

Organická hmota a pěstební systémy

Následující článek se věnuje tématu **Zvýšení obsahu půdní organické hmoty při použití orební technologie, zařazení pícnin a pravidelné aplikaci hnoje** (data z dlouhodobého polního pokusu Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského).

Součástí globálního cyklu uhlíku je dekompozice organické hmoty, což je proces neustálé přeměny jejích organických i anorganických forem mezi rostlinami, půdou a atmosférou prostřednictvím rostlin a mikroorganismů.

Během dekompozice jsou uvolňovány různé produkty: CO₂, H₂O, energie, živiny a vznikají komplexnější organické látky nazývané humus. Prostřednictvím organické hmoty, a především humusu, je uhlík dočasně „uskladněn v půdě“ – viz obrázek.

Jedná se např. o dnes již velmi rozšířené ekologické zemědělství, ukládání uhlíku do půdy je akcentováno rovněž regenerativním zemědělstvím, pro nějž však zatím neexistuje žádná závazná definice. Zemědělskými postupy, jak obsah uhlíku v půdě zvyšovat, jsou např. kombinování pěstování dřevin s rostlinnou nebo živočišnou produkcí (agrolesnictvím), pěstování víceletých plodin, šetrné zpracování půdy aj.

Metodika pokusu

V rámci dlouhodobého pokusu ÚKZÚZ se sledují parametry

ka pokusných míst je uvedena v tabulkách 1 a 2. V pokusu jsou zařazeny varianty kontrolní, varianty hnojené hnojem a různou úrovní minerálních živin (N, P, K). Dávky živin uvádí tabulka 4. Půda je zpracovávána orbou. Osevní postup je osmiletý se zařazením pícnin (tabulka 3) a pravidelnou aplikací hnoje 2x za osevní sled. Pěstování pícnin i aplikace hnoje mají pozitivní vliv na zvyšování obsahu organické hmoty v půdě, naopak orba bývá většinou považována za operaci, která obsah organické hmoty v půdě snižuje. Vápní se 2x za osevní sled podle druhu a pH půdy. Prezentovaná data jsou z konce 6. osevního sledu, roku 2021. Změny v obsahu a kvalitě organické hmoty jsou hodnoceny v půdních vzorcích podle obsahu organického oxidovatelného uhlíku (Cox) a glomalínu, což je parametr, který pozitivně s obsahem organického uhlíku koreluje, a je tak prokázaným indikátorem kvality půdy (Rotter 2017).

Obsah Cox a glomalínu byl stanoven metodou NIRS (blízká červená spektroskopie). Hodnoceno je pět variant se stupňovanou úrovní hnojení (tabulka 4). Data byla hodnocena metodou jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA), rozdíly mezi variantami byly hodnoceny Tuckeyovou metodou. Byl využit program STATISTICA, verze 12, StatSoft, Inc. (2013):

2.1 Charakteristika pokusných míst

2.2 Osevní sled a dávky živin

Výsledky

Organický uhlík

Na všech stanovištích kromě Uherského Ostrohu je patrný nárůst obsahu Cox po aplikaci

hnoje, a to o 0,03 % až 0,06 % v řepařské a o 0,03 až 0,1 % v bramborářské výrobní oblasti. Nejvyšší nárůst v obsahu Cox po aplikaci hnoje byl patrný v Hradci (+0,1 %), a byl i statisticky průkazný. Při průměrné objemové hmotnosti půdy 1,4 g/cm³ a hloubce odběru 30 cm představuje zvýšení obsahu Cox o 0,1 % asi 4,2 t/ha. Obsah Cox se dále zvyšoval po aplikaci minerálního hnojení. Kombinace minerálního hnojení s organickým hnojením přináší vyšší výnosy než samotné hnojení hnojem. Důvodem zvýšení Cox je zřejmě vyšší vstup organické hmoty prostřednictvím kořenů. Nárůst obsahu Cox při první úrovni minerálního hnojení oproti variantě hnojené pouze hnojem je statisticky neprůkazný. Mezi variantami se stupňovanými dávkami minerálního hnojení nejsou statisticky průkazné rozdíly, je však patrný vyšší obsah Cox při nejvyšší úrovni hnojení, varianta N3P3K3.

