

Posudek habilitační práce **Mgr. Evy Kaštovské, PhD**

Plant-microbial-soil interactions as drivers of ecosystem C and N cycling

v oboru **Ekologie**, Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích

Habilitační práce dr. Evy Kaštovské zahrnuje 11 původních vědeckých prací publikovaných v časopisech s IF (hodnoty IF časopisů nabývají hodnot 0,9 až 4,9) v rozmezí let 2005 až 2018 a obecný úvod (konceptně i jazykově velmi zdařilý), propojující tyto publikované práce do obecnějších souvislostí. Jedná se o tematicky velmi koherentní soubor prací zaměřených na cykly uhlíku (C) a dusíku (N) v mimolesních ekosystémech (především podmáčené louky a rašeliniště), zahrnující rostliny, půdní mikroorganismy a různé formy a zásobníky C a N v půdě. Celá habilitační práce metodicky staví především na použití stabilních izotopů C a N (aplikovaných v různých formách především jako krátkodobé pulsy) a jejich alokaci do různých ekosystémových komponent v rámci často rozsáhlých dynamických pozorování (časosběr). Autorka také prezentuje výhled na významnější použití kontinuálního izotopového značení ve své budoucí práci, jakož i použití „stable isotope probing“ ve fosfolipidových mastných kyselinách (PLFA-SIP) pro detailnější analýzu půdních mikrobiálních společenstev a jejich funkce v metabolismu izotopově značených látek. Jaké další (a dlužno přiznat) asi i efektivnější metodické přístupy (především ve smyslu hloubky taxonomického rozlišení) by bylo možné zvolit pro detailnější analýzu hráčů a procesů transformace živin v mikrobiálních společenstvech? Budou tyto také zahrnuty do plánování budoucí vědecké práce autorky? A naopak, jaké nesporné výhody má v tomto srovnání PLFA-SIP?

Ve své práci autorka nepopíratelně dosáhla řady originálních výsledků v přirozených i člověkem ovlivněných ekosystémech zahrnujících jak luční společenstva, tak i společenstva rašelinišť/bažinných ekosystémů, pracovala také s funkčně rozdílnými modelovými rostlinami *Carex acuta* a *Glyceria maxima*, kvantifikovala krátko- a střednědobou alokaci uhlíku do kořenů a do půdy v závislosti na dostupnosti živin v půdním ekosystému, příjem N kořeny a půdními mikroorganismy v závislosti na chemických formách dodaného N, roli erikoidní mykorrhizní symbiózy a změn ve stoichiometrii C:N v půdním ekosystému v příjmu N rostlinami a v odbourávání/stabilizaci půdní organické hmoty. Velmi zdařile bylo dokumentováno, že v kompetici o organické zdroje dusíku v půdě zcela jednoznačně vítězí mikroorganismy, přestože rostliny jsou fyziologicky schopné organický dusík přijímat – což nepřímou také dokládá, že pro recyklaci organického N je role mikrobiální aktivity v půdě zcela nezastupitelná. Jak se ale dusík z mikroorganismů uvolňuje zpět do půdního prostředí, aby mohl být rostlinou přijímán (což se evidentně také děje)? Jde o aktivní nebo spíše pasivní proces?

Získané výsledky jsou významné jak pro poznání přirozeného fungování, tak pro management/udržení studovaných ekosystémů, jejich funkce jako zásobárny C, jakž i pro detailní pochopení interakcí mezi kořeny rostlin (růst, odumírání, turnover, exudace), a půdou včetně její mikrobiální složky. Téma interakcí/stoichiometrie C:N je dobře

