

Posudek oponenta habilitační práce

Uchazeč	Ing. Marek Kopecký, Ph.D.
Habilitační práce	Půdní organická hmota a její vliv na úrodnost půd
Oponent	prof. Ing. Jiří Balík, CSc., dr.h.c.
Pracoviště oponenta	Česká zemědělská univerzita v Praze, katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin

Habilitační práce Ing. Kopeckého je předložena jako soubor vědeckých prací se společnou tematikou k půdní organické hmotě a biocharu. Zde je nutno zdůrazňovat, že se jedná o články publikované v impaktovaných vědeckých časopisech a všechny prošly kritickým recenzním řízením. Jedná se o soubor 10 publikací, kde habilitant je 1. autorem (4 publikace) nebo spoluautorem (6 publikací). Těchto deset publikací představuje kvalitní soubor, dle WOS (5x Q1; 2x Q2; 3x Q3). Proto budou mé dotazy (připomínky) směřovat k objasnění vybraných bodů z metodiky, případně na jiná variantní řešení.

V úvodu jsou obecně uvedeny různé metody pro stanovení organického uhlíku v půdě. V kapitole 2 autor popisuje význam organické hmoty z hlediska půdní úrodnosti. Dále zde správně uvádí rozdíl v terminologii a časté směšování pojmů „sekvestrace“ a „ukládání“ organického uhlíku do půdy. Dále následuje kapitola „Komentované publikace autora“.

První článek se týká dělení půdní organické hmoty (POH) podle její stability vůči oxidaci a autor navrhuje novou metodu pro hodnocení POH. Kvalita primární půdní organické hmoty (PPOH) je vyjádřena konstantou oxidace PPOH prostřednictvím 0,4 mol/l roztoku $K_2Cr_2O_7$ v 12 M H_2SO_4 při 60 °C během 40 minut. Autor zde uvádí, že tato metoda je určena pro zemědělskou praxi, nikoli pro hlubší vědecký výzkum. Určitou výhradu mám ke konstatování autora o významu posuzované metody: „Zemědělcům by měla poskytnout informace o stavu POH, které jsou pomocníkem při rozhodování, zda použít více či méně rychle mineralizující hnojiva (například kejda nebo zelené hnojení), nebo hnojiva se stabilizující organickou hmotou, jako je hnůj, kompost, nebo dokonce digestát z bioplynové stanice“. Tuto myšlenku z hlediska zemědělské praxe lze chápat jako velice idealistickou. Při rozhodování hraje zásadní roli, jaké mám organické hnojivo k dispozici, dále pěstovaná plodina a intenzita hnojení dusíkem, případně půdně-klimatické podmínky.

Při řešení problematiky primární a stabilní organické hmoty autor využívá soubor půd ze 6 lokalit a z toho jsou 3 lesní půdy. Právě k volbě tohoto souboru lze mít jisté výhrady. Obecně platí, že čím různorodější mám sledované soubory, tím jednoznačnější získávám výsledky. Dokáže autor definovat, jaké by byly závěry, kdy soubor půd tvořily orné půdy pouze např. z okruhu České Budějovice? Za velmi zajímavou myšlenku pokládám využití metody kationtové výměnné kapacity jako indikátoru půdní organické hmoty místo klasického hodnocení poměru huminových kyselin a fulvokyselin ($C_{HK}:C_{FK}$). V závěru uvádí autor, že je nutno tuto metodu ověřit na více rozdílných půdních typech, případně druzích. Pokročil již autor od zveřejnění tohoto článku k novým zjištěním?

Velmi zajímavé výsledky autor získal při sledování vlivu vybraných pěstebních technologií kukuřice na změny labilní frakce půdní organické hmoty v písčito-hlinité kambizemi (Krásná Hora). Velmi kladně lze hodnotit skutečnost, že se jedná o tříleté polní pokusy s digestátem z bioplynové stanice. Byly posuzovány 3 technologie: a) strip-till; b) no-till; c) diskování. Vysoký podíl labilní organické hmoty byl stanoven u technologie strip-till (nejvyšší obsah vodou extrahovatelného uhlíku a dusíku). Z metodiky práce není zcela zřejmé, z jaké části byly odebrány půdní vzorky po sklizni kukuřice. Bylo to z meziřadí, nebo z řádků kukuřice, anebo to byl průměrný vzorek? Autoři také nezjistili rozdíl ve velikostech půdních agregátů u jednotlivých používaných technologiích.

