

Vliv aplikace biouhlu na výskyt obecné strupovitosti brambor

Ing. Václav Křišťufek, CSc.,¹

doc. Ing. Jiří Diviš, CSc.,²

RNDr. Markéta Marečková, PhD.,³

Ing. Jan Kopecký, Ph.D.,³

Aneta Pilsová¹,

Běla Klimešová¹

¹Biologické centrum AV ČR, v. v. i. – Ústav půdní biologie, České Budějovice,

²Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,

³Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha

Souhrn: Ve dvouletém pokusu byl sledován vliv aplikace biouhlu (1 a 2 kg.m²) na výskyt obecné strupovitosti u dvou náchylných odrůd brambor pěstovaných na půdě s vysokým výskytem onemocnění. Biouhel způsobil statisticky významný nárůst obecné strupovitosti. Použitý biouhel má relativně vysoký obsah vápníku (1 060 mg.kg⁻¹) a dalších prvků, které mohou změnit některé charakteristiky půdy (např. KVK) a tím se spolupodílet na zvýšení závažnosti onemocnění. K vysvětlení mechanismů účinku biouhlu na výskyt obecné strupovitosti bude potřeba dalších experimentů s různými typy biouhlu a s podrobnou analýzou mikrobiálních aktivit.

Klíčová slova: bakterie, kationtová výměnná kapacita, konduktivní půda, *Solanum tuberosum* L., rod *Streptomyces*, supresivní půda, vápník

Effect of biochar on the development of common scab of potato

Summary: In a two-years experiment the effect of biochar application (1 and 2 kg.m²) on severity of common scab was examined by comparing of two susceptible potato cultivars grown on soil with high disease pressure. Biochar application significantly increased common scab severity. The applied biochar contained 1 060 mg.kg⁻¹ of calcium and other nutrients,

which changed some soil characteristics (e.g. CEC) and might participated in the increase of disease severity. To explain the mechanisms of biochar activities experiments dealing with more types of biochar and using detail microbial analysis are desirable.

Key words: bacteria, calcium, cation exchange capacity, conductive soil, *Solanum tuberosum* L., genera *Streptomyces*, suppressive soil

Obecná strupovitost brambor je choroba, kterou působí bakterie rodu *Streptomyces* produkující fytoximiny zvané thaxtominy (Kers et al. 2005). Ochrana brambor před touto chorobou je velmi obtížná, podobně jako u všech chorob podzemních částí rostlin, a navíc je ještě ovlivňována mnoha faktory prostředí jako jsou teplota, vlhkost, živinové složení, ale i struktura mikrobiálních společenstev v půdě.

Z našich dlouhodobých polních pokusů vyplývá, že na výskyt tohoto onemocnění má hlavní vliv charakter stanoviště, který může být poněkud snížen vhodným výběrem odrůdy s vyšší odolností vůči obecné strupovitosti či agrotechnickým opatřením (Křišťůfek a kol., 2003).

Významná je akumulace prvků (Ca, P, Zn, Mn, Fe, Cu) v pokožce hlízy, která je ovlivněna odrůdou a stanovištěm. Pro výběr vhodné odrůdy byla stanoven signifikantní pozitivní korelace mezi poměrem Ca : P, obsahem Mn, Fe, polyfenolických látek a aktivitou celkové antioxidační aktivity a náchylností odrůd ke strupovitosti, a dále signifikantní negativní korelace mezi obsahem Cu a Zn a náchylností odrůd ke strupovitosti (Křišťůfek a kol., 2000, Křišťůfek a kol., 2002, Křišťůfek a kol., odesláno do tisku).

