitrifikační schopnost, která první dva typy odlišuje od ostatních. Rozdíl je dobře patrný i na př. na počtu bakterií stanovených na masopeptonovém agaru.

T y p	<i>Asarum europaeum</i>			<i>Asperula odorata</i>		
Číslo vzorku	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1
Počet bakterií na MPA (v tisících)	200	1 400	300	200	800	1 400

T y p	<i>Carex pilosa</i>			<i>Festuca ovina</i>		
Číslo vzorku	7/1	8/1	9/1	16/1	17/1	18/1
Počet bakterií na MPA (v tisících)	2 500	3 200	2 000	2 000	3 000	1 800

Rozdíly se projevují i v počtu bacilů:

T y p	<i>Asarum europaeum</i>			<i>Asperula odorata</i>		
Číslo vzorku	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1
Počet bacilů v tisících	100	120	80	120	80	160

T y p	<i>Carex pilosa</i>			<i>Festuca ovina</i>		
Číslo vzorku	7/1	8/1	9/1	16/1	17/1	18/1
Počet bacilů v tisících	8000	1 200	nesta- noveno	215	730	182

Rozdíl se stane výraznější, převedeme-li počet bacilů na jednotlivé organické hmoty, neboli vyjádříme-li (podle M i š u s t i n a 1,2) biogenost půd, z nichž byly vzorky odebrány.

T y p	<i>Asarum europaeum</i>			<i>Asperula odorata</i>		
Číslo vzorku	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1
Počet bacilů přepočten na 1 g humusu (v tisících)	300	350	275	540	375	580

T y p	<i>Carex pilosa</i>			<i>Festuca ovina</i>		
	7/1	8/1	9/1	16/1	17/1	18/1
Číslo vzorku	7/1	8/1	9/1	16/1	17/1	18/1
Počet bacilů přepočten na 1 g humusu (v tisících)	3 270	3 270	—	1 500	2 000	1 650

Rozdílná biogenost je vlastně výrazem různorodostí organické hmoty. Můžeme tedy předpokládat, že u typu *Carex pilosa* a *Festuca ovina* došlo k větší transformaci organických látek, než u typů *Asarum europaeum* a *Asperula odorata*.

### Zásobování živinami

Zásobování rostlin živinami závisí nikoli na okamžitém obsahu živin v půdě, ale na schopnosti půdy trvale převádět živiny z formy rostlinám nepřístupné ve formu přístupnou. Převod z jedné formy do druhé jest prováděn činností mikroflory. Můžeme si tedy o zásobování rostlin živinami udělat představu podle toho, s jakou intenzitou mikroflora na přeměně látek pracuje.

Mineralisační pochody, kterými se převážně změny ve formě živin provádějí, jsou velmi složité a různorodé. Pro celkovou představu máme však možnost určité schematisace. Touto schematisací jest stanovení t. zv. třetího systému bioorganominerálního komplexu.

Rozsah systému jest dán schopností mikroflory rozkládat alfa-humáty. Určení jest možno provést přímo nebo jak navrhuje Lazarev pomocí lupinového testu. V našem případě jsme použili testu.

Výsledky jsou zachyceny v tabulce:

T y p	<i>Asarum europaeum</i>			<i>Asperula odorata</i>		
	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1
Číslo vzorku	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1
Rozsah 3. systému	240	192	108	240	84	108