Třetí publikace je věnována problematice „Black carbon a jeho vliv na sekvestraci uhlíku v půdě“. Bylo zde pracováno s hypotézami, že se v půdě budou vyskytovat dva „druhy“ black carbonu. První z nich je velmi starý historický black carbon (HBC), který pochází z dávných požárů biomasy. Druhý je pak black carbon antropogenní (ABC). Ten vzniká jako produkt nedokonalého spalování (doprava, lokální topeniště apod.) a je mnohem mladší. V průměru byl zjištěn nižší obsah black carbonu v řídce osídlených oblastech jižních Čech (2,16 % C_{org}). V oblastech větších měst s výraznou antropogenní zátěží byl jeho obsah vyšší (2,76 % C_{org}). Black carbon v půdách u větších měst má tedy antropogenní původ. HBC je silně vázán na těžkou minerální koloidní frakci půdy. Naopak ABC se dosud s minerálními koloidy stabilně nespojil. ABC není tedy trvalým uložištěm uhlíků. Jedná se o velice zajímavé výsledky, Do jaké míry se na získaných výsledcích mohla projevit skutečnost, že se osídlení rozvíjelo v příznivých půdních klimatických podmínkách pro člověka, a především tyto rozdílné půdně klimatické podmínky ovlivňovaly vývoj půd a s tím spojený charakter vegetace?

V kapitole 4 a 5 se autor věnuje problematice „biochar“, definuje biochar, zabývá se využitím biocharu a riziky spojenými s aplikací biocharu. Publikované výsledky potvrzují skutečnost, že nejkvalitnější je biochar produkovaný při teplotách 450 až 550 °C. Takovýto biochar podporuje tvorbu organo-minerálních komplexů a zlepšuje stabilitu půdy. Při použití tohoto biocharu bylo dále stanoveno nejvyšší množství vod stálých makroagregátů, zvýšení pórovitosti a obsah dostupné vody v půdě. Tyto výsledky byly dosaženy v jílovitých půdách, jaký výsledek by bylo možné očekávat např.: v písčítých lehkých půdách? U tohoto článku hodnotím významně pozitivně přiložené snímky a grafy. Názorně dokládající rozdíly v kvalitě biocharu, v závislosti na teplotě při jejich „výrobě“, snímky byly pořízené elektronovým mikroskopem a graf s využitím FTIR spekter.

Kladně lze také hodnotit publikaci vytvořenou na základě „metaanalýzy dopadů různých oxidačních metod na povrchové vlastnosti biocharu“. Srovnání účinků aplikace biocharu a kompostu na vododržnost a výnos rýže při vodním stresu bylo sledováno v půdně-klimatických podmínkách Iránu. Varianty s použitím biocharu výrazně předčily varianty s kompostem. V obou případech bylo použita stejná dávka – tj.: 20 t/ha. U varianty biochar bylo dodáno téměř 6,3 x více uhlíku než u varianty kompost, což již předem determinovalo rozdíly v dosažených výsledcích. Dávka kompostu na úrovni 20 t/ha je zcela reálná, což ale nelze předpokládat u biocharu.

Publikace 7 uvádí výsledky ze „Srovnání vlivu biocharu a zeolitu na půdní hydrologické indexy a růstové charakteristiky kukuřice“. V textu je chybně uvedeno rýže (str. 113). U všech sledovaných parametrů kukuřice – tj.: hmotnost sušiny, kořenů, délka kořenů, povrch kořenů, hmotnost nadzemní biomasy a výška rostlin byly varianty s biocharem výrazně lepší. Tento výsledek odpovídá dosaženým změnám v půdě. Lze konstatovat, že se rozdíly daly očekávat již při zakládání pokusů. Specifický povrch biocharu byl 3,5 x větší než u zeolitu. Dále bych upozornil na skutečnost, že se jednalo o nádobové pokusy (6 kg zeminy) a přepočítávat dávku aplikovaných materiálů na t/ha je svým způsobem zavádějící. V nádobových pokusech jsou zcela jiné podmínky než v polních pokusech (např.: hustota prokořenění atd.).

V publikaci č. 8 jsou porovnávány biochary z rýžové a kukuřičné slámy na sorpci Cd v půdě a omezení mobility tohoto prvku pro příjem rostlinami. Biochar vyrobený z rýžové slámy účinněji podporoval fotosyntézu u rýže i u kukuřice. Jedná se o maloparcelový pokus, který byl založen v Iránu.

V publikaci č. 9 (review) jsou analyzovány literární zdroje s tematikou „Podpora udržitelného zemědělství a zmírnění emisí skleníkových plynů pomocí biocharu získaného z čistírenských kalů“. Jedná se o aktuální problematiku s možnou perspektivou pro praktické využití. Technologie pyrolýzy umožňuje nejen významně minimalizovat objem čistírenských kalů, ale také likvidovat parazity a patogeny, snižovat obsah nebezpečných organických látek a také imobilizovat rizikové prvky, které v čistírenských kálech mohou být přítomny. Celkově hodnotím toto review za velmi zdařilé.

