

# MONITORING OF SELECTED BIOLOGICAL PROPRIETIES OF CHERNOZEMS IN SOUTH MORAVIA REGION

## SLEDOVÁNÍ VYBRANÝCH BIOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ ČERNOZEMÍ V OBLASTI JIŽNÍ MORAVY

**Foukalová J., Brtnický, M., Pokorný E.**

Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 61300 Brno, Česká republika

E-mail: xfoukalo@node.mendelu.cz, xbrtnick@node.mendelu.cz, \_pokorny@mendelu.cz

---

### ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate microbiological respiration in selected Chernozems in the South Moravia region. The new method using apparatus Vaisala GMT220 and new accessories were applied. Soil samples were enriched with mineral and organic substances (ammonia sulphate – sample „N“, glucose – sample „G“ and sample with ammonia sulphate and glucose – „NG“) and the original sample was used as a control (a basal sample „B“). We came to the conclusion that the higher deficit of substances in the original sample was caused by higher intensity of respiration. An efficiency of nitrogen, carbon and amount of organic substances were evaluated by ratio of basal and potential respirations. The results showed that low „N:B“ ratio caused low physiological efficiency of soil nitrogen by soil microorganisms. High „NG:B“ ratio showed high stability of organic substances in the soil. Basically we can say that some decreasing of microbiological respiration is also measured in case without adding mineral and organic substances. The factors influenced the respiration were climate changes and type of soil management as well.

**Key words:** basal respiration, potential respiration, chernozem

## ÚVOD

Tato práce se zabývá respirací mikrobiologických pochodů v půdě.

Dvě základní složky – podzemní část rostlin a edafon se podílejí na vzniku a vývoji kvality/zdraví půdy a reprezentují půdní biologii. Tato svými procesy mění a ovlivňuje biochemické a biofyzikální procesy v půdě. Činnost půdních organismů má vliv na fyzikální, chemické, koloidní a biochemické vlastnosti půd. Jsou uvolňovány živiny potřebné pro růst rostlin a jsou poutány živiny, které by jinak rostlina nemohla přijmout. V těchto mikroorganismech jsou vázány látky, jež by se odplavily z fyziologicky účinného půdního profilu, dále jsou vylučovány látky stimulující růst rostlin a je produkován  $\text{CO}_2$  – zdroj uhlíku pro asimilaci zelených rostlin (Denešová, Pokorný, 2005).

Mikrobiální respirace podává mnoho informací. Porovnání bazální a potenciální respirace je nejsnazší pomocí kvocientů, které jsou nazvány hodnotami relativní respirace. Tyto hodnoty ze čtyř základních respiračních stanovení (sledované varianty vzorků půdy jsou: vzorek půdy bez přísadků organických a minerálních látek – vzorek bazální B, vzorek půdy s přísadkem amoniakálního dusíku - síran amonný - N, glukózy - G a roztoku dusíku s glukózou – NG) jsou poměry N:B, G:B, G:N, NG:B, NG:N, NG:G, které nám ukazují jednotlivé údaje, např. je to využitelnost půdního dusíku, množství lehce využitelných organických látek. Čím větší byl v původním vzorku nedostatek některé z přidaných komponent, tím větším zvýšením respirace se přísadka u měřeného vzorku projeví.

Čtyři dané základní hodnoty (B, N, G, NG) lze také využít k vypočtení faktoru komplexního působení (Novák, 1964).

Jako vzor sloužila interferometrická metoda popisovaná Romanem Apfelthalerem (1964).

## MATERIÁL A METODIKA

Pro konečnou analýzu určitě není vhodné ani žádoucí mít jedinou hodnotu, kde je zde tato respirační aktivita přirozených půdních vzorků zatížena složitými vlivy a tak je stanovení uspořádáno tak, aby se osvětlily aspoň nějaké stránky těchto vlivů. Důležitým indikátorem je např. stanovení potenciální schopnosti mikroorganismů využívat lehce rozložitelnou organickou hmotu – glukózu – tímto je do určité míry postihnuta mineralizační schopnost mikroorganismů. Možné je i porovnání potenciální respirace za přísadku minerálních živin s bazální respirací, kde je takto vypočítáno množství fyziologicky dostupných živin v půdním vzorku.