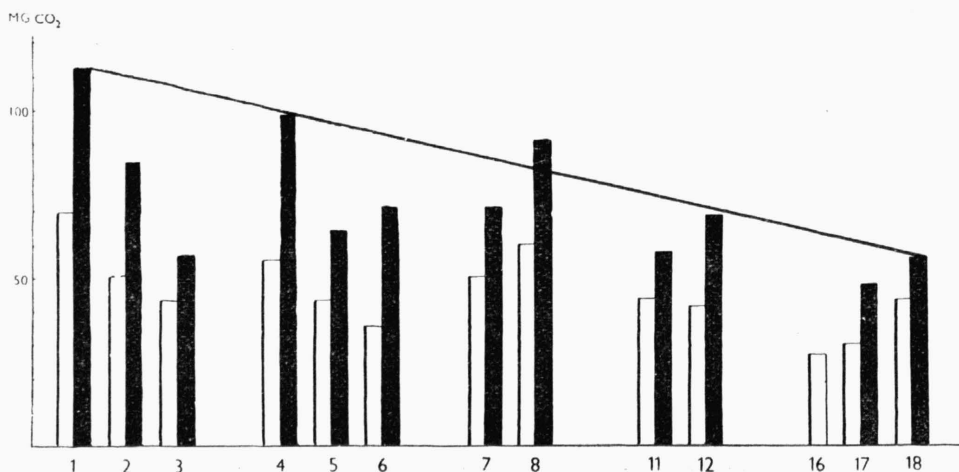
T y p	<i>Carex pilosa</i>			<i>Carex digitata</i>			<i>Festuca ovina</i>		
	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1	12/1	16/1	17/1	18/1
Číslo vzorku	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1	12/1	16/1	17/1	18/1
Rozsah 3. systému	6	3	15	8	7	6	8	6	3

Podobný je stav i ve spodní vrstvě půdy:

T y p	<i>Asarum europaeum</i>			<i>Asperula odorata</i>		
Číslo vzorku	1/2	2/2	3/2	4/2	5/2	6/2
Rozsah 3. systému	66	25	54	102	84	82

T y p	<i>Carex pilosa</i>			<i>Carex digitata</i>			<i>Festuca ovina</i>		
Číslo vzorku	7/2	8/2	9/2	10/2	11/2	12/2	16/2	17/2	18/2
Rozsah 3. systému	6	6	15	2	5	4	2	1	1

Porovnáme-li rozsah třetího systému v jednotlivých typech, vidíme, že typ *Asarum europaeum* a *Asperula odorata* mají rozsah největší. Na druhém místě jsou typy *Carex pilosa* a *Carex digitata*. Nejmenší rozsah mají pak půdy typu *Festuca ovina*, kde jest rozsah malý hlavně v hlubší vrstvě půdy.



Graf 1

Hodnoty biologické aktivity v půdách různých typů (produkce CO<sub>2</sub> stanovena vážkově za 14 dnů ve 100 g půdy při teplotě 26 °C).

P o z n á m k a: Prázdné obdélníky ukazují biol. aktivitu svrchní vrstvy.

Černé obdélníky součet hodnot obou studovaných vrstev.

## Biologická aktivita půd

Mimo dusík uvolňuje se v půdě vždy značné množství dalšího biogenního prvku uhlíku. Uvolňování uhlíku nám jednak slouží jako ukazatel mineralisace, jednak nás informuje o zásobování rostlin tímto prvkem v půdě. Podle ujištění K u r s a n o v a (3) mohou totiž rostliny si brát až jednu čtvrtinu kyslíčnicku potřebného k asimilaci z půdy. Budou tedy rostliny rostoucí v půdě s dobrou produkcí CO<sub>2</sub> lépe zásobovány uhlíkem, než rostliny v půdě s menší produkcí. Z tohoto důvodu uvádíme zde intenzitu produkce CO<sub>2</sub> v jednotlivých půdách. Výsledky jsou v grafu 1.

Porovnáme-li výsledky stanovení biologické aktivity, vidíme, že uvnitř jednotlivých typů hodnoty silně kolísají. Přesto je však možné stanovit v průměru mírný pokles směrem od typu *Asarum europaeum* k typu *Festuca ovina*. Zejména se projevuje v součtu hodnot z obou vrstev půdy.

## Rozklad celulosy

Na mineralisaci organických látek se hojnou měrou podílejí též rozkladači celulosy. Proto bylo i v této práci provedeno stanovení jejich poměrného zastoupení. Stanovení jsme provedli pomocí Vinogradského metody zrníček na křemičitých gelech (5). Analysována byla pouze hrabanka. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2

Číslo vzorku	Název mikroorganismu							Plísňě
	<i>Sporo-cytophaga myxococcoides</i>	<i>Cytophaga silvestris</i>	<i>Cytophaga aurantiaca</i>	<i>Cytophaga rubra</i>	<i>Cellvibrio sp.</i>	<i>Cellfalciculla sp.</i>	Myxobakterie	
1.	2	3		3				
2.		2			2		4	10
3.	5	1	2					10
4.	4	3	3				2	3
5.	3	1					5	15
6.	2		1				3	23
7.	1		3		5			32
8.	2	1	3			1		12
9.		4						23
16.	3						5	18
17.		4						22
18.		4						11

## Diskuse

Srovnáme-li intenzitu stanovených procesů v půdě vidíme, že mikrobiální procesy v půdách jednotlivých typů se dost výrazně odlišují. U procesu nitrifikace a u rozsahu třetího systému bioorganominerálního komplexu zjišťujeme postupný pokles ve směru typu *Asarum*, *Asperula* → *Festuca ovina*. Podobně je tomu i s biologickou aktivitou.

