

# AGROECOLOGICAL LIMITS OF SELECTED BIOLOGICAL PROPRIETIES IN THE TOPSOIL OF MOLLISOLS IN CENTRAL MORAVIA

## AGROEKOLOGICKÉ LIMITY VYBRANÝCH BIOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ ORNIC ČERNOSOLŮ V OBLASTI STŘEDNÍ MORAVY

**Foukalová J., Pokorný E.**

Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: xfoukalo@node.mendelu.cz, pokorny@mendelu.cz

---

### ABSTRACT

This work is evaluating microbiological respiration in the topsoil of Mollisols in the Central Moravia region. The new method is using apparatus Vaisala GMT220 and the new accessories. Soil samples were enriched with mineral and organic substances (ammonia sulphate and glucose) and original sample was used as a control. We came to the conclusion that the bigger deficit of substances in original sample the higher intensity of respiration. Our results of basal respiration were lower to compare with Novák (1969). Novák showed higher basal respiration in the topsoil to compare with subsoil due to aeration and fertilisation. Basically we can say that some lowering of microbiological respiration is also within adding of mineral and organic substances. Factors that influence the respiration are given by climate changes and soil management and a complex approach to arable land.

**Keywords:** microbiological respiration, basal respiration, produce of carbon dioxide, potential respiration

### ABSTRAKT

Tato práce zkoumá respiraci mikrobiologických pochodů v půdě v oblasti střední Moravy. Nová metodika používá ke svému měření využívá přístroj Vaisala GMT220 a nově vytvořenou aparaturu. Vzorky půdy jsou obohaceny o minerální a organické látky (síran amonný a glukóza) a jako kontrola je použitý původní vzorek. Čím větší byl v původním vzorku nedostatek některé z přidaných komponent, tím větším zvýšením respirace se přídavek u měřeného vzorku projeví. Pokud srovnáme výslednou hodnotu bazální respirace, je naše hodnota v porovnání s Novákem (1969) nižší a to ukazuje na rozdílné vlastnosti půd v rámci určité doby. Ovlivnění člověkem je patrně jedno z největších. Při srovnání ornice a podorničí je tato hodnota i u Nováka vyšší v ornici, kde můžeme usuzovat na vyšší míru hnojení a provzdušnění. Obecně se dá vyvodit určité snižování respirace mikroorganismů i při přidaných minerálních i organických látkách. Mezi faktory, které tuto skutečnost ovlivňují

můžeme zařadit klimatické změny, změny ve způsobu obhospodařování a celkovou změnou nakládání se zemědělskou půdou.

**Klíčová slova:** mikrobiální respirace, bazální respirace, produkce CO<sub>2</sub>, potenciální respirace

## ÚVOD

Tato práce zkoumá respiraci 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 CO<sub>2</sub> – zdroj uhlíku pro asimilaci zelených rostlin.

Mikrobiální respirace podává mnoho ukazatelů. 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, dále dává představu o vzájemném poměru využitelného uhlíku a dusíku v půdě, je výrazem stability organických látek v půdě, ...

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).

Tato měření a vypočtené hodnoty a poměry nám udávají různé vlastnosti, které se bude pokoušet tato práce zhodnotit a vytvořit limity pro daná stanovení.

V práci je cílem dosáhnout ověření nové metodiky za pomoci přístroje Vaisala GMT220, jež nám umožňuje odečíst hodnotu CO<sub>2</sub> v jednotkách ppm, %. Dále se v metodice snaží o nalezení nejvhodnějšího přepočtení hodnoty, kterou ukazuje přístroj na hodnotu vypovídající nejpřesnějšímu výsledku se zahrnutím všech možných okolních vlivů, jako je např. objem použitých erlenmayerových baněk, stanovení obsahu sušiny ve vzorku či vyhodnocení bez zahrnutí oxidu uhličitého z venkovního prostředí.

Jako vzor sloužila interferometrická metoda, popisovaná Dr. Ing. Bohumírem Novákem, CSc. a Ing. Romanem Apfenthalerem v Rostlinné výrobě v roce 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 přídavku 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 – cílem bylo obsáhnout co nejvíce možných měření pro vytvoření celkového obrazu u těchto míst. Zpracování se bude týkat více než 80ti odběrných míst v oblasti střední Moravy.

Z názvu práce je již patrné, že zkoumanou referenční třídou jsou Černosoly. Jsou to 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.

