



Universität Ulm | Syst. Botanik und Ökologie | 89069 Ulm | Germany

Jihočeská univerzita

Přírodovědecká fakulta

Studijní oddělení

České Budějovice

Czech republic

Fakultät für Naturwissenschaften
Institut für Systematische Botanik und Ökologie

Prof. Dr. Marian Kazda

Leiter des Botanischen Gartens

Institutsdirektor

marian.kazda@uni-ulm.de

**Institut für Systematische Botanik
und Ökologie**

Albert-Einstein Allee 11

89081 Ulm, Germany

Tel: +49 731 50-23300; Fax: -23320

<http://www.uni-ulm.de/nawi/sysbot>

Botanischer Garten

Hans-Krebs-Weg

89081 Ulm, Germany

Tel: +49 731 50-31351; Fax: -31359

<http://www.uni-ulm.de/einrichtungen/garten.html>

Sekretariat :

Tel. : +49 731 50-23301

ana-maria.oefele@uni-ulm.de

dagmar.eiermann@uni-ulm.de

14.04.20

Review to the Ph.D. Thesis by Mgr. Jiří Mastný
entitled

**„Effect of peatland plant dominants on quality and quantity
of organic matter in spruce swamp forest soils“**

Hydrologically intact peatlands feature water levels near the surface, which maintain permanent anoxic conditions already in few centimetres soil depth. However, the drainage and the more frequent and more severe summer droughts in Central Europe cause marked drops in water levels and hence increase the oxygen availability also in greater soil depths. Low availability of O₂ is crucial for the development and persistence of organic soils and vegetation adapted to these conditions. As a consequence of human-induced oxygenation, the plant community composition changes. These changes are accompanied by alternation of soil processes leading to differences in the quality of soil organic matter. This development follows different trajectories and possesses self-regulating but also self-enhancing nature.

In his Ph.D. Thesis, the candidate, Mgr. Jiří Mastný investigated the effects of three dominant vegetation types on the quality and turnover of soil organic matter. He selected three functional plant types: *Sphagnum* (peat moss), cotton-grass (graminoids) and blueberry (ericoids), representing a pristine wetland and two different stages of its degradation. Along such gradient Mr. Mastný evaluated the long-term effects on the quality of soil organic matter (SOM) and the



related microbial community. He conducted laboratory experiments to investigate the importance of the most mobile fraction of the SOM as a source for soil microorganisms. In the following, he evaluated the impact of artificial root exudates on decomposition of recalcitrant organic matter and tested the priming effect within the rhizosphere together with the analysis of the related microbial community.

The presented Ph.D. Thesis consists of an extensive general introduction. The Results and Discussion section is ordered according to the four publications (three already published, one as a submitted manuscript). The author provides a concise conclusions of the presented work. This general summarizing section of more than 30 pages gives an extensive overview of the work and delineates the most significant findings. The four publications attached after the first part of the Thesis offer an comprehensive detailed insight in to each of the subjects.

The first work describes the effects of drainage and water regime restoration on soil organic matter quality in a spruce swamp forest in the Bohemian Forest, Czech Republic. The soil organic matter was subjected to sequential chemical fractioning and infrared spectra were used for their characterization. Drained sites had a greater proportion of recalcitrant compounds compared to pristine ones, which resulted in energy limitation and a decrease in microbial activities, including CO₂ and CH₄ production. Restoration efforts resulted in changes of SOM fractions towards pristine conditions, but such changes requires several years to decades. This part of the thesis shows, that Mr. Mastný has developed a wide view of the ecological processes related to wetland restoration.

Within the second paper investigating the effects of *Eriophorum vaginatum* and *Vaccinium myrtillus* on nutrient turn-over and enzymatic activities Mr. Mastný contributed by experimental work and sample analysis. He also transformed the most important part of the results in to the general introduction of his thesis. Both plants exhibited contrasting effects on nutrient cycling and carbon storage. *Eriophorum vaginatum* depleted phosphorus and nitrogen reserves in the soil and the prevailing anoxia inhibited litter decomposition which in turn impaired microbial activities. In contrast, dominance of *Vaccinium myrtillus* boosted phosphorus availability – presumably through mycorrhizal associations – and increased the soil microbial biomass. As a consequence, when *Vaccinium* occupies large part of former peatlands, organic matter losses tends to increase. At former stages, a spread of cotton-grass would mostly not alter the peatland carbon balance.