úrovni hnojení hnůj + N2P2K2) a na Lípě (+0,26 % při střední a nejvyšší úrovni hnojení), což je asi 11 až 13 t/ha za období trvání pokusu. Tyto rozdíly jsou statisticky průkazné.

Glomalín

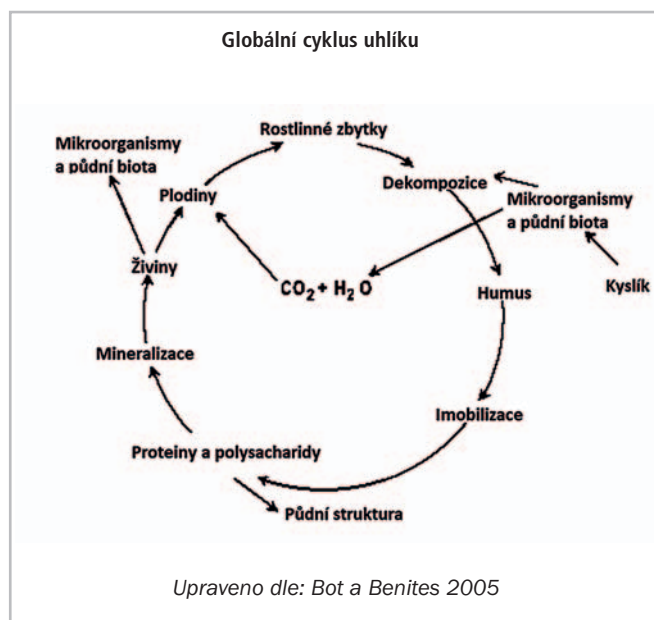
Glomalín se uvolňuje do půdy během rozkladu mrtvých hyf mykorrhizních hub. Je to směs proteinů, lipidů, anorganických látek a zahrnuje též sloučeniny nemykorrhizního původu. V praxi bývá označován jako Glomalín related soil protein (GRSP). Tvorbí důležitou část půdní organické hmoty a představuje významné úložiště organicky vázaného uhlíku a dusíku. Stabilizuje půdní agregáty, a tak zlepšuje půdní strukturu, což podporuje infiltraci, odolnost vůči erozi a ukládání uhlíku v půdním prostředí. Napomáhá rostlinám odolávat suchu a přispívá ke zlepšení produkce. Existují doklady o tom, že obsah glomalínu se mění s intenzitou využívání půdy, a to směrem k jeho poklesu s rostoucí in-

hnojenými stupňovanou intenzitou živin nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly.

Obsah glomalínu byl nepatrně vyšší v bramborářské oblasti, nejvyšší byl v Horažďovicích, v Hradci a na Vysoké. Zde byly zjištěny průměrné hodnoty glomalínu od 2,83 mg/g pro kontrolní variantu do 3,45 mg/g pro variantu hnojenou hnojem a zároveň minerálně nejvyšší úrovní všech živin.

V řepařské výrobní oblasti byly nejvyšší obsahy glomalínu zjištěny v Uherském Ostrohu a nabývaly průměrných hodnot od 2,94 mg/g pro kontrolní variantu do 3,13 mg/g pro variantu hnojenou hnojem a zároveň minerálně střední úrovní všech živin.

Z výsledků vyplývá, že v podmínkách pokusu s rostoucí intenzitou hospodaření obsah glomalínu neklesá, ale naopak roste, podobně jako obsah organické hmoty, a potvrzuje se tedy předpoklad pozitivního korelačního vztahu mezi těmito dvěma



V současnosti je často diskutován potenciál zemědělské půdy uhlík „skladovat“ a přispívat tak ke zmírnění změny klimatu snížením obsahu CO₂ v atmosféře. Zvyšování obsahu uhlíku v půdě je součástí koncepce různých zemědělských směrů, které dbají na maximální ochranu životního prostředí při dosahování uspokojivé produkce potravin.