Jedním z možných agrotechnických opatření v boji se strupovitostí je zvýšení obsahu organické hmoty a vlhkosti v půdě, které podpoří rozvoj přirozených půdních společenstev antagonistů, kteří potlačují patogenní bakterie rodu *Streptomyces*. Čím vyšší je totiž rozmanitost (diverzita) mikrobiálního společenstva, ale i větší početní převaha antagonistů v bezprostředním okolí hlíz, tím má patogen menší šanci se uplatnit (van Elsas et al., 2012). Biouhel (mikroporézní uhlíkatý zbytek po pyrolýze biomasy) není hnojivem, ale je spíše „půdním katalyzátorem“. Biouhel v půdě zlepšuje zadržování a propustnost vody a vzduchu. Biouhel je porézní, má schopnost pojmout a udržet vodu v půdě a uchovat ji i pro období sucha. Zlepšuje zadržování živin na svém povrchu, nebo ve svých pórech spolu s vodou (Maroušek, 2014). Zvyšuje kationtovou výměnnou kapacitu (KVK), podporuje humifikaci, chová se zásaditě a podporuje půdní organizmy včetně mikroorganismů. Na svém obrovském povrchu (až stovky m²/g) dává prostor k bohatému mikrobiálnímu osídlení.

Bylo prokázáno, že aplikace biouhlu významně zvyšuje aktivitu půdní bioty (Lehmann a Joseph, 2009). Stanovili jsem si tedy hypotézu, že přidání biouhlu do půdy by prostřednictvím mikroorganismů mohlo snížit napadení brambor obecnou strupovitostí. Aplikace biouhlu do půdy, podle četných literárních odkazů, ukázala zvýšení výnosů a zlepšení příznivý účinek aplikace zdravotního stavu různých rostlin (citace od J. Marouška nebo někoho jiného). Žádná sledování se však zatím nezabývala zkoumáním vlivu biouhlu na brambory. Proto jsme ve dvouletém polním pokusu sledovali vliv aplikace biouhlu do půdy na výskyt obecné strupovitosti brambor.

Materiál a metody

Experimentální plocha Ždírec I (Zd I, 49.6298558N, 15.6328275E, 480 m n. m.) se nachází v kraji Vysočina mezi obcemi Ždírec a Kyjov nedaleko České Bělé. Na pozemku hospodaří Vesa Česká Bělá a.s. Biologické, chemické a fyzikální vlastnosti této plochy byly monitorovány v letech 2009 - 2012 a výsledky jsou uvedené na mapových souborech www.solanum.cz. Plocha je charakteristická pravidelným středním výskytem obecné strupovitosti. Půda hnědozem je jílovitá (jíl více jak 50 % zrnitostního složení). Rozbor vybraných ukazatelů půdy kontrolní (bez aplikace biouhlu) a s aplikací biouhlu (2 kg na m²) byl proveden metodami SOP standardně používanými akreditovanou zkušební laboratoří AGRO-LA, spol. s r.o. Jindřichův Hradec, blíže viz Tabulka 1.

Biouhel vyrobila v licenci firma Sonnenerde (Gerald Dunst Kulturerden GmbH, Rakousko). Výrobce deklaruje, že k jeho výrobě byly použity výhradně odpady ze zemědělské prvovýroby a údržby městské zeleně (detaily výroby na webu výrobce). Obsah vybraných prvků (P, Cu, Zn, Mg, K, Ca, Fe, Mn, Ntot) a pH v použitém biouhlu byly stanoveny metodami SOP akreditovanou zkušební laboratoří AGRO-LA, spol. s r.o. Jindřichův Hradec (Tabulka 2). Biouhel byl na experimentální plochu aplikován jednorázově 24. dubna 2013 ručním pohozením v dávce 1 a 2 kg na m² (Obrázek č. 1 A, 1B). Kontrolní varianta byla bez aplikace biouhlu. Poté byl biouhel zapraven do půdy do hloubky 20 - 30 cm.

Do maloparcelkového pokusu byly v roce 2013 a 2014 použity dvě odrůdy konzumních brambor (*Solanum tuberosum* L.) – poloraná odrůda Agria a poloraná až polopozdní Valfi. Tyto odrůdy byly vybrány, protože mezi pěstitelská rizika patří zvýšená náchylnost vůči obecné strupovitosti (hodnocení ÚKZÚZ). Plocha Zd I byla hlízkami ručně osázena dne 9.5. 2013, respektive 9.4. 2014. Hlízky brambor byly vysázeny ve vzdálenosti 30 cm od sebe a

řádky byly ve vzdálenosti 75 cm. Jednotlivé plochy s variantami experimentu: 0 - kontrola, 1 – 1 kg biouhlu na m², 2 – 2 kg biouhlu na m², byly 15 metrů dlouhé a 4 metry široké.