These processes are nicely summarized in the Figure 6 (page 28 of the thesis).

The third publication focussed on differences in the quality of dissolved organic matter (DOC) in respect to each vegetation type. An incubation experiment with the litter of *Sphagnum fallax*, *Eriophorum vaginatum* and *Vaccinium myrtillus* investigated the leachate for C, N and P among different molecular weight fractions. Compared to *Sphagnum* moss, the leaves of vascular plants decomposed faster and released larger amounts of nutrients and easily degradable hydrocarbons. Especially the complexation of phosphorus within *Sphagnum* litter may retard its biodegradability.



Mr. Mastný as principal investigator of this study provided in this paper a profound explanation of different biodegradability of the litter of each vegetation type and thus contributed to our understanding of nutrient cycling in pristine and man-affected wetlands.

The fourth study (here as an unpublished manuscript) of the Thesis goes further beyond the above investigated effects and elucidates the priming effect induced by root exudates. This is an ecologically highly important phenomenon which may explain highly dynamical changes in ecosystems after an input of easily degradable carbohydrates. Such input can spur the metabolic activities and lead to higher overall degradation rates of organic material, as known from general soil science but shortly also for environments of anaerobic biogas digesters.

In contrast to Sphagnum, vascular plants have significant root exudates input to the soil. The candidate (with co-authors) incubated peatland samples together with organic compounds mimicking root exudate addition. Interestingly, the highest addition (5% of present DOC) at the highest C/N ratio (50) highly stimulated microbial decomposition of complex compounds. Though these differences between individual treatments were comparatively small (page 109 and 110 of the Thesis), the above stated treatment with high carbon and low nitrogen input increased the need for nutrients by the involved microbial community and thus generally stimulated the overall SOM degradation.

In this paper Mr. Mastný elucidated an important ecological phenomenon and coupled the decomposition data to the composition of microbial community.

In summary, the Ph.D. Thesis of Mgr. Jiří Mastný provides a comprehensive insight into plant-mediated processes in wetlands. The candidate showed the ability to design experiments, to evaluate and to interpret the results and to bring this results into scientific community through high-impact journals. On this basis, I can highly recommend to accept the presented thesis for defence.

Ulm, April 14, 2020

Prof. Dr. Marian Kazda

**Posudek dizertační práce Mgr. Jiřího Mastného „Effect of peatland plant
dominants on quality and quantity of organic matter in spruce swamp
forest soils“**

Disertační práce se primárně zabývá přeměnou organické hmoty zrašelinělých půd horských lesů, v předkládané práci specificky na lokalitách na Šumavě. Koncept vědeckého bádání se zaměřuje na role jednotlivých rostlinných dominant – rašeliník, suchopýr a borůvka na dynamiku dekompozice organické hmoty, s rozdělením na plynnou (CO_2) a rozpustnou fázi (DOC) a imobilizaci živin (N a P). Cílem je pochopit - a do značné míry predikovat - vývoj dotčených ekosystémů za situace předpokládané klimatické změny a souvisejících změn vegetačního složení – v našich podmínkách pravděpodobně expanze borůvky na úkor rašelinných (suchopýr nevyjímaje) společenstev. Dizertace organicky propojuje čtyři hlavní témata, specificky pokrytá jednotlivými publikačními výstupy, která zahrnují vliv degradace a revitalizace rašelinišť na SOM složení a půdní mikrobiální charakteristiky (publikace 1); problematiku koloběhu živin v kontextu vlivu rostlinného pokryvu studovanou *in situ* (publikace 2); navazující specifickou studii *ex situ* charakteru DOC vznikajícího při dekompozici opadu (publikace 3) a studii teoretické role kořenových exudátů na dynamiku (priming efekt) dekompozice DOC v rašeliništích (manuskript 4). Kvalita předložených publikací a manuskriptu a zjevný významný podíl doktoranda na jejich vzniku, prokazuje schopnost samostatné badatelské činnosti Jiřího Mastného a tudíž, podle mne, splňuje formální i věcné předpoklady k udělení titulu PhD.