půdní organické hmoty na deseti stanovištích s odlišnými půdně-klimatickými podmínkami, z nichž tři stanoviště jsou v oblasti řepařské (Uherský Ostroh, Pusté Jakartice, Věrovany) a sedm stanovišť v oblasti bramborářské (Horažďovice, Hradec nad Svitavou, Chrastava, Jaroměřice nad Rokytou, Lípa, Staňkov, Vysoká). Charakteristi-

Tab. 1 – Pokusná místa ve výrobní oblasti řepařské

Stanoviště	Rok založení	Nadmoř. výška (m)	Průměrné roční srážky (mm)	Průměrné roční teplota (°C)	Půdní typ	Půdní druh (rozbor 2021)
P. Jakartice (PJA)	1979	290	584	8,3	hnědozem luvizemní	h/S
Uh. Ostroh (UHO)	1972	196	521	9,2	kambizem modální	h/S
Věrovany (VER)	1990	207	502	8,7	Černozezem luvizemní	h/S

Tab. 2 – Pokusná místa ve výrobní oblasti bramborářské

Stanoviště	Rok založení	Nadmoř. výška (m)	Průměrné roční srážky (mm)	Průměrné roční teplota (°C)	Půdní typ	Půdní druh (rozbor 2021)
Horažďovice (HOR)	1978	472	585	7,8	kambizem modální	ph/S
Chrastava (CHT)	1977	345	738	8,0	hnědozem luvizemní	ph/S
Jaroměřice (JAR)	1975	425	481	8,0	hnědozem modální	h/S
Lípa (LIP)	1974	505	594	7,5	kambizem pseudoglejová	ph/S
Staňkov (STV)	1981	370	537	8,1	hnědozem modální	h/S
Svitavy (HRA)	1981	460	616	7,4	hnědozem modální	h/S
Vysoká (VYS)	1983	595	611	7,1	luvizezem pseudoglejová	h/S

Tab. 3 – Osevní sled

Rok	Výrobní oblast řepařská	Výrobní oblast bramborářská
2014	vojtěška	jetel
2015	vojtěška	jetel
2016	pšenice ozimá	pšenice ozimá
2017	brambory rané	brambory rané
2018	pšenice ozimá	pšenice ozimá
2019	ječmen jarní	ječmen jarní
2020	cukrovka	brambory
2021	ječmen jarní	ječmen jarní

Tab. 4 – Varianty a dávky dodaných živin

varianty	Minerální hnojení v kg čistých živin/ha, ŘVO			Minerální hnojení v kg čistých živin/ha, BVO		
	N	P	K	N	P	K
1. Nehojeno	0	0	0	0	0	0
2. CHLHN	0	0	0	0	0	0
10. N1P1K1	46	13	33	48	13	33
5. N2P2K2	69	26	66	73	26	66
11. N3P3K3	92	53	132	97	53	132

Tab. 5 – Průměrný obsah Cox (%) v ŘVO, po 50 letech vedení pokusu

Stanoviště	1. Kontrola	2. Hnůj	10. N1P1K1	5. N2P2K2	11. N3P3K3
PJA	1,23 a	1,29 a	1,29 a	1,27 a	1,30 a
UHO	1,04 a	1,04 a	1,11 a	1,15 a	1,11 a
VER	1,39 a	1,42 ab	1,44 b	1,42 ab	1,46 b
Průměr ŘVO	1,22	1,25	1,28	1,28	1,29

Pozn.: Odlišná písmena značí průkazné rozdíly mezi variantami v rámci jednoho stanoviště

Tab. 6 – Průměrný obsah Cox (%) v BVO, po 50 letech vedení pokusu

Stanoviště	1. Kontrola	2. Hnůj	10. N1P1K1	5. N2P2K2	11. N3P3K3
HOR	1,51 a	1,60 a	1,59 a	1,66	1,71 a
CHR	1,26 a	1,29 a	1,41 a	1,36 a	1,46 a
JAR	1,27 a	1,33 ab	1,42 abc	1,57 c	1,49 bc
LIP	1,28 a	1,35 ab	1,53 b	1,54 b	1,54 b
STV	1,23 a	1,28 ab	1,32 ab	1,31 ab	1,39 b
HRA	1,37 a	1,47 b	1,51 b	1,48 b	1,51 b
VYS	1,47 a	1,54 ab	1,62 b	1,62 b	1,64 b
Průměr BVO	1,34	1,41	1,49	1,51	1,53