Varianty pokusu byly od sebe odděleny ochrannými řádky. Pro pěstování, hnojení a ochranu brambor v experiment byly použity v České republice doporučované postupy. V termínu 136 dnů po výsadbě byly odebrány ze třech opakování každé varianty vzorky hlíz pro hodnocení výskytu strupovitosti na hlízách.

Z každé varianty bylo hodnoceno 40 hlíz, které byly získány nejméně z deseti rostlin.

K hodnocení obou stran povrchu hlízy byla použita stupnice Wenzla a Demela (1967). Stupeň napadení: 1 – bez strupovitosti, 2 – 0,8 % povrchu hlízy napadeno strupovitostí, 3 – 2,8 %, 4 – 7,9 %, 5 – 18 %, 6 – 34 %, 7 – 55 %, 8 – 77 %, 9 – nad 99 %.

Ke statistickému zhodnocení získaných údajů o strupovitosti hlíz brambor byla použita neparametrická ANOVA (Kruskal-Wallis).

Výsledky a diskuse

Vybrané charakteristiky půdy, tj. obsah P, Ca, K, Mg, pH a KVK jsou uvedeny v tabulce 1.

Vysoký obsah vápníku (2 320 mg.kg⁻¹), nízký obsah fosforu (13,6), hodnota pH 6.05 a relativně vysoká KVK (163 mmolche.kg⁻¹) indikují konduktivní typ půdy ve vztahu ke strupovitosti brambor a podle dlouhodobých pozorování je závažnost onemocnění vysoká.

Lokalita Ždírec II, která je vzdálena od Zd I přibližně 250 m (www.solanum.cz), je dlouhodobě bez výskytu strupovitosti a hodnotíme ji jako supresivní. Závažnost onemocnění na této ploše je vždy signifikantně nižší než na ploše Zd I. Obsah vápníku je zde 1 920 (mg.kg⁻¹), fosforu 43, pH 6,20 a KVK 135.

V tabulce 2 jsou uvedeny obsahy prvků a pH v biouhlu použitém v pokusu. Hodnota pH (pH/CaCl₂) je 6.76. Vysoký je obsah vápníku 1 060 mg.kg⁻¹, fosforu 56,9, hořčíku 80,7, draslíku 481,0, železa 47,6 a manganu 185,0. Nízké jsou pak hodnoty Ntot (0,29 %), sodíku (0,001), mědi (1,85) a zinku (2,90).

Aplikace biouhlu do půdy výrazně změnila klíčové charakteristiky ve vztahu ke strupovitosti (tabulka 1, dávka 2 kg biouhlu na metr čtvereční). Obsah vápníku se zvýšil o 25 %, hořčíku o 13 % a draslíku o 89 %. Více jak čtyřnásobně se zvýšil obsah fosforu v půdě. Hodnota pH se zvýšila z 6,05 na 6,80 a KVK ze 163 na 182 mmolche.kg⁻¹.

Výskyt obecné strupovitosti u odrůdy Agria a Valfi byl hodnocen ve dvouletém pokusu ve variantách s 1 kg, resp. 2 kg biouhlu na metr čtvereční (tabulka 3). V kontrolní variantě (bez biouhlu) byly odrůdy napadeny v průměru na 3 – 18 - ti procentech povrchu hlízy (hodnocení 3 – 5 použité stupnice). Ve variantě s aplikací 1 kg biouhlu se napadení povrchu hlíz

strupovitostí zvýšilo na 18 – 55 procent a ve variantě s aplikací 2 kg biouhlu na 55 – 77 procent (hodnocení 7,6 – 8,5). Zvýšení výskytu napadení hlíz strupovitostí po aplikaci biouhlu (Obrázek 2) bylo statisticky průkazně významné a to jak mezi kontrolní variantou a variantami s biouhlem tak mezi variantami s biouhlem. Tento trend byl zaznamenán i ve druhém roce po aplikaci biouhlu do půdy.