Měření odebraných vzorků probíhá v laboratoři, kde mohou být podmínky vnějšího prostředí přesně kontrolovány. V laboratorních podmínkách je možné studovat bazální respiraci nebo potencionální respiraci. Pokud by měření probíhalo v přirozených podmínkách každého stanoviště, bylo by zde využito měření celkové aktivity půdní biomasy - tj. kořenů

rostlin a edafonu a jejího ovlivnění klimatickými, fyzikálními a chemickými podmínkami prostředí (Gloser, Tesařová, 1978, Edwards, 1982 in Šantrůčková, 1993).

#### *Odběr a příprava vzorků*

Výběr lokalit probíhal v návaznosti na předchozí stanovení v těchto místech (Vlček, 2007) – cílem bylo obsáhnout co nejvíce možných měření pro vytvoření celkového obrazu u těchto míst. Zpracování se bude týkat 90ti odběrných míst v oblasti Moravy. Zatím je zpracováno 45 lokalit, resp. 90 půdních vzorků (tzn. dvě odběrové hloubky z každé lokality).

Černozemě jsou půdy s mocným černickým humusovým horizontem s drobtovitou až zrnitou strukturou, vyvinuté z nezpevněných karbonátovo-silikátových substrátů. Představují model optimálního souboru fyzikálních, chemických, mineralogických a biologických vlastností půd pro zemědělské využití.

Mezi nároky na odběr vzorků patří přirozená vlhkost – i přesto, že vlhkost vzorků zůstává nestandardní a působí tak na samotnou intenzitu respirace, je důležité, aby tato vlhkost zůstala přirozená, protože i šetrné vysoušení půdních vzorků způsobuje daleko větší změny v respirační aktivitě mikroorganismů. Odběr byl realizován z hloubek 0 až 30 cm (ornice) a 30 až 60 cm (podorničí). Samotná příprava odebraného vzorku půdy spočívá v prosetí sítem o velikosti ok 2 mm (jemnozlem I).

#### *Materiál a postupy měření*

Po přípravě vzorků dochází k jejímu rozvážení do připravených erlemayerových baněk o objemu 0,5 l. Do každé baňky se navažuje 50 g (tato navážka byla převzata po vzoru interferometrické metody). Následuje skrápění vzorku 2 ml roztoků živin. Roztok živin je před analýzou připraven smícháním stejných objemů zásobních roztoků a vody. Pro jednotlivé zásobní roztoky je potřeba síran amonný, glukóza. Při stanovení bazálního vzorku skrápíme 2 ml vody, čímž zajišťujeme stejný stupeň ovlhčení vzorků.

Doba inkubace je 20 hodin při teplotě 27 °C. K vytěsnění plynů do kyvety, kde čidlo přístroje měří objem CO<sub>2</sub>, se používá nasycený roztok NaCl.

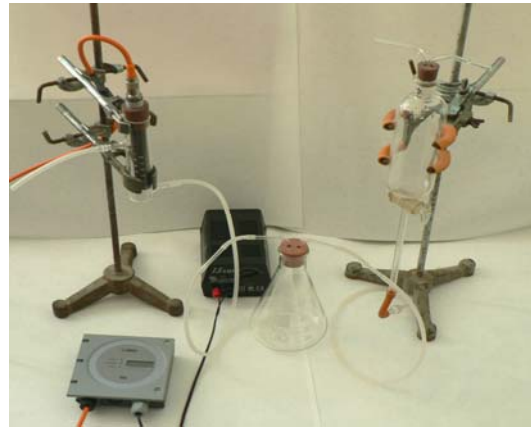
Při úpravě jednotlivých baněk, které byly použity ke stanovení, bylo potřeba zamezit jakémukoliv úniku při kontaktu s okolním vzduchem, tedy po uzavření a naplnění vzorkem a daným roztokem. K tomu se podařilo vytvořit systém zátky, upravených skleněných trubiček (průměr 2 mm) a skleněných tyčinek.