V publikaci č. 10 byl sledován „modifikovaný biochar jako nástroj pro čištění odpadních vod“. V této studii byla testována metoda, při které byl pro recyklaci fosforu z kalové vody využit modifikovaný biochar (nasycený roztokem FeCl_3 a poté neutralizovaný roztokem NaOH). Ověřovanou technologií recyklace fosforu pomocí modifikovaného biocharu lze

vyrobit dva druhy fosforečných hnojiv: fosforečnan železitý a fosforem nasycený biochar. Navržený způsob recyklace fosforu z odpadních vod lze aplikovat v technologické praxi.

Závěr:

Lze konstatovat, že se jedná o velmi kvalitní habilitační práci zpracovanou na základě 10 vědeckých článků, publikovaných v kvalitních časopisech. V práci lze číst rukopis prof. Koláře, který patřil k vynikajícím odborníkům v oblasti půdní organické hmoty. Práce se skládá ze širokých okruhů: tj.: a) organická hmota v půdě a její kvalita; b) kvalita biocharu a jeho uplatnění v rostlinné produkci. Řešitelský kolektiv u jednotlivých publikací je velmi početný, tvořený pracovníky z různých fakult, ale také z různých evropských univerzit. Toto je možno hodnotit velmi pozitivně a je jistým výrazem mezinárodního respektu k mateřskému pracovišti ze strany zahraničních univerzit. Na druhé straně není zřetelný podíl habilitanta na dosažení prezentovaných výsledků. Několik publikací bylo vytvořeno na základě pokusů prováděných v Iránu. Přestože se jedná o soubor 10 článků, tak práce je dobře strukturovaná a dobře se čte. Pozitivní hodnocení také přináší skutečnost, že práce vznikly v krátkém časovém úseku (3 let).

Dotazy oponenta k obhajobě habilitační práce

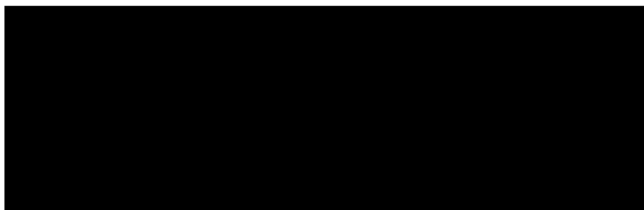
- 1) Jaký je názor habilitanta na parametr Q4/6 z hlediska kvality půdní org. hmoty?
- 2) Pro rozdělení labilní a stabilní frakce půdní org. hmoty se také využívá extrakce horkou vodou (Körschens 1990). Jaký je názor habilitanta na tuto metodu?
- 3) Jaký je názor habilitanta na tzv. „regenerativní zemědělství“?
- 4) Dnes jsou zemědělcům nabízeny finanční prostředky ze strany „obchodních společností – bank“ za akumulaci atmosférického CO₂ v půdě např. „smluvní strany se dohodly na kompenzaci ve výši 250 Kč (bez DPH) za každou tunu atmosférického oxidu uhličitého zachyceného v uplynulém roce na dotčeném pozemku ve formě půdního uhlíku“. Jak hodnotí habilitant tento systém a dokáže odhadnout cenu za 1 tunu atmosférického CO₂?
- 5) Jaké materiály vidí habilitant jako vhodné pro zpracování na biochar tak, aby byl následně biochar využitelný v zemědělské praxi?

Závěr

Habilitační práce **Ing. Marka Kopeckého, Ph.D. „Půdní organická hmota a její vliv na úrodnost půd“ splňuje** požadavky standardně kladené na habilitační práce v oboru Obecná produkce rostlinná.

Na základě obdrženého dokumentu „Podobnosti se všemi nalezenými dokumenty“ lze konstatovat, že se nejedná o práci založené na plagiátorství.

V Praze dne 21.12.2023



podpis oponenta

Posudek oponenta habilitační práce

Uchazeč **Ing. Marek Kopecký, Ph.D.**
Habilitační práce **Půdní organická hmota a její vliv na úrodnost půd**
Oponent **prof. Ing. Jaroslav Hlušek, CSc., dr. h. c.**
Pracoviště oponenta, instituce **MENDELU v Brně**

Půda je nenahraditelný a neocenitelný přírodní zdroj. Je tristní pozorovat, jak se v České republice s půdou v řadě případů zachází, když denní úbytek zemědělské půdy byl v minulosti uváděn až na úrovni kolem 15 ha, přičemž mezi lety 1999 až 2020 ubylo 82 242 ha zemědělské půdy.