Samotná příprava odebraného vzorku půdy spočívá v prosetí sítem o velikosti ok 2 mm (jemnozsem 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). Velikost navážky - vzhledem k určité heterogenitě i dobře promísených půdních vzorků je účelné, aby navážky nebyly příliš malé, naopak horní mez navážky je dána možností aerace v průběhu inkubace. Vrstva půdního vzorku nesmí být příliš

silná, aby difúze plynů byla co nejméně narušena. Celkové množství inkubovaného vzorku nesmí být větší než kolik odpovídá pravděpodobné spotřebě kyslíku, jehož množství by nemělo v inkubačním prostoru klesnout na méně než polovinu.

Po navážení dané hmotnosti vzorku je nutno vzorek rovnoměrně uspořádat na dně baňky. Potom následuje skrápění vzorku 2 ml roztoků živin. Roztok živin je před analýzou připraven smícháním stejných objemů zásobních roztoků a vody. Zásobní roztoky se připravují následovně: Pro stanovení N obsahuje roztok 20 mg dusíku (síranu amonného) v 1 ml; pro stanovení G obsahuje 200 mg glukózy v 1 ml. Pro stanovení NG se používá roztok získaný smícháním základních roztoků N a G v poměru 1:1. Při stanovení B (bazálního vzorku) skrápíme 2 ml vody, čímž zajišťujeme stejný stupeň ovlhčení vzorků.

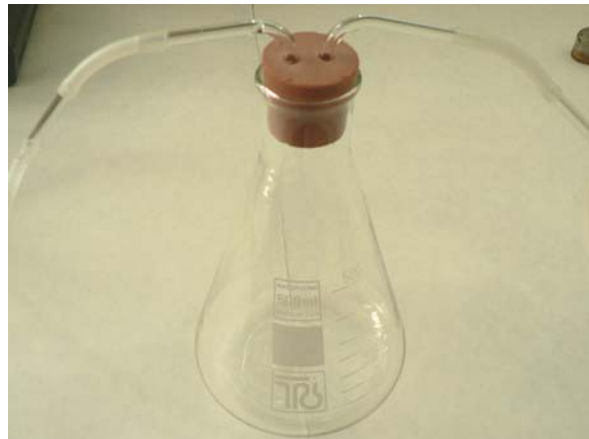
Doba inkubace byla stanovena na 20 hodin při teplotě 27 °C. K vytěsnění plynů do kyvety, kde čidlo přístroje měří objem CO<sub>2</sub>, se používá nasycený roztok NaCl.

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.

*Obr. 1 Zásobní láhev na roztok NaCl*



*Obr. 2 Erlenmayerova baňka s vytvořenou pomocnou zátkou*



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.

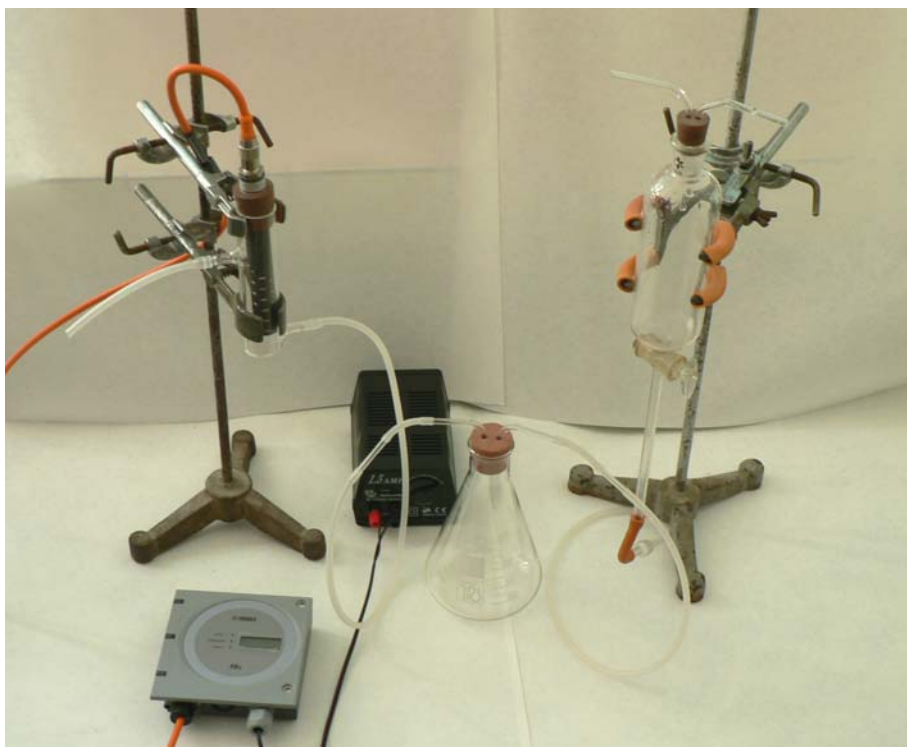
Obr. 3 Příklad Vaisala GMT220 (část s odečtem měřících hodnot)