Stanovení probíhá na základě odečítání hodnot z přístroje Vaisala GMT220, kde měřící čidlo je umístěno ve vytvořené kyvetě, která podporuje proudění vzduchu z baňky se vzorkem do místa měření. Celý systém aparatury je propojen pomocí silikonových hadiček, skleněných trubiček, gumových zátek.



Obr. 1 Přístroj Vaisala GMT220  
(část s odečtem měřících hodnot)

Obr. 2 Přístroj Vaisala GMT220



Obr. 3 Celkový pohled na vytvořenou aparaturu – vlevo ve stojanu umístěná kyveta s měřícím čidlem přístroje Vaisala GMT220, vpravo ve stojanu nálevka dělicí o objemu 250 ml s roztokem NaCl (Foukalová, 2006)

Respirační aktivita přirozených půdních vzorků je výsledkem složitých vlivů, které z jediné konečné hodnoty lze těžce zjistit. Důležitým indikátorem může být stanovení potenciální schopnosti mikroorganismů využívat lehce rozložitelnou organickou hmotu (glukózu) a tímto je tedy do určité míry postihnuta mineralizační schopnost mikroorganismů. Porovnání této potenciální respirace s bazální respirací lze získat představu o využitelnosti organických látek půdních vzorků. Podobně porovnáním potenciální respirace za přidavku minerálních živin s bazální respirací lze zjistit množství fyziologicky dostupných živin v daném půdním vzorku.

Standardně byly zavedeny tyto respirační hodnoty:

B – bazální vzorek; vzorek bez přidavku organických a minerálních živin

N – vzorek s přidavkem amoniakálního dusíku (síran amonný)

G – vzorek s přidavkem glukózy

NG – vzorek s přidavkem glukózy a amoniakálního dusíku

Porovnání bazální a potenciální respirace je nejsnazší pomocí koeficientů, které se nazývají hodnotami relativní respirace. Tyto hodnoty ze základních respiračních stanovení (B, N, G, NG) jsou:

N:B – ukazuje fyziologickou využitelnost půdního dusíku. Čím je hodnota N:B vyšší, tím je fyziologická využitelnost půdního dusíku menší. Je-li v půdě využitelného dusíku dostatek, přídavek dalšího dusíku již respiraci nezvyšuje a hodnota N:B je blízká 1.

G:B – indikuje množství lehce využitelných organických látek v půdě. Podobně jako je tomu u předešlého koeficientu, i zde vyšší hodnoty ukazují na menší množství využitelných organických látek.

G:N – dává představu o vzájemném poměru využitelného uhlíku a dusíku v půdě. Vzhledem k tomu, že uhlík se využívá vždy ve větším rozsahu než dusík, je při vyrovnaném fyziologickém poměru obou těchto elementů poměr G:N roven přibližně 5. Při nižších

hodnotách tohoto koeficientu, jsou půdní mikroorganismy z půdního vzorku relativně lépe vyživovány organickými látkami než dusíkem, při vysokých hodnotách je tomu naopak.

NG:B – je výrazem stability organických látek v půdě. Vyšší hodnoty značí vyšší stabilitu. V podstatě je to výraz, který označuje do jaké míry je využito potenciálních schopností mikroorganismů mineralizovat organické látky ke skutečné mineralizaci.