Součástí půdy je organická hmota, která představuje širokou řadu organických látek, o jejichž důležitosti nelze pochybovat. Je však důležité půdní organickou hmotu správně rozdělit a jednotlivé její součásti popsat a správně definovat, aby si někteří tzv. odborníci nemysleli, že humus a půdní organická hmota je jedno a totéž. Přitom toto je zemědělcům často předkládáno.

Půda je nejcennějším nástrojem, který má zemědělec v rukou. Naším hlavním úkolem je udržovat půdu v dobré kondici a podporovat její úrodnost. Půdu ohrožuje řada faktorů jako je eroze, nedostatek organické hmoty spojený s omezením živočišné výroby (podle dostupných údajů máme v ČR pouze 0,37 DJ na hektar), úbytkem hluboko kořenících pícnin, úzké osevní postupy, dlouhodobě nedostatečné bilanční hnojení všemi živinami, utužení, ztráta infiltrace a s tím spojené horší hospodaření s vodou atd.

Zemědělci se ocitají před nesnadným úkolem, jak tyto faktory eliminovat, přitom zajistit rentabilitu hospodaření, dodržovat legislativní podmínky a také se vyrovnat se znepokojivým hodnocením zemědělské činnosti ze strany laické veřejnosti. Plochy půdy se tenčí všude na světě, populace roste (poslední údaje hovoří o osmi miliardách lidí žijících na Zemi) a její nároky na dostatek kvalitních potravin se zvyšují a proto je zajištění půdní úrodnosti, jako klíčové podmínky pro konkurenceschopnost rostlinné výroby a v zásadě existence zemědělství, velmi důležité.

Ing. Marek Kopecký, Ph.D. si zvolil pro svoji habilitační práci velmi zajímavé, v současné době aktuální a impresivní téma, a to „Půdní organická hmota a její vliv na úrodnost půd“. Je to práce velmi záslužná a je příspěvkem ke správnému chápání teorie půdní organické hmoty, jejího významu a poslání v půdě pro půdní úrodnost. Jsem přesvědčen, že volba tohoto tématu byla nejen pro něj, ale i pro jeho mateřské vědecké pracoviště velmi šťastnou volbou. Zvolené téma, zvláště problematika půdní úrodnosti, je

velmi aktuální zejména proto, že lidstvo je stále závislé na přírodních zdrojích a výživa lidí jednoznačně závisí na produkci kulturních rostlin pěstovaných na půdě. Je třeba si přitom uvědomit, že člověk se bez půdy neobejde, ale půda bez člověka ano. Vědci si kladou otázku, kolik lidí je planeta schopna uživit? Nejčastější odpověď říká, že záleží na tom na jaké úrovni. Faktem ale je, že spotřebováváme o 40 % více než Země zvládne obnovit.

Vlastní habilitační práci habilitant velmi šikovně uvedl dvěma citáty:

1. „Je to rozpad organické hmoty a ne její pouhá přítomnost, co dává „život“ půdě“ (Hopkins, 1910).
2. Pokoušet se hromadit v půdě co nejvíce organické hmoty tak, jako lakomec hromadí zlato, není správná odpověď. Organická hmota funguje především, když se rozkládá. Její hodnota spočívá v její dynamické povaze (Albrecht, 1938).

Zákon o vysokých školách v ČR umožňuje předkládat habilitační práce několika způsoby. Ing. Marek Kopecký, Ph.D. využil jednu z možností a předložil habilitační práci formou souboru uveřejněných vědeckých prací doplněného komentářem. Je to skvělá práce, která přináší nové vědecké poznatky v oblasti půdní organické hmoty a půdní úrodnosti.

Habilitační práce je dílo napsané na dvě stě čtyřech stranách textu. Součástí je soubor zmíněných publikací, ve kterých na sebe navazují nosná témata – Půda, půdní organická hmota a Biochar jako pomocná půdní látka. Habilitant si stanovil tři hlavní cíle, které splnil v plném rozsahu:

1. Přispět k prohloubení znalostí o vlivu půdní organické hmoty na vlastnosti půdy a její úrodnost.
2. Přinést nové poznatky z oblasti výroby a využití biocharu.
3. Srozumitelně vysvětlit názvosloví používané s výzkumem půdní organické hmoty, které je velmi nejednotné.

Habilitační práci autor rozdělil na dvě základní části:

1. Půda, půdní organická hmota a její význam. Do této části zařadil následující komentované publikace:
 - Dělení půdní organické hmoty na labilní a stabilní frakce.
 - Vliv vybraných pěstebních technologií kukuřice na změny labilní frakce půdní organické hmoty v písčito – hlinité kambizemi.
 - Black carbon a jeho vliv na sekvestraci uhlíku v půdě.

Druhou hlavní částí habilitačního spisu je:

2. Biochar jako pomocná půdní látka. V této části jsou zařazeny následující komentované publikace autora:
 - Vliv pyrolýzní teploty na vlastnosti biocharu a jeho efekt na půdní hydrologické podmínky.