Obr. 4 Příklad Vaisala GMT220 (měřící část)



Obr. 5 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)



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 přídavku organických a minerálních živin
- N – vzorek s přídavkem amoniakálního dusíku (síran amonný)
- G – vzorek s přídavkem glukózy
- NG – vzorek s přídavkem glukózy a amoniakálního dusíku

Porovnání bazální a potenciální respirace je nejsnazší pomocí koeficientů, které byly nazvány hodnotami relativní respirace. Tyto hodnoty ze čtyř 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 - 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.

Současně je zapotřebí stanovit obsah sušiny, což zjistíme vysoušením daného množství vzorku při 105 °C.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Ze sledovaných lokalit jsou zatím zpracovány v následujících tabulkách tyto – Syrovice, Březí, Kašenec, Bořetice, Prostějov a Rymice. Z dostupných materiálů je možné srovnat dříve posuzovaná místa, i když nutno říct, že lokality nejsou identické a při působení faktorů se budeme muset 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 letním období velké výkyvy, atd.

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

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

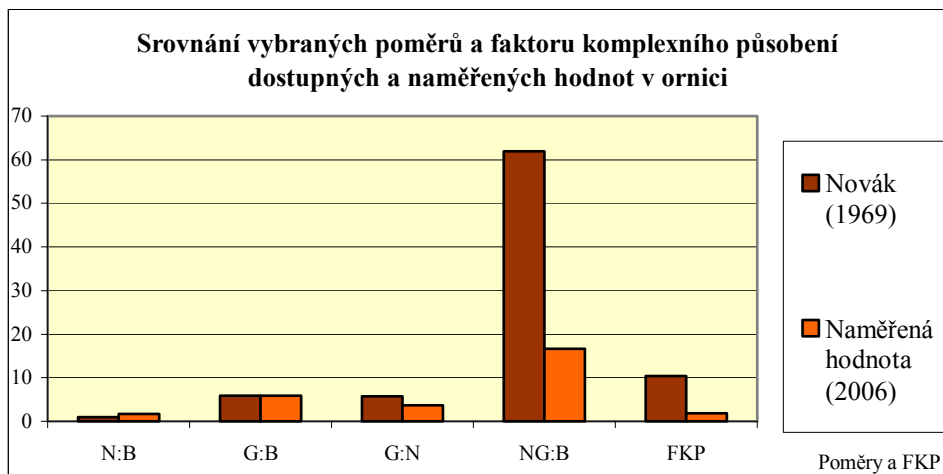
*Tab. 1 Vypočtené poměry daných hodnot a faktor komplexního působení v ornici*

Označení vzorku (datum odběru vzorku) ORNICE	Přídavek vody [mg CO <sub>2</sub> /100g zeminy/h]	Poměr						Faktor komplexního působení
		B	N:B	G:B	G:N	NG:B	NG:N	
Syrovice (4.7.06)	0,15	1,09	6,78	6,19	17,06	15,59	2,52	2,30
Březí (4.7.06)	0,10	2,06	16,32	7,93	21,96	10,67	1,35	0,65
Kašenec (26.7.06)	0,19	1,60	3,72	2,32	15,34	9,57	4,12	2,57
Bořetice (26.7.06)	0,27	1,43	4,75	3,33	10,58	7,42	2,23	1,56
Prostějov (26.9.06)	0,20	1,22	5,73	4,71	13,98	11,49	2,44	2,01
Rymice (26.9.06)	0,22	1,32	7,18	5,43	12,99	9,83	1,81	1,37