NG:N – vyjadřuje vztah působení přidaného dusíku v podmínkách vzorku obohaceného a neobohaceného lehce využitelných uhlíkem

NG:G – je obdobný (viz výše) a týká se funkce organických látek

Čtyři dané základní hodnoty (B, N, G, NG) lze také využít k vypočtení faktoru komplexního působení  $[(NG:G)/(N:B)]$ , resp.  $[(NG:N)/(G:B)]$  - odchylka od 1 říká do jaké míry ostatní, zejména fyzikální faktory umožňují úplnější využití uhlíku a dusíku v komplexním působení, než odpovídá součinu tohoto působení při oddělené aplikaci.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Ze sledovaných lokalit je zatím zpracována v této práci polovina – tj. 45 lokalit. Z dostupných materiálů není možné srovnat posuzovaná místa. I kdyby byly lokality identické, museli bychom se opřít o některá zdůvodnění, jako jsou například poloha, členitost terénu, roční období, způsoby a termíny hnojení, rostlinný pokryv v době odběru, doporučená teplota inkubace, která měla v pozdně letním a podzimním období velké výkyvy, atd.

Například i při srovnání, kdy probíhalo měření vlivu dlouhodobého hnojení a antropogenní zátěže na aktivitu půdní mikroflóry (Kubát, Cerhanová, Mikanová, Hanzlíková, Filip, 1996) by zde muselo být zmíněno i riziko zátěže vlivu průmyslových emisí.

Faktorem, který také ovlivňuje je obhospodařování pozemků na daných lokalitách.

Tab.1 Statistika vybraných parametrů respirace v ornici

	N:B	G:B	G:N	NG:B	NG:N	NG:G	FKP
Stř. hodnota	1,37	7,68	5,74	13,73	10,14	1,87	1,43
Chyba stř. hodnoty	0,05	0,45	0,32	0,77	0,54	0,09	0,08
Medián	1,29	7,29	5,49	13,31	9,83	1,77	1,32
Směr. odchylka	0,36	3,03	2,17	5,15	3,59	0,59	0,52
Rozptyl výběru	0,13	9,19	4,73	26,54	12,90	0,34	0,27
Špičatost	0,45	0,57	1,42	-0,44	3,67	3,69	1,08
Šikmost	0,68	0,69	0,91	0,29	1,38	1,55	1,14
Minimum	0,68	3,17	2,32	4,16	4,33	1,04	0,65
Maximum	2,37	16,32	12,99	24,18	23,43	4,12	3,02
Počet	45	45	45	45	45	45	45

Při srovnání zjištěných a dostupných hodnot (Novák, B. 1969) u poměru N:B nám vypočtený průměr 1,37 oproti tabulkovým hodnotám 1,26, resp. 1,02 udává menší množství využitelného dusíku v půdě – při dostatečném množství by se hodnota měla blížit 1.

Poměr G:B značí u námi zjištěné (7,68) i tabulkové hodnoty (4,81, resp. 5,85) nedostatek organických látek. Poměr G:N by se měl rovnat 5, pokud je nižší, jsou půdní mikroorganismy z půdního vzorku relativně lépe vyživovány organickými látkami než dusíkem – tato hodnota je u naší (5,74) vyšší než 5 – jsou tedy půdní mikroorganismy relativně lépe vyživovány dusíkem a u tabulkové hodnoty (3,85) je tato hodnota nižší a tedy potvrzuje první tvrzení.

Poměr NG:B nám udává stabilitu organických látek. Naše (13,73) a tabulková hodnota (11,44, resp. 61,95) říká, že čím je hodnota vyšší, tím je u vzorků vyšší stabilita, to znamená, že hodnota ukazuje do jaké míry je využito potenciálních schopností mikroorganismů mineralizovat organické látky ke skutečné mineralizaci. Důvodem velkého snížení tohoto ukazatele je zejména změna v systému hnojení organickými látkami. Faktor komplexního působení (1,43) ve srovnání s literaturou (2,13 a 10,43) je nižší, což ukazuje na menší využití uhlíku a dusíku v komplexním působení.