Pozn.: Odlišná písmena značí průkazné rozdíly mezi variantami v rámci jednoho stanoviště

Nižší obsahy Cox vykazuje řepařská výrobní oblast s teplejším a sušším klimatem, v rámci ŘVO byly nejvyšší obsahy Cox zjištěny ve Věrovanech na úrodné černozemi.

Pro silnou korelaci mezi glomalínem a obsahem organického uhlíku byl glomalín navržen jako citlivý indikátor změn půdního uhlíku (Rotter 2017).

parametry (viz grafy 1 a 2). Důvodem může být přítomnost většího množství mykorrhizních hub při větším objemu kořenové hmoty v souvislosti se zvyšující se rostlinnou biomasou při zvyšování

Tab. 7 – Průměrný obsah glomalínu (mg/g) v ŘVO, po 50 letech vedení pokusu

Stanoviště	1. Kontrola	2. Hnůj	10. N1P1K1	5. N2P2K2	11. N3P3K3
PJA	1,93 b	2,14 ab	2,21 a	2,24 a	2,22 a
UHO	2,94 a	3,02 a	3,04 a	3,13 a	3,04 a
VER	2,73 a	2,76 a	2,85 a	2,72 a	2,65 a
Průměr ŘVO	2,53	2,64	2,70	2,70	2,64

Pozn.: Odlišná písmena značí průkazné rozdíly mezi variantami v rámci jednoho stanoviště

Tab. 8 – Průměrný obsah glomalínu (mg/g) v BVO, po 50 letech vedení pokusu

Stanoviště	1. Kontrola	2. Hnůj	10. N1P1K1	5. N2P2K2	11. N3P3K3
HOR	3,06 b	3,33 ab	3,37 a	3,41 a	3,45 a
CHR	1,75 a	1,85 a	2,00 a	1,95 a	2,06 a
JAR	1,32 a	1,54 a	1,51 a	1,71 a	1,51 a
LIP	1,56 b	1,70 b	1,98 a	2,03 a	1,97 a
STV	2,78 a	2,91 a	2,98 a	2,90 a	2,87 a
HRA	2,83 b	3,14 ab	3,31 a	3,14 ab	3,18 a
VYS	3,13 a	3,41 a	3,18 a	3,35 a	3,19 a
Průměr BVO	2,35	2,55	2,62	2,64	2,60

Pozn.: Odlišná písmena značí průkazné rozdíly mezi variantami v rámci jednoho stanoviště

V bramborářské oblasti lze pozorovat vyšší obsahy Cox v oblastech s vyšší nadmořskou výškou a chladnějším klimatem (Horažďovice, Hradec, Lípa, Vysoká), naopak nižší obsahy Cox měly oblasti položené níže a v teplejších klimatických podmínkách (Chrastava, Jaroměřice, Staňkov).

Nejvyšší nárůst Cox v porovnání s kontrolní variantou byl zjištěn v Jaroměřicích (+0,3 % při

Obsah glomalínu se zvyšoval na všech stanovištích po aplikaci hnoje, a dále pak po aplikaci minerálního hnojení na většině stanovišť. Rozdíly mezi variantami hnojenými minerálně a mezi variantou kontrolní byly zjištěny v Pustých Jakartcích, v Horažďovicích, na Lípě a v Hradci. Na Lípě byl rovněž průkazný rozdíl mezi variantou hnojenou pouze hnojem a variantami hnojenými i minerálně. Mezi variantami

šování úrovně hnojení, přičemž rozrušování půdy orbou, které má zřejmě na obsah glomalínu negativní vliv, je na všech variantách stejně intenzivní.