Na základě dlouholetých zkušeností, podložených údaji v literatuře, lze uvést toto pořadí vlivů podle významnosti, které ovlivňují výskyt strupovitosti u brambor: 1. stanoviště, 2. odrůda, 3. ročník, 4. agrotechnické zásahy (Křišťůfek a kol., 2003). Při hledání příčin vlivu stanoviště na výskyt strupovitosti bylo zjištěno, že v půdách konduktivních (pravidelný střední až silný výskyt strupovitosti), v porovnání s půdami supresivními, je např. významně vyšší obsah vápníku a vyšší hodnoty KVK. Přitom hodnoty pH půdy, tradičně považované za směrodatného ukazatele možného napadení hlíz strupovitostí, mohou být srovnatelné.

Charakteristiky obsahu Ca, Ca/P, Mn, Zn a KVK půdy lze použít k hodnocení možného výskytu strupovitosti na stanovišti (Křišťůfek a kol., 2003).

Agrotechnickým zásahem - aplikací námi zvoleného biouhlu do půdy konduktivní jsme zvýšili obsah Ca a KVK, ale také P, K, Mg v půdě a pH půdy. V zemědělské praxi se proti strupovitosti obecně doporučuje nevápnit k bramborům. Obsah Ca v půdě lokality Zd I byl 2 320 mg.kg⁻¹. Jedním, resp. dvěma kilogramy aplikovaného biouhlu jsme vnesli do půdy 1 060 mg Ca, resp. 2 120 mg Ca na jeden metr čtvereční. Odstupňované dávky biouhlu do půdy se pak statisticky průkazně projeví v napadení hlíz strupovitostí (tabulka 3).

V současné době provádíme analýzu obsahu prvků (Ca, P, Zn, Mn, Fe, Cu) v peridermu hlíz odrůd Agria a Valfi s cílem popsat akumulaci prvků, které jsou významné pro celkovou antioxidační kapacitu hlízy – tedy pro její obranyschopnost vůči napadení strupovitostí. Znalost hodnot KVK půdy pak napomůže k objasnění akumulace prvků v peridermu hlíz v závislosti na půdě a odrůdě.

Závěr

Daný typ biouhlu se na uvedených lokalitách neosvědčil v potlačování strupovitosti brambor. Naopak, došlo ke statisticky významně průkaznému nárůstu strupovitosti oproti kontrolnímu vzorku. Mechanismus působení zatím není známý. V návaznosti na provedenou literární rešerši lze polemizovat o tom, že zvýšení aktivity půdní bioty mohlo zvýšit též již tak silnou aktivitu bakterií rodu *Streptomyces*. Jiné vysvětlení mechanismu ovlivnění výskytu strupovitosti biouhlem lze spatřovat ve zvýšení zásobenosti Ca a vyšší hodnotou KVK půdy, o nichž již bylo publikováno, že se strupovitostí významně koreluje. K vysvětlení

mechanizmů účinku biouhlu na výskyt obecné strupovitosti by bylo vhodné experimentovat s biouhlem, který je prostý Ca a provést podrobnější analýzu mikrobiálních aktivit.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou projektů MZe ČR QJ1210359 a RO0414, MŠMT ČR LD13003 a ScienceZOOM2 CZ.1.07/2.3.00/45.0002.

Literatura

Elsas van, J.D., Chiurazzi, M., Mallon, C.A., Elhottová, D., Křišťůfek, V., Salles, J.F.

Microbial diversity determines the invasion of soil by a bacterial pathogen. PNAS, 2012,109, 1159-1154.

Diviš J., Křišťůfek V., Marečková M., Kopecký J., Kyselková M., Daniel O. 2010. Soubor map: Fyzikálně-chemické vlastnosti půd bramborových polí. www.solanum.cz

Diviš J., Křišťůfek V., Marečková M., Kopecký J., Kyselková M., Daniel O. 2010. Soubor map: Biologicko-ekologické vlastnosti brambor a rhizosféry. www.solanum.cz

Diviš J., Křišťůfek V., Marečková M., Kopecký J., Kyselková M., Daniel O. 2010. Soubor map: Chemické vlastnosti půd bramborových polí. www.solanum.cz

Kers, J.A., Cameron, K.D., Joshi, M.V., Bukhalid, R.A., Morello, J.E., (2005) A large, mobile pathogenicity island confers plant pathogenicity on *Streptomyces* species. Molecular Microbiology, 2005, 55, 1025–1033.