*Tab. 2 Statistika vybraných parametrů respirace v podorniči*

	N:B	G:B	G:N	NG:B	NG:N	NG:G	FKP
Stř. hodnota	1,434	6,018	4,338	14,01	10,04	2,381	1,706
Chyba stř. hodnoty	0,038	0,332	0,268	0,893	0,7	0,14	0,115
Medián	1,448	6,204	4,389	14,76	9,742	2,16	1,501
Směr. odchylka	0,255	2,226	1,8	5,99	4,693	0,938	0,773
Rozptyl výběru	0,065	4,954	3,238	35,88	22,02	0,879	0,597
Špičatost	0,619	-1,09	-1,1	0,505	1,132	1,829	5,241
Šikmost	0,409	-0,168	0,073	0,013	0,462	1,234	1,972
Minimum	0,944	1,976	1,365	2,638	1,823	1,01	0,698
Maximum	2,218	10,15	7,859	30,13	24,76	5,487	4,803
Počet	45	45	45	45	45	45	45

Při srovnání zjištěných a dostupných hodnot (Novák, B. 1969) u poměru N:B nám vypočtený průměr 1,43 a tabulkový 1,25 udává menší množství využitelného dusíku v půdě – při dostatečném množství by se hodnota měla blížit 1.

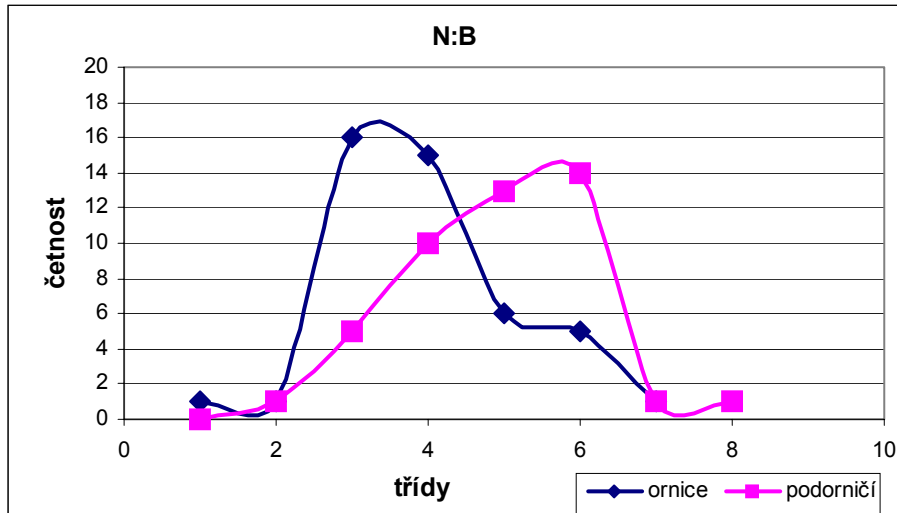
Poměr G:B značí u námi zjištěné (6,02) i Novákovy hodnoty (3,8 a 5,18) nedostatek organických látek.

Poměr NG:B nám ukazuje stabilitu organických látek. Naše hodnota (14,01) a tabulkové hodnoty (7,8 a 41,76) nám ukazují velký rozdíl v této kategorii. Hodnota 41,76 nám jasně ukazuje vyšší stabilitu organických látek.