- Metaanalýza dopadů různých oxidačních metod na povrchové vlastnosti biocharu.
- Srovnání účinků aplikace biocharu a kompostu na vododržnost a výnos rýže při vodním stresu.
- Srovnání vlivu biocharu a zeolitu na půdní hydrologické indexy a růstové charakteristiky rýže.
- Předběžná zjištění o fotosyntéze a bioakumulaci kadmia v rýži a kukuřici za použití biocharu vyrobeného ze slámy pocházející z C3 a C4 rostlin.
- Podpora udržitelného zemědělství a zmírnění emisí skleníkových plynů pomocí biocharu získaného z čistírenských kalů.
- Modifikovaný biochar – nástroj pro čištění odpadních vod.

Nosnou součástí habilitačního spisu je tedy deset vědeckých publikací v plném znění. Tyto práce potvrzují publikační erudovanost autora. Ve čtyřech případech je prvním autorem, v ostatních jako spoluautor. Celkem sedm z nich bylo vydáno ve vydavatelství MDPI, kde odpovědnost za kvalitu je především na autorech. Zde je třeba zdůraznit, že na většině příspěvků je spoluautorem také prof. Ladislav Kolář, DrSc, což je nezpochybnitelný, fundovaný odborník v dané oblasti a je zárukou kvality. Zbývající tři vědecké publikace byly vydány ve vydavatelstvích Elsevier, Wiley a Springer, kde odpovědnost za kvalitu je především na redakcích.

Všechny zařazené publikace jsou bohatě podloženy literaturou. Kromě toho habilitant při zpracování habilitace využil dalších 215 vědeckých publikací (v seznamu použité literatury), převážně zahraničních autorů. Rozsah literatury a její kvalita svědčí o tom, že habilitant získal během své pedagogické a vědecké praxe potřebnou erudici a problém zvládl výborně teoreticky. Je zřejmé, že autor měl dostatek podkladů, aby mohl studovanou problematiku literárně pojmut v celé šíři.

Výsledky v jednotlivých publikacích jsou zpracovány srozumitelně a přehledně a považují je za velmi cenné. Přináší nové originální informace o dělení půdní organické hmoty podle stability vůči oxidaci a navrhuje novou metodu pro hodnocení. Organickou hmotu dělí na primární půdní organickou hmotu (PPOH) a stabilní frakce organické hmoty, a to na základě jejich odolnosti vůči oxidaci. Na změny labilní frakce POH v písčito-hlinité kambizemi se nejlépe projevila metoda zpracování půdy strip – till, u níž byl zjištěn nejvyšší obsah uhlíku v partikulární organické hmotě i nejvyšší obsah vodou extrahovatelného uhlíku, což je důležité z agronomického hlediska. Dalším důležitým výsledkem je fakt, že antropogenní black carbon není trvalým úložištěm uhlíku v půdě. Habilitační práce dále přinesla řadu zajímavých výsledků v oblasti využití biocharu v zemědělství. Biochar produkovaný při teplotách 450 a 550°C podporuje tvorbu organominerálních komplexů a zlepšuje strukturu, zároveň má největší specifický povrch. Zvýšení teploty pyrolýzy nad 550°C má již negativní vliv na výskyt funkčních skupin a tím i sorpční charakteristiky biocharu. Co se týče vstupních surovin, nejlepší výsledky byly zjištěny u materiálů jako je sláma, plevy, skořápky.

Při porovnání účinků biocharu a kompostu bylo zjištěno, že kompost má jisté nevýhody, mezi které patří menší specifická plocha povrchu a tedy i menší schopnost vytvářet organo-minerální komplexy. Naopak biochar agregaci půdy zvyšuje. Díky tomu zlepšuje i vododržnost. Při porovnání účinků biocharu se zeolitem při pěstování kukuřice v nádobovém pokusu v Iránu se biochar ukázal jako lepší a vhodnější díky svým vlastnostem – vysoký specifický povrch, vysoká iontovýměnná kapacita, přítomnost funkčních skupin na povrchu biocharu. Biochar, díky svému pozitivnímu vlivu na půdní strukturu, pomohl vytvořit ideální podmínky pro tvorbu a vývoj kořenů a růst rostlin. Překvapivým zjištěním byl negativní vliv vyšší dávky zeolitu na půdní strukturu.