Přesto si dovoluji prezentovat některé názory/spekulace/náměty vyplývající z předložených dat a jejich interpretace. Téma dizertace obecně studuje vliv vegetačních dominant tří druhů rostlin na různorodé charakteristiky pevné (včetně mikrobiálního oživení) popř. rozpustné frakce půdní organické hmoty. Nicméně vzorky byly odebírány v prostředí rozvolněného horského lesa s dominancí smrku ztepilého – jeho pokryvnost na jednotlivých studovaných plochách se pohybovala od 0 do 80% (viz publikace Kaštovská et al., 2018), proč nebyl tento faktor zahrnut do analýzy? Popřípadě, jak přítomnost dřevin může ovlivnit interpretaci získaných výsledků? Další otázka souvisí s obecnou definicí rozpuštěné organické hmoty (DOM), popřípadě uhlíku (DOC) – tato je brána primárně jako zdroj energie (živin) pro mikrobiální komunitu, nicméně z interpretace dat není zcela jasné, jak vlastně DOC v dotčených ekosystémech vzniká – výsledky ukazují (kapitola 4.4. Mastný et al., 2018), že rozklad opadu (jen listoví) přispívá 7 – 11% k celkovému půdnímu DOC a Edwards et al. (2018) odhaduje příspěvek kořenových exudátů na 1 – 5%, jak tedy vzniká celková zásoba DOC? Pokud DOC primárně vzniká (asi nevyhnutelně) rozkladem rostlinných částí při procesu dekompozice, pak charakteristika (složení) DOC je již výsledkem působení dekompozitorů a prostředí ve kterém se DOC akumuluje. Extenzivně se v disertační práci studuje fyzikálně-chemická povaha DOC a na mnoha místech se explicitně vztahuje k rostlinné dominantě. Nemůžou však být mnohé použité charakteristiky DOC (spektrální, chromatografické – publikace 1 a 3) pouze jakýmsi „metodickým artefaktem“ v popisu charakteru DOC, jež vyplývá z přirozené povahy DOC, která se jeví jako „shluk“ relativně malých molekul vázaných nekovalentní vazbou? Tyto slabé molekulové interakce (vodíkový můstek, van der Waalsovy síly) jsou velmi „citlivé“ na povahu vnějšího prostředí, jako je iontová síla a pH, a podle charakteru tohoto prostředí se pak mohou jevit při použití specifických (často vzájemně korelovaných) spektrálních analýz (více v Piccolo (2001)). Zde prosím o krátký komentář k interpretaci fyzikálně-chemických charakteristik v kontextu úvah v uvedené publikaci.

Jistou interpretační slabost vidím v arbitrárním stanovení hloubky půdního profilu při srovnání přirozeného, degradovaného a revitalizovaného rašeliniště. Srovnávání jednotlivých „horizontů“ mezi těmito lokalitami (0-10 cm a 10-30 cm) nedává moc smysl, uvážíme-li, že hlavním faktorem ovlivňujícím

živinové (a jiné) charakteristiky je hladina podzemní vody a s tím spojené jiné oxidačně-redukční podmínky (viz např. nepřekvapivá chybějící metanogeneze u degradovaného rašeliniště s hladinou vody – 30 cm). Stanovené rozdíly tedy spíše odráží rozdíly dané zvolenou fixní hloubkou odběru než podstatou charakteru ekosystému – nemyslím, že prezentovaná data podporují interpretaci, cituji: „Our study did not prove that restoration would lead to faster recovery of SOM quality in the upper soil layer, which directly affected the spread of plant species typical for pristine SSF.“ Možná, kdyby se odebral horizont nově oživený po revitalizaci (diagnosticky, ne fixně po hloubce), tak by rozdíly mezi přirozeným a revitalizovaným rašeliništěm byly méně patrné. Nicméně, jak i z článku vyplývá, vše se zdá otázkou času a trajektorie na revitalizovaných plochách je nastavena směrem k přirozenému a žádoucímu stavu.