Pochopit tyto vztahy nám umožňuje theorie o půdotvorném procesu pod lesem, která byla vyslovena V. R. Vilj a m s e m (6). Podle této theorie v lesích s podrostem probíhá jakožto výslednice vzájemného působení lesní a luční formace drno-podzolový proces. Podle rozsahu té, které formace můžeme vymezit v jeho průběhu několik údobí, která nazýváme fázemi. Vilj a m s e m celý úsek tvorby lesních půd od okamžiku, kdy se objevuje bylinné patro až do doby, kdy les přechází v louku, dělí na tři fáze. První z nich podle způsobu odnožování travin pro tuto fázi charakteristických se nazývá fází výběžkatých travin. Jest reprezentována přítomností travin: *Melica nutans*, *Brachypodium silvaticum* a j. Z bylin sem patří především *Asperula odorata*, *Asarum europaeum*, *Majanthemum bifolium*, *Paris quadrifolia*, *Stellaria holostea*. Tato fáze jest údobím progresivní tvorby lesní půdy, údobím se značnou mineralisací a tím i s dobrým stavem půdy pro výživu rostlin. Během existence této fáze se hromadí kvality, které postupně mění výhodné aerobní podmínky v částečně anaerobní. To má za následek změnu flory. Objevují se řídece trsnaté traviny jako *Milium effusum*, *Festuca silvatica*, *Festuca heterophylla*, z ostříc na příklad *Carex remota*, *Carex pilosa*. Setkáváme se zde i s bikou (*Luzula pilosa*).

Patří sem i celá řada bylin jako *Dentaria bulbifera*, *Geranium Robertianum*, *Epilobium montanum*, *Primula officinalis*, *Lamium maculatum* a jiné.

Přechod aerobních podmínek v částečně anaerobní zpomaluje mineralisační pochody. Naproti tomu humifikace se stává intenzivnější. Dalším zvýšením anaerobiosy přejde půdotvorný proces do fáze hustě trsnatých trav reprezentovaných druhy: *Deschampsia caespitosa*, *Festuca ovina*, *Nardus stricta*. Za této fáze lesní půda ztrácí ponaáhlu dobré vlastnosti lesní půdy a začíná tvořit přechod k půdě luční.

Porovnáme-li výsledky získané se schematem Vilj a m s o v y theorie, vidíme zde jasnou spojitost. První dva typy, které zřejmě patří do fáze výběžkatých trav, mají nejvhodnější podmínky výživy. Naproti tomu poslední typ, *Festuca ovina* má již podmínky výživy ve srovnání s prvními značně ztížené. Následkem toho je zde i hmotový přírůstek značně menší.

Pomáhá nám tedy Vilj a m s o v a theorie vysvětlovat některá zjištěná fakta a umožňuje nám správnou aplikaci výsledků získaných v laboratoři.

## Závěr

Práce ukázala, že mezi produkcí hmoty a mikrobiologickými pochody v půdě existuje určitá závislost. Mnohde jsou však uvnitř jednotlivých typů velké výkyvy, takže rozsah některých procesů se zde překrývá.

V závěru je třeba říci, že jsme si plně vědomi toho, že tato práce jest jen hrubým náčrtem, který má ukázat použitelnost mikrobiologických method pro posouzení některých otázek lesnické praxe, v našem případě při vymezení lesních typů.