Grafy 1 a 2 zobrazují korelační vztahy mezi glomalínem (mg/g) a obsahem Cox (%) v řepařské a bramborářské výrobní oblasti. Statisticky významné korelační koeficienty jsou zvýrazněny tučně.

(Pokračování na str. 21)

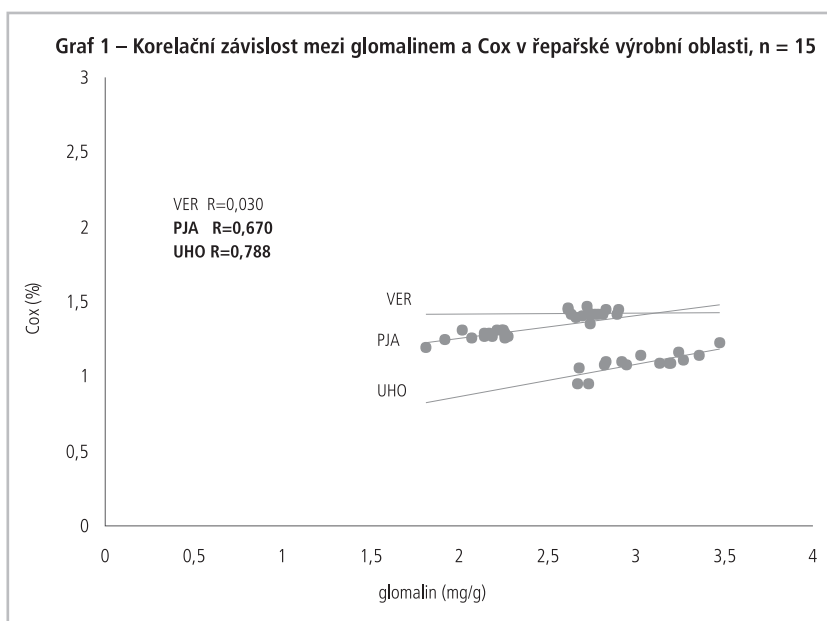
(Dokončení ze str. 20)

Průkazné zvyšování obsahu Cox s rostoucím množstvím glomalinu v půdě bylo zjištěno téměř na všech stanovištích v řepařské i bramborářské výrobní oblasti.

Nejstarší pokus byl založen v roce 1972 v Uherském Ostrohu. Téměř po 50 letech trvání pokusu se zde obsah půdního uhlíku zvýšil statisticky neprůkazně, a to maximálně o 0,11 % po aplikaci hnoje a minerálního hnojení se střední úrovní všech živin, což je přibližně 4,62 t/ha, tedy přibližně o 90 kg/ha ročně. Nejvyšší nárůst obsahu půdního uhlíku byl zjištěn v Jaroměřicích po aplikaci hnoje a zároveň minerálního hnojení rovněž ve střední intenzitě. Obsah půdního uhlíku se zde zvýšil o 0,3 %, tj. o 12,6 t/ha po 46 letech obhospodařování – při uvažované hmotnosti půdy 1,4 t/m³.

Shrnutí

Aplikace hnoje a zvýšení výnosu pěstovaných plodin při



zvyšování dávek minerálních hnojiv vedlo ke zvýšení hodnoty parametrů organické hmoty – Cox a glomalinu v porovnání s kontrolní variantou. Pozitivní korelace mezi těmito parametry

potvrzuje význam glomalinu jako důležité součásti zásob humusu v půdě. Nejvyšší akumulace půdního organického uhlíku bylo dosaženo v chladnější bramborářské oblasti v Jaromě-

řicích při úrovni hnojení N3P3K3. Nárůst obsahu půdní organické hmoty vyjádřené jako Cox zde činil 12,6 t/ha, tedy maximálně přibližně 270 kg/ha ročně. Možnosti zvyšování ob-

sahu organické hmoty jsou tak při výše uvedeném způsobu hospodaření s orbní technologií omezené, i když je pravidelně aplikován hnůj a pěstovány jeteloviny.

Použité zdroje jsou k dispozici u autorky článku.

Ing. Silvie Jančíková
Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