Křišťůfek, V., Diviš, J., Dostálková, I., Kalčík, J. Accumulation of mineral elements in tuber periderm of potato cultivars differing in susceptibility to common scab. Potato Research, 2000, 43, 107-114.

Křišťůfek, V., Zou, P., Diviš, J., Dostálková, I., Schrempf, H. Antioxidative components and common scab. 15th International Conference of the EAPR 2002, July 14-19, Hamburg, Germany, p. 151.

Křišťůfek, V., Diviš, J., Trefil, I., Dostálková, I., Obecná strupovitost brambor – detekce náchylnosti odrůd a opatření v pěstitelské praxi. Zemědělské informace ÚZPI Praha, 2003, 32 stran.

Křišťůfek, V., Diviš, J., Omelka, M., Kopecký, J., Sagová-Marečková, M. Potato cultivar variations in periderm nutrient contents show relationship to potato scab severity, growing period and specific site conditions. American Potato Journal, submitted

Maroušek, J. Significant breakthrough in biochar cost reduction. Clean Technologies and Environmental Policy, 2014,16, 1821-1825.

Lehmann, J., Joseph, S. Biochar for environmental management: science and technology. London, Sterling, UK, USA, 2009, 416 pp.

Wenzl, H., Demel, J. Bildskalen für die Beurteilung von Kartoffelschorf und Rhizoctonia-Pocken. Der Pflanzenarzt, 1967, 7, 77-78.

Poznámky

1. Podpořil biouhel půdní mikroorganismy? Porovnat množství a typy půdních mikroorganismů na všech pokusech.
2. Pokračovat ve sledování v dalších letech. Použít vhodné meziplodiny, porovnat vegetaci, „správně“ zopakovat brambory a zjistit trendy. Možná zkusit nějaké původní odrůdy. Nepoužívat agrochemikálie ani hnojiva. Sledovat výnosy.
3. Sledovaly se výnosy brambor?

Tab. 1 - Pedochemické podmínky v půdě lokality Ždírec I (kontrola) a varianty po aplikaci 2 kg biouhlu na metr čtvereční (2) na podzim roku 2013

Lokalita	pH/CaCl ₂	P	Ca	K	Mg	KVK
Ždírec I		(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mmolche.kg ⁻¹)
Kontrola	6,05	13,6	2 320	220	98,3	163
2	6,8	62,7	2 900	415	111	182

Údaje pro P, Ca, K, Mg a KVK jsou ve 100 % sušiny.

Tab. 2 - Obsah prvků a pH v biouhlu (Gerald Dunst Kulturerden GmbH, Rakousko) použitém v experimentu na lokalitě Ždírec I

	pH/CaCl ₂	P	Ca	K	Mg	Mn	Cu	Zn	Fe	Na	Ntot ^a
		(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	(%)	(%)
Biouhel	6,76	56,9	1060	481	80,7	185	1,85	2,9	47,6	0,001	0,29

^aDusík mineralizační; údaje jsou ve 100 % sušiny.

Tab. 3 - Vliv aplikace biouhlu do půdy na výskyt obecné strupovitosti brambor u náchylných odrůd^a

Dávka biouhlu (kg/m ²)	Agria		Valfi	
	2013	2014	2013	2014
0	5,1 (1,9) ^a	3,3 (1,5) ^a	5,1 (1,9) ^a	4,9 (1,7) ^a
1	5,5 (1,7) ^a	6,1 (1,9) ^b	7,7 (1,3) ^b	6,7 (1,2) ^b
2	8,5 (0,8) ^b	7,6 (1,3) ^c	8,2 (1,3) ^b	7,9 (1,2) ^c

^aK hodnocení obou stran povrchu hlízy byla použita stupnice Wenzla a Demela (1967).

Stupeň napadení: 1 – bez strupovitosti, 2 – 0,8 % povrchu hlízy napadeno strupovitostí,

3 – 2,8 %, 4 – 7,9 %, 5 – 18 %, 6 – 34 %, 7 – 55 %, 8 – 77 %, 9 – nad 99 %.

Výsledky jsou průměrem ze tří opakování, v každé variantě bylo hodnoceno 40 hlíz, (SD).