*Tab. 2 Statistika parametrů mikrobiální respirace v ornici*

	Průměr	Směrodatná odchylka	Medián	Minimum	Maximum
<b>B</b>	0,189	0,052	0,195	0,105	0,271
<b>N</b>	0,291	0,072	0,293	0,169	0,407
<b>G</b>	1,580	0,561	1,432	0,827	2,628
<b>NG</b>	3,443	0,104	3,464	3,295	3,557
<b>N:B</b>	1,453	0,314	1,374	1,094	2,057
<b>G:B</b>	7,412	4,149	6,252	3,723	16,317
<b>G:N</b>	4,986	1,838	5,070	2,321	7,933
<b>NG:B</b>	15,318	3,576	14,660	10,582	21,957
<b>NG:N</b>	10,762	2,495	10,253	7,417	15,592
<b>NG:G</b>	2,410	0,863	2,334	1,346	4,121
<b>Faktor komplex. působení</b>	1,744	0,635	1,784	0,654	2,570

Graf 1 Srovnání vybraných poměrů a FKP naměřených hodnot a hodnot z literatury



Novák (1969) uvádí pro černozemě průměrnou hodnotu bazální respirace v ornici 0,63 [mg CO<sub>2</sub>/100g zeminy/h]. Naše průměrná hodnota je nižší – 0,19 [mg CO<sub>2</sub>/100g zeminy/h]. Oproti tomu další získané údaje pro porovnání ukazují hodnotu velmi podobnou a tou je hodnota 0,71 [mg CO<sub>2</sub>/100g zeminy/h] (Denešová, Pokorný, 2005). Sánka (2004) uvádí hodnotu bazální respirace, která je 0,79 [mg CO<sub>2</sub>/100g zeminy/h]. Hodnoty Pokorného a Sánky se týkají různých půdních typů zemědělských půd v České republice.

Při porovnání průměrů respirace s dusíkem je námi zjištěný průměr 0,29 [mg CO<sub>2</sub>/100g zeminy/h] ve srovnání s údaji z literatury 0,88 [mg CO<sub>2</sub>/100g zeminy/h] nižší, což může být spojeno s již předeslanými možnostmi ovlivnění. Novák uvádí vyšší hodnotu – 0,64.

Při srovnání zjištěných a dostupných hodnot u poměru N:B nám vypočtený průměr 1,45 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 (7,41) 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 (4,98) i tabulkové hodnoty (3,85) nižší než 5, tudíž podporuje předchozí tvrzení.

Poměr NG:B nám udává stabilitu organických látek. Naše (15,32) 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 (1,74) ve srovnání s literaturou (2,13 a 10,43) je nižší, což ukazuje na menší využití uhlíku a dusíku v komplexním působení.



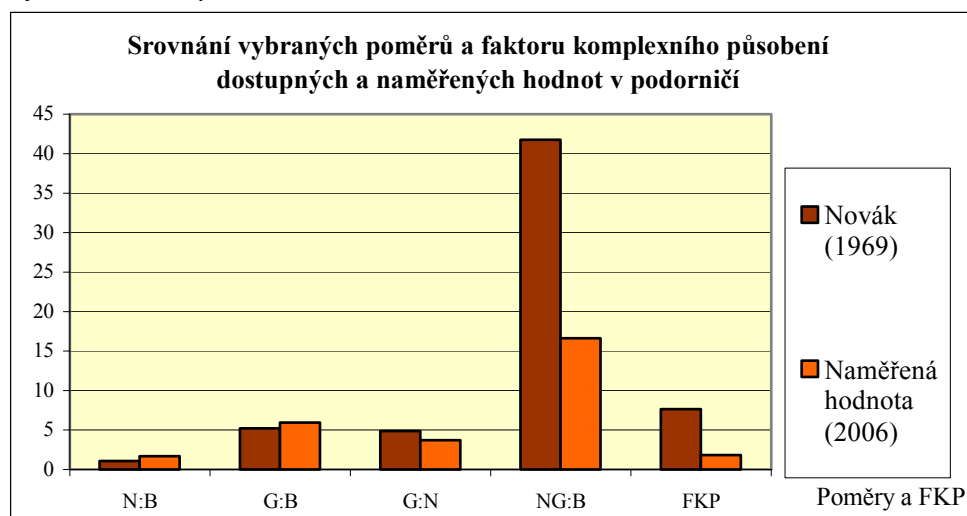
Tab. 3 Vypočtené poměry daných hodnot a faktor komplexního působení - podorničí