Za velmi cenné je třeba považovat také výsledky v oblasti bioakumulace kadmia v rýži a kukuřici i když je habilitant považuje za předběžné a doporučuje jejich ověření v polních pokusech. Stejně je tomu i v případě přípravy biocharu z čistírenských kalů a jejího dopadu na vlastnosti půdy, zdraví rostlin, vyplavování živin a emise skleníkových plynů. Autoři potvrdili předpoklad, že z agrochemického hlediska je kalová voda nejlepším zdrojem fosforu pro rostliny. Pozitivním zjištěním dále bylo, že modifikovaný biochar pojme třetinu množství fosforu v běžně používaném minerálním hnojivu – jednoduchém superfosfátu. Tento fosfor je lépe přístupný rostlinám než struvit, který vzniká spontánně při nakládání s kalem. Výsledky výzkumu prokázaly, že navržený způsob recyklace fosforu z odpadních vod lze aplikovat v technologické praxi.

Závěr práce je stručný, jak má být. Ze závěru je možno konstatovat, že habilitant přinesl nové vědecké poznatky a splnil cíle habilitační práce. Habilitační práce je podložena rozsáhlým souborem aktuálních, zejména zahraničních pramenů, což potvrzuje publikační erudovanost habilitanta a je zpracovaná na velmi dobré odborné i technické úrovni. Výsledek plagiátorské kontroly potvrdil, že se autor nedopustil plagiátorství. Habilitační práci Ing. Marka Kopeckého, Ph. D. jsem si prostudoval s velkým zájmem a připravil jsem následující dotazy na habilitanta.

Dotazy oponenta k obhajobě habilitační práce:

1. Jaký je obsah humusu v půdách ČR?
2. Jaký je názor habilitanta na současný stav v produkci statkových a organických hnojiv v ČR jako významného zdroje organické hmoty?
3. Jaká je perspektiva využití biocharu v ČR a to včetně ekonomického zhodnocení?
4. Proč byla použita rýže jako pokusná plodina, která se v ČR nepěstuje?
5. Proč byly vegetační pokusy prováděny v Iránu?

Závěr

Habilitační práci Ing. Marka Kopeckého, Ph. D. s názvem Půdní organická hmota a její vliv na úrodnost půd považuji za kvalitní vědecké dílo, které splňuje požadavky standardně kladené na habilitační práce v oboru Obecná produkce rostlinná. Přináší nové a upřesňující poznatky v oblasti studia půdní organické hmoty a v oblasti účinků biocharu na půdu a na pěstované rostliny. Doporučuji proto vědecké radě Fakulty zemědělské a technologické JU v Českých Budějovicích přijmout habilitační práci k obhajobě a po jejím úspěšném průběhu udělit Ing. Markovi Kopeckému, Ph. D. pro daný obor vědecko-pedagogický titul

„docent“



V Brně 3.1.2024

prof. Ing. Jaroslav Hlušek, CSc., dr. h. c.

Posudok oponenta habilitačnej práce

Uchádzač	Ing. Marek Kopecký, PhD.
Habilitačná práca	Pôdny organická hmota a její vliv na úrodnost půd
Oponent	prof. Ing. Jozef Kobza, CSc.
Pracovisko oponenta, inštitúcia	NPPC - Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy Bratislava, Regionálne pracovisko Banská Bystrica, SR

Na základe rozhodnutia habilitačnej komisie pre habilitačné konanie Ing. Mareka Kopeckého, PhD. v odbore Obecná produkce rostlinná zo dňa 31.5.2023 som bol menovaný v súlade s § 72, odst. 7 zákona č. 111/1998 Sb., zákon o vysokých školách v platnom znení, oponentom habilitačnej práce na tému „Pôdny organická hmota a její vliv na úrodnost půd“. Prácu som si podrobne preštudoval a vyjadrujem sa k nej nasledovne:

Aktuálnosť zvolenej témy

Pôdna organická hmota je základným a hlavným atribútom úrodnosti pôdy. Je zdrojom mikrobiálnej aktivity, ovplyvňuje vlhkosť a teplotný režim pôd, ovplyvňuje sekvestráciu uhlíka, inhibuje proces erózie, zachovanie ekologických funkcií pôdy a stability krajiny. Nie je však dôležitý len obsah pôdnej organickej hmoty, ale aj jej kvalita. Autor habilitačnej práce sa zaoberá komplexne uvedenou problematikou, navyše vo vzťahu k sekvestracii uhlíka využíva biochar, ako aj v súvislosti s jeho vplyvom na hydrologické indexy, výnosnosť niektorých plodín – najmä ryže a kukurice, bioakumuláciu niektorých ťažkých kovov – hlavne kadmia v ryži, v neposlednom rade, ako aj nástroj pre čistenie odpadových vôd. Habilitačná práca je preto svojim komplexným zameraním, spôsobmi a rozsahom riešenia vysoko aktuálna.