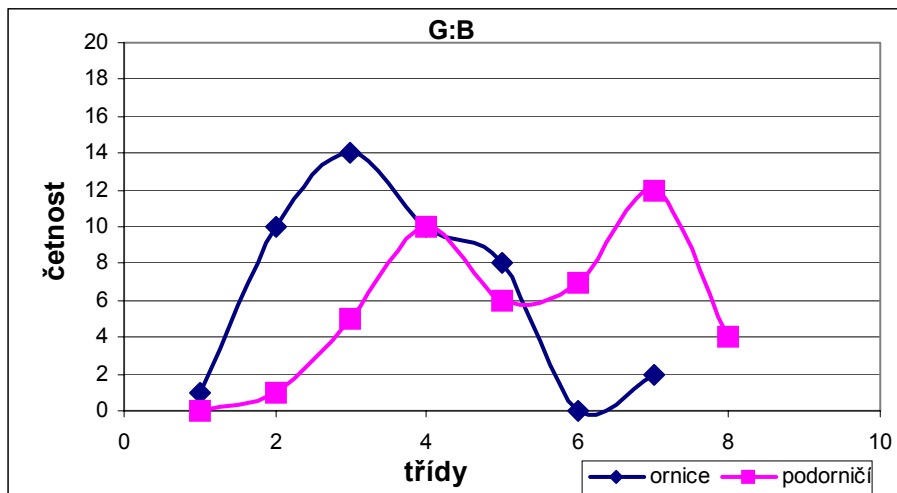
Faktor komplexního působení (1,71) ve srovnání s literaturou (1,7 a 7,61). Čím je hodnota vyšší tím je lepší využití uhlíku a dusíku v komplexním působení.

Němeček (1990) uvádí hodnoty pro černozemě u poměru N:B (1,08), NG:B (12,10) a faktoru komplexního působení 2,00. Srovnání ukazuje podobné hodnoty našim vypočteným hodnotám, ale nutno říct, že Němeček tyto hodnoty udává pro daný půdní profil - nerozlišuje ornici a podorničí.

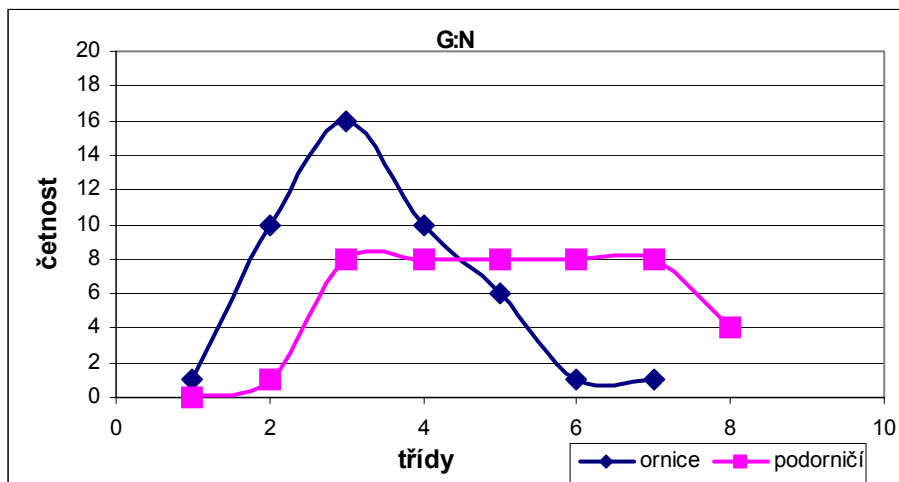
Graf 1: Využitelnost půdního dusíku při srovnání křivky ornice a podorničí



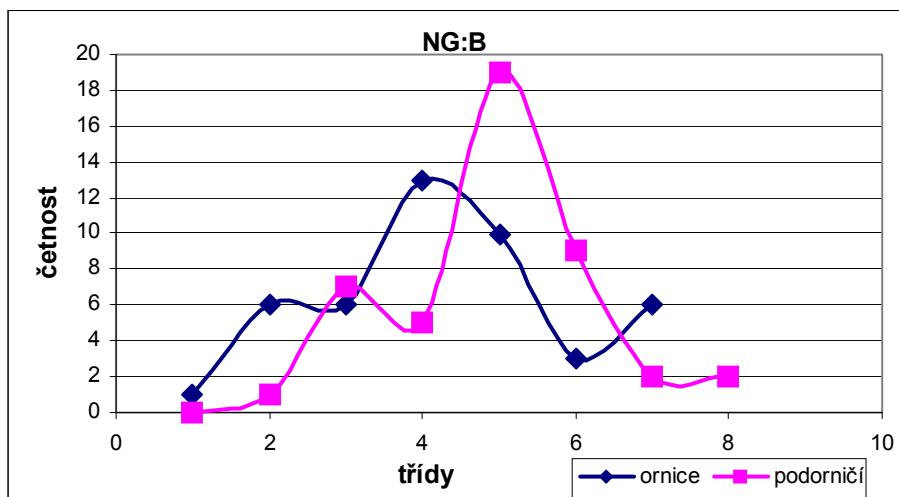
Graf 2: Množství lehce využitelných organických látek při srovnání křivky ornice a podorničí