zacílené a ohraničené, pokryté relevantními metodami (z nichž některé jsou již značně klasické), často ale (a to i v rámci výběru prací zahrnutých do habilitační práce autorky) přesahuje do jiných témat, především rostlinné výživy fosforem (P), jak také naznačuje i tematický obrázek na přebalu. Tématu stoichiometrie N:P, C:P, případně C:N:P se autorka v textu úvodu vesměs nevěnuje, přestože jde o úzce související téma, které je navíc nejednou zmíněno v publikovaných studiích konstituujících předloženou habilitační práci. Zřejmé je, že pro studium toků P neexistují adekvátní stabilně isotopové přístupy (nebo snad ano?), ale analýza exoenzymů účastných v mineralizaci/ekosystémových tocích N anebo P, případně analýza P v mikrobiální biomase do značné míry vykazuje podobnosti koncepčního i metodického rázu s tématem toků C a N. Jaký je názor autorky na koncept N:P stoichiometrie v rostlinné biomase? Jde o užitečný přístup ve smyslu identifikace živinových limitací nebo přetrvává především nejistota v diverzitě a fyziologické plasticitě rostlinných druhů vzhledem k efektivitě využití zdrojů N a P? A jaký je názor autorky předložené práce na aktivní roli rostlin v kořenové exudaci? Jedná se o proces primárně řízený pasivní difúzí (jak je také naznačeno v úvodu, str. 6) nebo o důsledně regulovaný proces související se životní strategií některých (nebo většiny?) rostlinných druhů?

Zajímavý je také fakt, že při studiu modelových graminoidních rostlin (*Carex* a *Glyceria*) nebyla věnována téměř žádná pozornost možné mykorrhizní symbióze u jedinců těchto rostlinných druhů odebraných z volné přírody – bylo by možné, že část pozorovaných rozdílů v ekofyziologii těchto rostlin je zapříčiněno rozdílnou mykotrofií těchto rostlinných druhů? Nebo se v daných podmínkách mykorrhizní symbióza nerozvíjí ani u jednoho z těchto druhů? Jaký vliv by teoreticky mohla mít arbuskulární mykorrhiza na příjem N rostlinou z půdy, ve srovnání s erikoidní mykorrhizou? A jaký vliv by mohla mít mykorrhizní symbióza na interakci C s N a/nebo P?

Shrnutí posudku:

Předložená habilitační práce je kvalitně zpracovaná, tematicky koherentní, podložená originálními vědeckými výsledky zveřejněnými formou původních vědeckých publikací, a její četba je vysoce stimulativní (což vysvětluje také řadu otázek formulovaných výše, které žádným způsobem nemají význam ani kvalitu předložené práce snižovat). V každém případě považuji předloženou habilitační práci za velmi zdařilou, dostatečně úzce zaměřenou, s realistickými výhledy do budoucna, a vřele ji doporučuji k přijetí.

Dne: 19.2.2019

dr. Jan Jansa,

Mikrobiologický ústav AV ČR, v.v.i.
Václavská 1083
14220 Praha 4
jansa@biomed.cas.cz

Posudek habilitační práce **Mgr. Evy Kaštovské, Ph.D.**

Plant microbial soil interactions as drivers of ecosystem C and N cycling

v oboru **Ekologie**, Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích

Dr. Kaštovská předložila habilitační práci o úloze interakcí mezi rostlinami, mikrobiální aktivitou a půdním prostředím na koloběh uhlíku a dusíku ve vybraných ekosystémech (zejména luční ekosystémy a rašeliniště). Habilitační práce má formu souhrnného úvodního textu v rozsahu 24 stran, který podává hutný přehled jak o studované tématice, tak shrnuje a komentuje vlastní publikované práce týkající se zvoleného tématu. Úvodní text je rozdělen do dvou tematických částí (1) kořenové exudáty a deponování látek kořeny rostlin do půdy (rhizodepozice) a (2) charakterizace procesů ovlivňujících koloběh C a N v ekosystémech. Cíle habilitační práce však explicitně definovány nejsou. Úvodní text doplňuje soubor 11 původních vědeckých článků publikovaných v letech 2005–2018 v mezinárodních renomovaných časopisech spadajících zejména do kategorií Soil Sciences, Plant Sciences a Ecology. U většiny těchto prací je Dr. Kaštovská hlavním či korespondujícím autorem. Úvodní shrnující text habilitační práce je sestaven jako kombinace obecných poznatků převzatých z citované literatury a komentovaných vlastních experimentálních výsledků. Vlastní text je napsán čtivě, dobrou angličtinou a proto se domnívám, že po doplnění textu vybranými schématy a grafy uvedenými v příložených člancích, by bylo možno tento doporučit a využít i jako speciální učební text pro studenty oborů půdní biologie a ekologie.