Splnenie stanoveného cieľa (cieľov)

Vzhľadom k tomu, že predložená habilitačná práca je kompilačného charakteru, skladá sa z desiatich už recenzovaných a vydaných publikácií, v ktorých sú separátne stanovené ciele, ktoré už boli splnené. Čiastkové ciele však vhodne zapadajú do celkovej koncepcie, ktorá je náplňou habilitačnej práce. Po jej preštudovaní môžem zodpovedne prehlásiť, že všetky stanovené ciele boli splnené.

Stanovisko k zvoleným metódam spracovania

Metódy spracovania výsledkov sú vhodne zvolené vo vzťahu k oblasti sledovania v jednotlivých uvedených publikáciách. Zvlášť oceňujem porovnanie pôvodných metód (HK, FK, E^{4/6}) s modifikovanými metódami (príspevok bol publikovaný v časopise Agronomy). Ide o rýchlejšiu a účinnejšiu metódu pre poľnohospodársku prax. Bolo porovnávaných 6 pôdnych vzoriek – 3 z poľnohospodárskej pôdy a 3 z lesnej pôdy. Moja pripomienka k tejto časti je, či tento počet vzoriek je postačujúci pre hodnotenie porovnávaných metód? Využívané boli tiež poľné experimenty (Krásna Hora nad Vltavou). Zaujímavé sú tiež metodické postupy s použitím biocharu, napr. metaanalýza dopadov rôznych oxidačných metód na povrchové vlastnosti biocharu.

Spôsoby, akým habilitant hodnotí dosiahnuté výsledky ukazuje, že má v danej problematike bohaté poznatky a k tomu zodpovedajúcu prax, problematiku má dobre preštudovanú, o čom svedčí aj 215 citovaných literárnych prameňov (okrem uvedených publikácií).

Dosiahnuté výsledky habilitačnej práce a jej prínos

Predložená habilitačná práca sa skladá z dvoch základných častí. Tá prvá časť pojednáva o charakteristike pôdnej organickej hmoty, význame stabilnej a labilnej frakcie a vplyve pestovateľských technológií na ich zmeny v pôde. Prvá časť habilitačnej práce je doložená troma už recenzovanými a vydanými publikáciami. Druhá časť habilitačnej práce sa zaoberá problematikou biocharu a jeho vplyvom na vlastnosti pôdy a jej úrodnosť pri rôznych pestovateľských technológiách. Táto časť je dokumentovaná siedmimi publikáciami. Oceňujem, že autor habilitačnej práce zaradil pred každú publikáciu svoj stručný komentár.

Bolo zistené, že veľmi citlivým indikátorom zmien pôdnej organickej hmoty (POH) vyvolaných rôznymi typmi hospodárenia je obsah dusíka v partikulárnej organickej hmote. Najvyšší obsah dusíka v partikulárnej organickej hmote bol zaznamenaný pri variante no-till. Pri tejto technológii bol zistený taktiež najvyšší obsah organického uhlíka v mikro- a v makroagregátoch, čo dokumentuje, že pri tomto variante je organická hmota najlepšie chránená pred rozkladom. Autor habilitačnej práce sa zaoberá aj obsahom labilných frakcií POH. Ich vysoký obsah podporuje biologickú aktivitu pôdy, a tým aj vysokú úrodnosť pôdy. Z tohoto pohľadu najlepším variantom manažmentu sa javí metóda strip-till, pri ktorej bol zistený najvyšší obsah vodou extrahovateľného uhlíka, čo je dôležité najmä z agronomického hľadiska. Spoľahlivým indikátorom sa tu ukazuje taktiež vodou extrahovateľný dusík. Ide o zaujímavé poznatky aj napriek tomu, že výsledky boli získané z poľných experimentov v Krásnej Hore nad Vltavou za pomerne krátke časové obdobie (2014-2016). Vhodné by bolo venovať sa tejto problematike aj v budúcnosti.

Ďalšou dôležitou široko diskutovanou problematikou je sekvestrácia uhlíka v pôde. V tejto súvislosti sa autor habilitačnej práce zaoberá frakciou „black carbon“, ktorá je považovaná za stabilnú frakciu. Pochádza z nedokonalého spaľovania fosílnych palív jednak ako historického pôvodu (dávne požiare biomasy), tak aj subrecentného – antropogénneho pôvodu (doprava, teplárne a pod.). Ukazuje sa, že antropogénny vplyv je silnejší, pretože na základe dosiahnutých výsledkov bol zistený vyšší obsah black carbonu práve v oblastiach väčších miest s výraznou antropogénnou záťažou (2,76 % Corg), naopak nižší obsah black carbonu bol zistený v riedko osídlených oblastiach južných Čiech (2,16 % Corg). V tejto súvislosti by bolo zaujímavé v budúcnosti aj z hygienického hľadiska porovnanie obsahu frakcie black carbonu napr. s obsahom polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU), ktoré taktiež vznikajú nedokonalým spaľovaním niektorých fosílnych organických komodít (uhlie, ropné látky, drevo, oleje i ďalšie organické substancie) pri teplotách 500 – 700 °C.