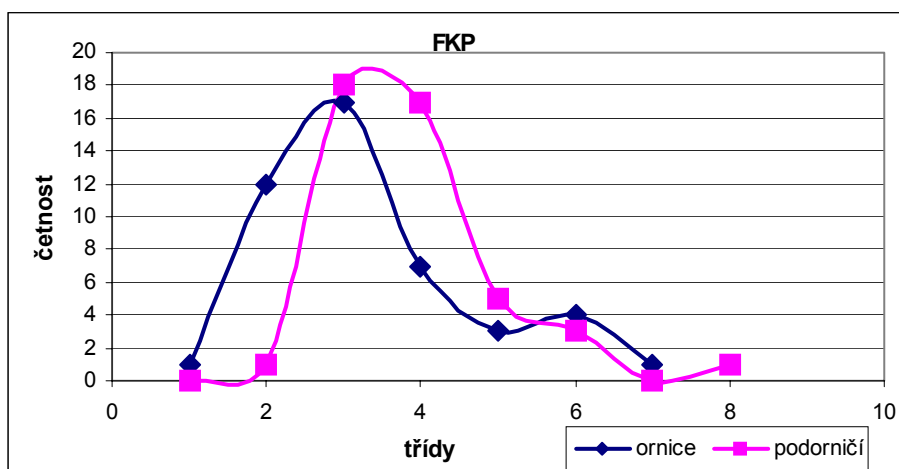
Graf 3: Vzájemný poměr využitelného C a N v půdě při srovnání křivky ornice a podorničí



Graf 4: Výraz stability organických látek v půdě při srovnání křivky ornice a podorničí



Graf 5: Faktor komplexního působení při srovnání křivky ornice a podorničí





U všech sledovaných hodnot můžeme odečíst z grafů jasnou levostrannou asymetrii týkající se křivek ornice, která je pravděpodobně způsobena vnějším tlakem, resp. antropogenní činností. Z některých grafů je jasně patrný tvar křivky a jeho rozdělení na více souborů, v tomto případě 2 nově vzniklé soubory (Graf 2, 3 u podorničí). U některých grafů je patrný náznak budoucího rozdělení na nově vznikající soubory hodnot (Graf 1,2,3,5 u ornice a Graf 4,5 u podorničí).

## ZÁVĚR

Jak již v práci bylo zmíněno, je porovnání bazální a potenciální respirace nejsnazší pomocí koeficientů, které byly nazvány hodnotami relativní respirace. Tyto hodnoty ze čtyř základních respiračních stanovení (B, N, G, NG) jsou zhodnoceny takto:

Pro ornici:

N:B – průměrná hodnota byla  $1,37 \pm 0,05$  a to ukazuje nízkou fyziologickou využitelnost půdního dusíku. Pokud by byl v půdě využitelného dusíku dostatek, přídavek dalšího dusíku již respiraci nezvyšuje a hodnota N:B je blízká 1.

G:B – indikuje množství lehce využitelných organických látek v půdě. Hodnota  $7,68 \pm 0,45$  ukazuje malé množství využitelných organických látek v půdě.

G:N – dává představu o vzájemném poměru využitelného uhlíku a dusíku v půdě. Vyrovnaný poměr udávaný číslem 5 značí vyrovnaný fyziologický poměr obou těchto prvků. Zjištěná hodnota  $5,74 \pm 0,32$  ukazuje, že mikroorganismy jsou relativně lépe vyživovány dusíkem.

