

Hodnocení bakalářské práce

Jméno oponenta: Mgr. Pavlína Stiblíková

datum: 25.5.2022

Jméno a příjmení autora:	Karolína Havlíková - Role hyperakumulace těžkých kovů v hadcové adaptaci
Název práce:	
Kritérium	zdůvodnění
<u>Typ BP</u>	Bakalářská práce pojednává o hadcových půdách a strategiích rostlin rostoucích na těchto substrátech, konkrétněji se pak zabývá hyperakumulací těžkých kovů, především niklu. Práce sestává z literární rešerše a vlastní praktické experimentální části. V experimentu studentka zkoumá, jak různé populace druhu <i>Alyssum gmelinii</i> reagují na hadcový a nehadcový substrát a zda je možnou adaptací druhu na hadec právě hyperakumulace. Literární rešerše samotná má vzhledem k zahrnutí i experimentální části poměrně uspokojivý rozsah (asi 2/3 z celkové délky BP)
<u>Vlastní přínos¹</u>	Literární rešerše je spíše shrnutím dosavadních poznatků a nenabízí mnoho nových pohledů na dané téma. Autorka uvádí jako ne zcela probádané území roli hyperakumulace v adaptaci na hadce. S ohledem na experimentální část tedy plní rešerše úlohu úvodu. Experimentální část obsahuje vlastní přínos, autorka zkoumá, zda je druh <i>A. gmelinii</i> možným hyperakumulátorem těžkých kovů, přičemž tato informace není u tohoto druhu známa. Dále se snaží zodpovědět otázku, zda by právě hyperakumulace mohla být způsobem, jakým se druh vyrovnává s hadcovým prostředím. Společně tedy obě části přispívají k doplnění poznatků o adaptacích rostlin k růstu na hadcích. V experimentální části mi chybí diskuze výsledků s dosavadními poznatky, autorka pouze komentuje své výsledky, zároveň ale navrhuje další možný směr výzkumu.
<u>Náročnost práce a formulace cílů¹</u>	Jedná se o poměrně ambiciózní projekt, vzhledem k zahrnutí i experimentální části. Pro BP by stačila kvalitní rešerše na dané téma s patřičným rozsahem. Autorka si tak ztěžuje práci, neboť při zahrnutí vlastního experimentu je pochopitelné, že literární rešerše nebude mít stejný rozsah, jako kdyby se jednalo pouze o ni, ovšem kvalita rešerše by měla zůstat stejná. To se s určitými výhradami stran formulační srozumitelnosti textu a použitých citací i celkem podařilo. Cíle práce byly formulovány v průběhu textu jasně a byly dobře zasazeny do širšího kontextu poznatků s vysvětlením potenciálního aplikačního významu. Šíře obsahu práce je přiměřená tématu a cílům BP.
<u>Data a jejich zpracování</u>	<i>Literární rešerše:</i> Vzhledem k zahrnutí vlastní experimentální části je množství zdrojů přiměřené. Bohužel je velká část citací především v literárním přehledu poněkud staršího data, z celkových 51 citací je 27 datováno před rokem 2000 a dalších 13 citací do roku 2010. Opravdu recentních citací je velmi málo. Autorka navíc velmi často cituje několik literárních rešerší (Brady et al. 2005; Kazakou et al. 2008; částečně také Harrison and Rajakurana 2011), ze kterých hodně vychází. Použití velkých rešerší nevidím jako problém, ovšem měly by sloužit spíše k zorientování v tématu a měly by být vhodně doplněné především novější literaturou s aktuálními poznatky a směrem výzkumu. Navíc mi na některých místech citace chybí, popř. informace citované jsou ale nejasně např. až na konci odstavce. <i>Experimentální část:</i> Množství dat v experimentální části je poměrně velké, metodika experimentu se zdá být uspokojivá s určitými nejasnostmi, na které se doptávám v otázkách. Náročnost experimentu musela být poměrně velká, což oceňuji. Výsledky laboratorních analýz jsou krom textu zobrazeny vhodně pomocí základních grafů, statistické analýzy nejsou ale úplně srozumitelně popsány a nejsou interpretovány. Chybí porovnání