Jako velmi poutavý považuji článek Kaštovská et. al. (2018), kde objasnění role suchopýru, jako „ostrovu“ bohatého na živiny, přitom striktně si udržujícího půdní oligotrofii, беру jako zásadní příspěvek k poznání ekologie mokřadů. I tak by možná při obhajobě stálo rozvést téma očekávané reálnosti posunu ve složení vegetace jako důsledku klimatické změny. Z článku pro mne mimo jiné vyplývá, případně mne opravte, pokud to není pravda, že nika suchopýru je velmi úzce spjata s fungováním rašeliniště jako oligotrofního systému. Jinými slovy, suchopýr bez rašeliníku nemůže dlouhodobě fungovat. Posun v zásadě může být pouze ve vztahu k expanzi dominant sušších stanovišť (borůvka, les). Tímto se dostávám k roli hladiny podzemní vody, která často interpretačně ustupuje ve prospěch vyzdvížení důležitosti rostlinného pokryvu. Myslím, že rostlinný pokryv pouze odráží vlhkostní poměry (tím podmínky prostředí) a některé parametry, např. množství extrahovatelného DOC a s tím související pH, spíše odráží množství vody v půdě (ředění), nežli přímý vliv rostoucí vegetace – viz klesající pH a stoupající DOC v řadě rašeliník-suchopýr-borůvka v Tabulce 2 a 3. Jak by se interpretace změnila, pokud místo rostlinné dominanty se testoval vliv hladiny vody? Pro parametry stechiometrie půd zajisté složení biomasy vegetace bude mít vliv.

V článku Kaštovská et al. (2018) i dalších je poukazováno na progresivní živinovou limitaci rašelinných ekosystémů a procesů přeměny SOM, s jasným poukazem na dominantní limitaci fosforem. Z článků nevyplyvá, nakolik jsou jednotlivé specifické habitaty živinově závislé na čistě srážkových vodách (míra ombrotrofie). Je možné, že vyšší obsahy NH_4 v rašelině exkluzivně tvořené rašeliníkem může pocházet z depozice? Obráceně, vysoká míra P limitace je důsledkem malého vstupu P do systému – z podloží minimálně, z depozice velmi málo (do 0.5 kg P/ha/rok), na rozdíl o sušších stanovišť s mykorhizní borůvkou, kde můžeme přepokládat menší závislost na živinách ze srážek. Můžete rozvést v obhajobě fungování dotčených ekosystémů v podmínkách nízkého vstupu dusíku (pod 1 kg N/ha/rok)? Tak jak to bylo přirozené před průmyslovou revolucí. Jaké zásadní změny fungování byste očekával oproti současnému stavu?

U článku Mastný et al. (2018) by mě zajímalo, jak se měnil podíl DOC vůči CO_2 při dekompozici jednotlivých typů opadů (viz kapitola 4.2.)? To kvůli tomu, jestli opravdu DOC produkce byla vztažena k obsahu živin v opadu nebo jestli byla jen funkcí míry dekompozice. Nakolik DOC charakterizace mohla být ovlivněna velkým rozpětím pH mezi jednotlivými výluhy (od rašeliníku s pH=4.5, přes borůvku >5 a suchopýr >6)? Podcenění vlivu množství pórové vody na koncentraci a další charakteristiky je také patrné s poslední větou v kapitole Conclusions.

K přiloženému manuskriptu mám toliko dotaz na ekologickou relevantnost priming efektu na C sekvestraci v kontextu expanze cévnatých rostlin. Nebudou spíše změny oxidačně-redukčních podmínek v důsledku poklesu hladiny podzemní vody, předpoklad pro šíření cévnatých rostlin, hrát hlavní úlohu? Také by mě zajímalo, nakolik směs umělého kořenového exudátu odráží „přirozené“ složení? Nejde vlastně o dosti umělý konstrukt? Dále mám poznámku, jestli filtrace přes 0.22 μm filtr

nemohla ovlivnit poměry bakterií a hub v inkubované rašelinné vodě (i přestože byla poté inokulována).

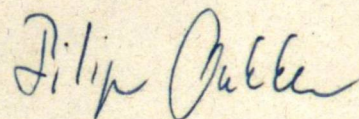
Z formálních nedostatků snad zmíním jen chybu v čísle přiložených publikací (není jich 6, ale jen 4), dále pak chybu v názvu časopisu u prvního článku. V manuskriptu jsou některé stylistické nedostatky (např. nedokončená věta ve čtvrtém odstavci diskuze...).

Co mě však hodně chybělo, bylo nepřipojení Supplementary Informations k vytištěným článkům. Velmi to komplikovalo četbu dizertace a také to snižuje hodnotu práce jako zdroje informací.

Prosím o krátký komentář k:

Piccolo A (2001) THE SUPRAMOLECULAR STRUCTURE OF HUMIC SUBSTANCES. Soil Sci 166:810–832.

V Praze 16. dubna 2020



Filip Oulehle