NG:B – je výrazem stability organických látek v půdě. Vyšší hodnoty značí vyšší stabilitu. Vypočtená hodnota  $13,73 \pm 0,77$  značí vysokou stabilitu organických látek.

Faktor komplexního působení – zjištěná hodnota pro ornice  $1,43 \pm 0,08$  ukazuje na velký pokles ve srovnání s Novákem (1969), jehož průměrná hodnota pro černozemě se pohybovala v průměru 10,43 (odchylka od 1 říká do jaké míry ostatní, zejména fyzikální faktory umožňují úplnější využití uhlíku a dusíku v komplexním působení, než odpovídá součinu tohoto působení při oddělené aplikaci).

Pro podorničí:

N:B – průměrná hodnota byla  $1,43 \pm 0,04$  a to ukazuje nízkou fyziologickou využitelnost půdního dusíku. Pokud by byl v půdě využitelného dusíku dostatek, přídavek dalšího dusíku již respiraci nezvyšuje a hodnota N:B je blízká 1.

G:B – indikuje množství lehce využitelných organických látek v půdě. Hodnota  $6,02 \pm 0,33$  udává malé množství využitelných organických látek v půdě.

G:N – dává představu o vzájemném poměru využitelného uhlíku a dusíku v půdě. Vyrovnaný poměr udávaný číslem 5 značí vyrovnaný fyziologický poměr obou těchto prvků. Zjištěná hodnota  $4,34 \pm 0,27$  značí, že jsou půdní mikroorganismy z půdního vzorku relativně lépe vyživovány organickými látkami než dusíkem.

NG:B – je výrazem stability organických látek v půdě. Vyšší hodnoty značí vyšší stabilitu. Vypočtená hodnota  $14,01 \pm 0,89$  značí vysokou stabilitu organických látek.

Faktor komplexního působení – zjištěná hodnota pro podorničí  $1,71 \pm 0,12$  ukazuje na velký pokles ve srovnání s Novákem (1969), jehož průměrná hodnota pro černozemě se pohybovala v průměru 7,61.

## LITERATURA

Ambrož Z. (1956): Sledování aktivity půdních enzymů v závislosti na činnosti mikroorganismů, Rostlinná výroba, ročník 29, číslo 12: 1269-1282.

Apfelthaler R., Novák B. (1964): Příspěvek k metodice stanovení respirace jako indikátoru mikrobiologických pochodů. Rostlinná výroba, ročník 10, číslo 2: 145-150.

Beck T. (1968): Mikrobiologie des Bodens

Cerhanová D., Filip Z., Hanzalíková A., Kubát J., Mikanová O. (1996): Vliv dlouhodobého hnojení a antropogenní zátěže na aktivitu půdní mikroflóry. Rostlinná výroba, ročník 42, číslo 9: 399-404.

Denešová O., Pokorný E. (2005): Aktuální a potenciální vlastnosti orných půd střední Moravy. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Agronomická fakulta. Monografie

Dunger W., Fiedler H. J. (1997): Methoden der Bodenbiologie

Kutílek M., Němeček J., Smolíková L. (1990): Pedologie a paleopedologie

Materna J., Sáňka M. (2004): Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR, ročník 12, číslo 11:33

Novák B.(1969): Respirace vzorků z profilů hlavních půdních typů. Rostlinná výroba, ročník 15, číslo 2: 151

Šantrůčková H.(1993): Respirace půdy jako ukazatel její biologické aktivity. Rostlinná výroba, ročník 39, číslo 9: 769-778.

Šantrůčková H.(1993): Mikrobiální biomasa jako ukazatel biologické aktivity půdy. Rostlinná výroba, ročník 39, číslo 9: 779-788.

Vlček V. (2007): Statistické hodnocení reálné aberace černozemě na Moravě za Komplexního průzkumu půd a dnes. Disertační práce

Poděkování: Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.