	výsledků s ostatní literaturou např. formou kratší diskuze.
<u>Prezentace dat</u>	Text obsahuje několik obrázků a tabulek, nejsou na ně ale v textu žádné odkazy. Obrázek dva je chybně označen jako obrázek jedna. Popisy obrázků jsou dostačující, popisy tabulek by potřebovaly doplnit o určité informace. Tabulka 2 je nejasná (viz otázky). Výsledky obsahují několik grafů, které jsou dobře a přehledně zpracované, až na popisky os, které by potřebovaly vylepšit. Zobrazení výsledků statistických analýz je neúplné, tabulka 2 by zasloužila rozšířit a dovysvětlit. Výsledky laboratorních analýz jsou ale popsány i zobrazeny poměrně přehledně a srozumitelně.
<u>Logika textu a formální úprava</u>	Text je dobře a logicky strukturován od obecného úvodu o hadcích a adaptacích až po postupné zaměřování se na problematiku hyperakumulace na hadcích. Následuje popis studovaného materiálu a vlastní experiment. Formulace vět není vždy úplně ideální, jejich restrukturalizace by napomohla lepší srozumitelnosti textu, některé věty nedávají zcela smysl. Čitelnosti by také napomohla oprava občasných chyb v interpunkci a skloňování slov. Grafika obrázků je dobrá. Forma citací je jednotná, všechny citace použité v textu jsou uvedeny v seznamu literatury.
<u>Výsledná známka</u>	Práce splňuje požadavky kladené na BP, a tudíž ji doporučuji jako podklad pro udělení titulu Bc.

¹ práce, jejichž vlastní přínos a náročnost nelze hodnotit jako výborné, nemohou být hodnoceny jako výborné.

Otázky:

V kapitole 5 píšeš: „Příjem těžkých kovů by mohl být důsledkem nedostatku jiných zdrojů, třeba jako nedostatek mykorhiz, nebo vyšší transpirace na hadcových stanovištích.“ Můžeš tato tvrzení dovysvětlit? Podle tohoto tvrzení lze mykorhizu chápat jako nástroj pro získávání těžkých kovů...? Jaká je vůbec role mykorhizy na hadcích? Vyskytuje se v takovém prostředí a jakou může hrát roli v adaptaci na neúživnost a toxicitu hadcové půdy?

V kapitole 7 uvádíš, že předmětem bádání v rámci adaptací na hadce může být i ploidie, dokonce máš různé ploidní rostliny zahrnuté v experimentu. Jak ovlivnila ploidie tvé výsledky? Jaký může mít podle dostupné literatury vliv?

V rámci sběru rostlin pro experiment byly sbírány přímo semena od matek na lokalitách, nebo byly matky přesunuty do zahrady/skleníku a semena odebírána až poté?

Semena byla klíčena už v hadcovém a nehadcovém substrátu, nebo byl treatment substrátu aplikován až později při dalším přesazování?

Po ukončení experimentu byly sušena pouze nadzemní biomasa. Byla poté zvážena? Biomasa rostlin jako jednoduché proxy jejich fitness se v analýzách neobjevuje, proč? Proč nebyly také vybrány, usušeny a zváženy kořeny rostlin? Jak by se mohla měnit biomasa kořenů v závislosti na typu substrátu a původu rostlin? Jak by se mohl měnit poměr biomasy kořenů a stonku (tzv. root-shoot ratio)?

Existují studie zkoumající změny vlastností kořenového systému, především změny v charakteristikách jemných kořenů (např. průměr kořenů, větvení atp.), v rámci hadcových půd a jejich roli v přizpůsobování se hadcům?

Analýzy prvků hadcového a nehadcového substrátu byly provedeny před začátkem experimentu, nebo i po jeho ukončení?

Čím si vysvětluješ, že druh *A. gmelinii* není hyperakumulátorem, když tolik druhů ze stejného rodu akumulátory jsou? Co může být tedy klíčem úspěchu hadcových populací *A. gmelinii*?

Proč byla absorpce hořčíku na nehadcovém substrátu nižší u hadcových populací?

V grafu 6 a 7 je vidět poměrně velký rozdíl v absorpci niklu u hadcových populací (především v rozptylu hodnot), čím to může být způsobené?

Mohla bys přiblížit statistické analýzy prováděné v programu R? Co byly závislé a co vysvětlující proměnné? Kolik bylo jednotlivých analýz? Jaké byly interakce vysvětlujících proměnných? Které výsledky vyšly průkazně? A co to znamená? Mohla bys tabulku 2 zjednodušeně interpretovat?

V cílech práce jsi se zaměřila na to, jestli hadcové populace mají vyšší fitness na hadcových substrátech než nehadcové populace. Podle úmrtnosti nehadcových rostlin na hadcích je tomu tak. Mají ale hadcové rostliny vyšší fitness jen na hadcích nebo jsou obecně zdatnější?

Některé rostliny jsou schopny pomocí kořenů záměrně vyhledávat místa bohatá na živiny (např. fosfor), pokud se vyskytují v prostředí, kde tyto živiny nejsou rozmístěny homogenně, ale heterogenně (tzv. root foraging). Jaké je rozmístění živin v hadcových půdách? Jak jsou vápník, hořčík a těžké kovy v půdě pohyblivé? Je možné, aby vytvořily heterogenní pattern? V případě že ano, bylo by možnou adaptací některých druhů na hadce cílené vyhledávání například vápníku, a naopak cílené vyhýbání se těžkým kovům?