## Literatura

1. Mišustin E. N.: Dokučajejova, Kostyčevova a Viljamsova nauka o půdě a otázka zastopení mikroorganismů v rostlinných formacích. Český překlad. Sov. věda — Zemědělství 1 : 11—26, 1951.
2. Mišustin E. N.: Zakon zonal'nosti i učeniye o mikrobných asociacijach počvy. Uspěchy sovr. biologii 37 (1) : 1—21, 1954.
3. Kursanov A. L., Kuzin A. M. i Mamul' I. V.: O vozmožnosti assimiljacii rastenijem karbonatov postupajuščich s počvennym rastvorom. DAN SSSR 79, 1951.
4. Seifert J.: Bioorganominerální komplex jako hodnotící hledisko půdně mikrobiologických rozborů. Preslia 25 : 221—228, 1953.
5. Seifert J.: Celulosové bakterie v půdách lesních porostů. Sborník ČAZ 20 (2) : 213—221, 1948.
6. Viljams V. R.: Sobranyje sočinenija IV. Moskva 1949.
7. Vincent B. H.: Rostlinná společenstva v lesnické praxi. Lesnická práce 28 (2—3) : 49—70, 1949.

Я. З а й ф е р т :

### Микробиологическое изучение почв лесных типов

В этой работе были исследованы микробиологические процессы, происходящие в почвах нескольких лесных типов и отличающихся друг от друга образованием массы древесины. Отдельные типы были обозначены именем основных травянистых растений поросли. У типа *Asarum europaeum* обнаружено наибольшее количество массы древесины, постепенно уменьшающееся у типов *Asperula odorata*, *Carex pilosa*, *Carex digitata* а *Festuca ovina*.

Из ряда процессов, вызываемых микроорганизмами, изучены — нитрификация, объем третьей системы биоорганоминерального комплекса (по Лазареву) и биологическая активность. Установлено число бактерий и палочек и виды бактерий, разлагающих клетчатку.

Интенсивность нитрификации и объема третьей системы биоорганоминерального комплекса переходила от типа *Asarum europaeum* и *Asperula odorata* постепенно к типу *Festuca ovina*.

Подобно этому понижалось и образование  $\text{CO}_2$  (биологическая активность), как видно из приведенного графика.

Из изложенного вытекает, что существует прямая зависимость между образованием массы древесины и интенсивностью некоторых в почве происходящих процессов.

Полученные результаты вполне соответствуют учению В. Р. Вильямса о едином почвообразовательном процессе. Для продукции леса кажется благоприятной фаза длинокорневищных травянистых растений. Следующие фазы благоприятны в меньшей степени. Здесь с изменением поросли изменяются микробиологические процессы, интенсивность минерализации понижается и ухудшаются условия питания древесных растений.

## Mikrobiologische Studie der Böden von einigen Waldtypen

In der Mikrobiologie des Waldbodens fehlen uns noch Beispiele von der Abhängigkeit der Holzproduktion und der Tätigkeit der Bodenmikroflora eines bestimmten Standortes. Deshalb wurde dieser Frage in der vorliegenden Studie eine Aufmerksamkeit gewidmet. Als Unterlage zur diesen Studie diente uns die Arbeit von V i n c e n t in welcher auf Grund einer mit grosser Sorgfalt durchgeführten Taxation und der Analyse der Pflanzengesellschaften konnten einige Waldtypen festgestellt werden. Diese Waldtypen wurden nach Standortpflanzen benannt. Typus mit grösster Produktion wurde als Typus *Asarum europaeum* bezeichnet. Dann mit sinkender Produktion folgen die Typen: *Asperula odorata*, *Carex pilosa*, *Carex digitata*, *Festuca ovina*.

In Böden von einigen Typen wurden festgestellt: die Nitrifikation, der Umfang des dritten Systems von dem bioorganomineralischen Komplex (im L a z a r e w's Begriff), die biologische Aktivität, welche durch die Produktion von CO<sub>2</sub> angegeben wurde, die gesamte Zahl von Bakterien, die Zahl von Sporenbildner und die Vertretung der zellulosezersetzenden Mikroorganismen.

Aus dem Standpunkte der mikrobiologischen Bewertung der Böden haben sich als beste die zwei ersten Typen gezeigt. Die Intensität der mikrobiologischen Prozessen in übrigen Typen sank parallel mit der Holzproduktion.

In der Arbeit konnte festgestellt werden, dass eine bestimmte Parallele zwischen der Holzproduktivität und der Intensität einiger mikrobiologischen Prozessen im Boden des Standortes zu finden ist.