Konkrétnym black carbonom je aj biochar, ktorým sa habilitant zaoberá vo viacerých priložených publikáciách. Bol zistený priamy vplyv biocharu na fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti pôdy, najmä na množstvo žiadúcich vodostálych makroagregátov, zvýšenie pórovitosti a obsah dostupnej vody v pôde. Výsledky však boli dosiahnuté na ílovitých pôdach, bolo by vhodné v budúcnosti zisťovať účinok biocharu aj na hlinitých a piesčitých pôdach.

Oceňujem pomerne širokú analýzu účinkov biocharu na vlastnosti pôd vrátane sekvestrácie uhlíka, vododržnosť a pôdne hydrologické limity ako aj rastové charakteristiky (ryža, kukurica), podporu fotosyntézy, ako aj vo vzťahu k úrodnosti pôdy, taktiež aj vo vzťahu k hygienickému stavu pôdy. Bolo zistené, že biochar účinnejšie zabraňoval bioakumulácii kadmia do rastlín.

Uvedené zistenia považujem za novátorske nielen vo vzťahu k úrodnosti pôdy a k agronomickej praxi, ale aj vo vzťahu k hygienickému stavu pôd. Taktiež za novátorske považujem využitie modifikovaného biocharu pre čistenie odpadových vôd. Novátorske sú aj metodické postupy, a tým aj dosiahnuté výsledky - napr. už zmienené porovnanie pôvodných metód (HK, FK, E^{4/6}) s modifikovanými metódami, ktoré sa ukazujú rýchlejšie a účinnejšie pre poľnohospodársku prax. Dosiahnuté výsledky sú zaujímavé aj pre ďalší rozvoj vednej disciplíny.

Vzhľadom k tomu, že habilitačná práca je v podstate kompilátom desiatich vedeckých prác v renomovaných vedeckých periodikách, ktoré už boli recenzované, nemám k predloženej habilitačnej práci zásadných pripomienok (niektoré drobné pripomienky a doporučenia som uviedol v texte tohto posudku). Do diskusie obhajoby habilitačnej práce mám nasledovné dotazy:

Dotazy oponenta k obhajobe habilitačnej práce


1. V komentároch autora na str. 113 je v nadpise publikácie 7 uvedená ryža, v origináli príspevku je uvedená kukurica (*Zea mays*)?! V priložených príspevkoch sú prevažne testované plodiny ryža a kukurica, i keď zo svetového hľadiska významné plodiny, pokúsili ste sa testovať aj iné plodiny, príp. aj na iných pôdach v súvislosti s biocharom?
2. Všeobecne pretrvávajúcim problémom je úbytok pôdneho humusu najmä na orných pôdach a nájdenie jeho optimálnej rovnováhy medzi akumuláciou a spotrebou. Ako by to bolo možné zabezpečiť pri nedostatku kvalitného maštalného hnoja? Môže biochar, príp. komposty pokryť tento deficit?
3. Na str. 65 je uvedená citácia Azzi et al. 2019 „Nevhodná je aplikácia biocharu na alkalické pôdy“ Ako by bolo možné riešiť lepšiu bilanciu organického uhlíka na takýchto pôdach?

Záverečné stanovisko

Na základe detailného preštudovania habilitačnej práce a uvedených skutočností obsiahnutých v tomto posudku, môžem zodpovedne prehlásiť, že habilitant Ing. Marek Kopecký, PhD. preukázal v predloženej práci vysokú erudovanosť, má v danej problematike potrebné teoretické vedomosti a ovláda na zodpovedajúcej úrovni metódy práce v danom štúdiom odbore so schopnosťou ich ďalej odovzdávať vo vedecko-pedagogickom procese, ako aj v spoločenskej praxi. Navyše na základe vyhodnotenej plagiátorskej kontroly bola zistená podobnosť so všetkými nájdenými dokumentami 17 %, avšak podľa zoznamov vybraných podobných dokumentov podobnosť nepresahuje ani u jedného dokumentu 1,8 %, čo ukazuje na originalnosť predloženej habilitačnej práce.

Predložená habilitačná práca Ing. Mareka Kopeckého, PhD. pod názvom „Půdní organická hmota a její vliv na úrodnost půd“ **spĺňa** požiadavky štandardne kladené na habilitačné práce v odbore Obecná produkce rostlinná. Po splnení aj ostatných požiadaviek habilitačného konania a úspešnej obhajobe doporučujem udelenie titulu docent (doc.) v uvedenom odbore.

V Banskej Bystrici dňa 3. 1. 2024



podpis oponenta