Označení vzorku (datum odběru vzorku)	Přídavek vody [mg CO <sub>2</sub> /100g zeminy/h]	Poměr						Faktor komplexního působení
		B	N:B	G:B	G:N	NG:B	NG:N	
Syrovice (4.7.06)	0,19	1,87	4,35	2,33	13,74	7,36	3,16	1,69
Březí (4.7.06)	0,07	2,22	8,29	3,74	26,50	11,95	3,20	1,44
Kašenec (26.7.06)	0,12	1,60	3,37	2,11	14,19	8,89	4,21	2,64
Bořetice (26.7.06)	0,19	1,64	5,59	3,41	15,89	9,69	2,84	1,73
Protějov (26.9.06)	0,15	1,66	7,24	4,35	15,70	9,45	2,17	1,31
Rymice (26.9.06)	0,16	1,05	6,76	6,44	13,89	13,23	2,06	1,96

Tab. 4 Statistika parametrů mikrobiální respirace v podorničí

	Průměr	Směrodatná odchylka	Medián	Minimum	Maximum
<b>B</b>	0,147	0,040	0,154	0,074	0,193
<b>N</b>	0,275	0,076	0,260	0,169	0,403
<b>G</b>	1,095	0,286	1,160	0,530	1,375
<b>NG</b>	3,116	0,434	3,153	2,385	3,627
<b>N:B</b>	1,672	0,349	1,651	1,049	2,218
<b>G:B</b>	5,931	1,690	6,173	3,368	8,288
<b>G:N</b>	3,730	1,439	3,573	2,110	6,439
<b>NG:B</b>	16,651	4,484	14,945	13,740	26,499
<b>NG:N</b>	10,095	1,949	9,570	7,358	13,233
<b>NG:G</b>	2,940	0,721	3,002	2,055	4,213
<b>Faktor komplex. působení</b>	1,795	0,432	1,713	1,306	2,639

Graf 2 Srovnání vybraných poměrů a faktoru komplexního působení dostupných a naměřených hodnot v podorničí



Při bazální respiraci a jejím srovnání v podorničí s dostupnými údaji jsou námi zjištěné hodnoty nižší (0,15 mg CO<sub>2</sub>/100g zeminy/h). Rozmezí, které bylo srovnáváno se pohybovalo v hodnotách pod 0,31 [mg CO<sub>2</sub>/100g zeminy/h] u velmi nízké respirace až po hodnoty nad 0,86 [mg CO<sub>2</sub>/100g zeminy/h] – při velmi vysoké respiraci. Průměr 0,59, resp. 0,51 [mg CO<sub>2</sub>/100g zeminy/h].

Při srovnání zjištěných a dostupných hodnot u poměru N:B nám vypočtený průměr 1,67 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 (5,93) i tabulkové hodnoty (3,8 a 5,18) nedostatek organických látek.

Poměr NG:B nám ukazuje stabilitu organických látek. Naše hodnota (16,65) 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 (1,80) 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.

## 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 1,453 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 5,931 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 4,986 se této hranici blíží ve velké míře. Dá se tedy říct, že vzájemný poměr uhlíku a dusíku v půdě je vyrovnaný.
- NG:B – je výrazem stability organických látek v půdě. Vyšší hodnoty značí vyšší stabilitu. Vypočtená hodnota 15,318 značí vysokou stabilitu organických látek.

- Faktor komplexního působení – zjištěná hodnota pro ornice 1,744 ukazuje na velký pokles ve srovnání s Novákem (1969), jehož průměrná hodnota pro černozemě se pohybovala v průměru 10,43.

Pro podorničí:

- N:B – průměrná hodnota byla 1,672 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 blízka 1.
- G:B – indikuje množství lehce využitelných organických látek v půdě. Hodnota 7,412 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 3,730 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 16,651 značí vysokou stabilitu organických látek.
- Faktor komplexního působení – zjištěná hodnota pro podorničí 1,795 ukazuje na velký pokles ve srovnání s Novákem (1969), jehož průměrná hodnota pro černozemě se pohybovala v průměru 7,61.

Práce bude dále sledovat vývoj měřených hodnot a bude se snažit vytvořit limity těchto biologických vlastností pro černosoly.

## 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.

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

Jandák J., Pokorný E., Prax A. (2004): Půdoznalství. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, skriptum

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.