Hodnocení práce:

Z práce je zřejmá erudice a nadšení autorky pro danou vědní oblast, která vyžaduje jak pečlivou přípravu experimentů, jejich provedení, zvládnutí širokého spektra analytických metod, tak využití pokročilých statistických technik (např. multifaktoriální analýza dat, analýza hlavních komponent ad.) pro hodnocení a interpretaci získaných dat. V rámci habilitačního řízení bych uvítal podrobnější informaci o konkrétním příspěvku habilitantky na jednotlivých publikacích tvořících přílohu habilitační práce. Prezentované výsledky jsou původní a kvalitní, jak ostatně dokazuje i jejich uveřejnění v renomovaných mezinárodních časopisech s dobrým impaktem (celkem 25 záznamů na WoS) a jejich následná citovanost vědeckou komunitou (225 citací s vyloučením autocitací). Z prezentovaných výsledků bych vyzdvihl zejména ty, které souvisí s pochopením mechanismů změn obsahu organické hmoty v půdě a stabilizace uhlíku v půdním prostředí (str. 13 a 14). Skupina dr. Kaštovské byla první, které se podařilo stanovit a popsat toky kořenových exudátů u rostlin s odlišnou strategií růstu (kompetitivní versus konzervativní strategie). Souhrnně lze konstatovat, že je dr. Kaštovská v dané oblasti uznávanou odbornicí.

Otázky pro obhajobu:

1. Můžete, prosím, popsat metodu odběrů kořenových exudátů a stanovení jejich toků? Dále, v souvislosti s kapitolou *Factors influencing plant C allocation pattern and rhizodeposition* (str. 9), by mne zajímal Váš názor, na změny

rhizodepozice při působení sucha. Z výsledků některých metabolomických studií se ukazuje, že zatímco metabolická aktivita nadzemních částí rostlin za sucha ustává, metabolická aktivita kořenů zůstává vysoká (A Gargallo-Garriga et al. 2014, Scientific Reports 4, 6829) a mění se chemické složení kořenového exudátu (A Gargallo-Garriga et al. 2018, Scientific Reports 8, 12696).

2. Prosím o vysvětlení termínu „*mass-specific root production*“ (str. 15). Podle definice by měly být všechny „specific“ indexy vztaženy na jednotku hmotnosti (PG Jarvis 1985, HortScience 20, 812). Nebylo by v této souvislosti vhodnější použít termín root weight ratio (ratio of root mass to total plant mass)?
3. Prosím o vysvětlení významu jednotky mol u poměrů N/P, C/P a C/N v obr. 1 publikace Kaštovska et al. (2018) Ecosystems 21: 443–458. V této i jiných publikacích jsem si všiml, že používáte pro vyjádření procentuálního zastoupení C a N termín „concentration“. Z chemického hlediska je koncentrace definována jako množství dané látky v celkovém objemu směsi. Z tohoto pohledu by byl vhodnější termín „C(N) content“. Jaký je Váš názor?

Shrnutí posudku:

S potěšením konstatuji, že předložená práce odráží dlouhodobě velmi kvalitní odborné výsledky Dr. Evy Kaštovské a odpovídá svým rozsahem i obsahem nárokům kladeným na habilitační práci.

Doporučuji proto přijetí této práce jako podkladu pro habilitační řízení a na jejím základě doporučuji jmenování Mgr. Evy Kaštovské, Ph.D. docentkou.

Dne 20.2.2019


Doc. Mgr. Otmar Urban, Ph.D.
Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.

Posudek na habilitační práci Evy Kaštovské: *Plant-microbial-soil interactions as drivers of ecosystem C and N cycling*

Úvodem bych chtěla poznamenat, že nejsem půdní ekolog a, i když pracuji s podzemními orgány rostlin, půda je pro mne nepříjemnost, které se snažím zbavit, abych se dostala ke kořenům a oddenkům. Právě proto byla pro mne práce Evy Kaštovské velmi zajímavá, protože spojuje rostliny s půdou tím, že zkoumá, (mimo jiné) jak jednotlivé druhy rostlin ovlivňují koloběh uhlíku v půdě a jak to souvisí s hospodařením s uhlíkem v rostlině samotné. Právě propojení rostlinné identity, rostlinné strategie, hospodaření rostliny s uhlíkem a efekt na mikrobiální společenstvo v rhizosféře považuji za největší přínos Evy Kaštovské k poznání vztahu rostlina a půda. Toto téma zažívá zvýšený zájem funkčních ekologů, kteří po 20 letech výzkumu zjistili, že při poznání strategií rostlin si nevystačí s popisem jejich nadzemních částí, ale musí věnovat pozornost různým funkcím podzemních orgánů rostlin. Dá se tedy říci, že výzkum Evy Kaštovské je vysoce aktuální.

Při hodnocení práce budu vycházet s následujícími měřítky: kvantita, nezávislost, originalita a celková kvalita.

Eva Kaštovská předkládá 11 článků, všechny jsou publikovány v kvalitních časopisech a popisují experimentální studie založené na pokusech v přírodě nebo v zahradě. Eva Kaštovská je prvním autorem 8 článků. Co se týče kvantity, předložená habilitační práce splňuje podmínky habilitace.

Co se týče vědecké samostatnosti, pouze u dvou článků není spoluautorkou školitelka doktorské práce Hana Šantrůčková, to je následkem toho, že Eva Kaštovská pokračuje ve své kariéře po získání doktorátu na stejném pracovišti. Oproti tématu disertační práce však studie zahrnuté do habilitační práce řeší jiné otázky a z půdního prostředí se přenáší blíže kořenům rostlin a propojují koloběh uhlíku v půdě s koloběhem uhlíku v rostlině. Výzkum prezentovaný v habilitační práci lze tedy považovat za nezávislý.

Problematika druhově specifického ovlivnění půdních vlastností konkrétními druhy rostlin je zřídka studována a je-li studována, obvykle je to v nádobových experimentech. Originalita

výzkumu Evy Kaštovské tkví v tom, že své otázky řeší přímo v terénu v přírodních společenstvech, což vyžaduje kreativní přístup.

Celková kvalita výzkumu Evy Kaštovské je vyjádřena jednak kvalitou časopisů, ve kterých publikuje a jednak jejich citovaností, obojí je na velmi dobré úrovni a v posledních letech roste. Jen v roce 2018 publikovala uchazečka 5 článků. Jestli mohu něco vědecké práci vytknout, potom je to monotónní produkce výzkumných článků, která je přerušena pouze kapitolou v populární knize editované Hanou Šantrůčkovou Ekologie půdy, která vyšla v minulém roce. Myslím, že výzkumné téma, kterému se uchazečka věnuje, by si zasloužila shrnující článek, koncepční nebo metodické pojednání.

Závěrem chci shrnout, že habilitační práce Evy Kaštovské splňuje požadavky na kvantitu, nezávislost, originalitu a kvalitu vědecké produkce a doporučuji ji k habilitačnímu řízení.

Pro habilitační řízení mám následující otázky:

- (1) Jsme v současné době schopní udělat podobnou studii jako je ta, která zkoumá strategii ve využití živin u suchopýru a borůvky v rašelinném lese na více druzích nebo je to metodicky a logisticky příliš náročné?
- (2) Víme něco o vlivu odumřelých oddenků na mikrobiální společenstva?

Prof. RNDr. Jitka Klimešová, CSc.

Botanický ústav AVČR

Třeboň