

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.



**Význam dlouhodobých pokusů a kvality
půdy v podmínkách změny klimatu – využití
pro zemědělskou praxi**

Sborník rozšířených abstraktů z webináře

Editoři

Eva KUNZOVÁ, Mikuláš MADARAS, Ladislav MENŠÍK

**Prosinec
2022**



Hlavní budova VÚRV, v.v.i. Praha – Ruzyně



Dlouhodobé pokusy VÚRV, v.v.i. Praha, VS Jevíčko

Obsah

Program webináře	6
Dlouhodobé výživářské polní pokusy VÚRV: Vliv hnojení na výnos pšenice ozimé v letech 2015-2018 (Kunzová E. et al.)	7
Poznatky z dlouhodobých výživářských zkoušek ÚKZÚZ a jejich využití pro zemědělskou praxi (Smatanová M. et al.)	9
Dlouhodobé pokusy ČZU (Balík J. et al.)	11
Dlouhodobý stacionární polní pokus MENDELU – vliv agrotechnických faktorů na výnosy plodin a půdní prostředí (Dryšová T. et al.).....	13
Výnosy, kvalita píce a stav půdy v DLP Jevíčko (Menšík L., Nerušil P.).....	15
Vliv stupňovaných dávek živin na výnosy plodin v dlouhodobých pokusech (Hlisnikovský et al.).....	17
Dlouhodobé pokusy jako nástroj řešení současných problémů v zemědělské praxi v Polsku (Barlog P.).....	19
Slovenské dlouhodobé stacionární výživářské pokusy a jejich využití pro praxi (Hozlár P., Matušková K.).....	21
Význam konzervačních technologií a jejich porovnání v dlouhodobých stacionárních pokusech (Bušo R., Hašana R.)	23
Zlepšení stability půdní struktury a zvýšení infiltrace pomocí agrotechnických postupů (Madaras M. et al.).....	26
Vliv vybraných pěstitelských zásahů na stabilitu půdních agregátů v dlouhodobých polních pokusech (Křen J. et al.).....	28
Dynamika stability půdních agregátů ve výživářských pokusech VÚRV, v.v.i. (Stehlíková I. et al.)	30
Vliv digestátů na stabilitu půdních agregátů a infiltraci (Stehlík M. et al.)	32
Vliv geochemických a mineralogických půdních vlastností na stabilitu půdních agregátů (Koubová M.).....	34
Poznámky	36
Poděkování	37

Program webináře

Význam dlouhodobých pokusů a kvality půdy v podmínkách změny klimatu – využití pro zemědělskou praxi

Online – MS Teams
9. 11. 2022 (středa) od 9:00 hod.

1. část – Dlouhodobé polní pokusy

- 1) Úvod, přivítání účastníků (Dr. M. Madaras, VÚRV, v.v.i. Praha)
- 2) Dlouhodobé výživářské polní pokusy VÚRV (Dr. E. Kunzová, VÚRV, v.v.i. Praha)
- 3) Poznatky z dlouhodobých výživářských zkoušek ÚKZÚZ a jejich využití pro zemědělskou praxi (Dr. M. Smatanová, ÚKZÚZ Brno)
- 4) Dlouhodobé pokusy ČZU (prof. J. Balík, ČZU v Praze)
- 5) Dlouhodobý stacionární polní pokus MENDELU – vliv agrotechnických faktorů na výnosy plodin a půdní prostředí (Dr. T. Dryšlová, MENDELU v Brně)
- 6) Výnosy, kvalita píce a stav půdy v DLP Jevíčko (Dr. L. Menšík, VÚRV, v.v.i. Praha)
- 7) Vliv stupňovaných dávek živin na výnosy plodin v dlouhodobých pokusech (Dr. L. Hlisnikovský, VÚRV, v.v.i. Praha)
- 8) Dlouhodobé pokusy jako nástroj řešení současných problémů v zemědělské praxi v Polsku (Dr. P. Barlog, Poznan University of Life Sciences, PL)
- 9) Slovenské dlouhodobé stacionární výživářské pokusy a jejich využití pro praxi (Dr. P. Hozlár, VÚRV Piešťany, SK)
- 10) Význam konzervačních technologií a jejich porovnání v dlouhodobých stacionárních pokusech (Dr. R. Bušo, Dr. R. Hašana, VÚRV Piešťany, SK)

Oběd: 12:00–12:30

2. část – Výsledky projektu „Zlepšení stability půdní struktury a zvýšení infiltrace pomocí agrotechnických postupů“ projekt QK1810186

- 1) Zlepšení stability půdní struktury a zvýšení infiltrace pomocí agrotechnických postupů (Dr. M. Madaras, VÚRV, v.v.i. Praha)
- 2) Vliv vybraných pěstitelských zásahů na stabilitu půdních agregátů v dlouhodobých polních pokusech (prof. J. Křen, MENDELU v Brně)
- 3) Dynamika stability půdních agregátů ve výživářských pokusech VÚRV, v.v.i. (Ing. I. Stehlíková, VÚRV, v.v.i. Praha)
- 4) Vliv digestátu na stabilitu půdních agregátů a infiltraci (Mgr. M. Stehlík, VÚRV, v.v.i. Praha)
- 5) Vliv geochemických a mineralogických půdních vlastností na stabilitu půdních agregátů (Mgr. M. Koubová, VÚRV, v.v.i. Praha)

Dlouhodobé výživářské polní pokusy VÚRV: Vliv hnojení na výnos pšenice ozimé v letech 2015–2018

Long-term nutritional field experiments of CRI: The effect of fertilization on the yield of winter wheat in 2015–2018

Eva Kunzová, Lukáš Hlisnikovský, Ladislav Menšík

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507/73, 161 06 Prague 6 – Ruzyně, Česká republika, e-mail: kunzova@vurv.cz

Klíčová slova: pšenice ozimá, dlouhodobé pokusy, výnos, hnojení

Key words: winter wheat, long-term experiments, yield, fertilization

Úvod

Pšenice ozimá (*Triticum aestivum* L.) je v České republice nejrozšířenější obilovinou. Osevní plochy pšenice ozimé se v období 1991–2020 pohybují od 541 do 886 tis. ha, průměrný výnos se pohybuje od 4,14 do 6,60 t.ha⁻¹. Pšenice ozimá je velmi náročná na dusík, který významně ovlivňuje efektivitu využití vody rostlinou, vývoj listové plochy i syntézu bílkovin (Gonzalez-Dugo et al. 2010). Minerální dusík významně ovlivňuje obsah celkového množství chlorofylu v listech a dále i obsah v mouce i vlastnosti těsta (Blandino et al. 2009). Dávka aplikovaného dusíku je proto považována za hlavní faktor produkce plodin. Efektivita využití dusíkatých hnojiv rostlinami je také závislá na vztahu mezi dusíkem a ostatními živinami (Fageria 2001). Další živiny (fosfor, draslík apod.), které přímo ovlivňují příjem a využití dusíku, mají nezastupitelnou roli ve fyziologických procesech rostlin. Fosfor má klíčovou roli v energetickém hospodářství rostliny. Úloha draslíku je spojena s fyziologickými procesy ovlivňující růst a vývoj rostlin, dále i metabolismus bílkovin (Pettigrew 2008).

Materiál a metody

Dlouhodobé pokusy VÚRV, v.v.i. v Ivanovicích na Hané, Čáslavi a Lukavci byly založeny v roce 1956 (označené jako VOP - výživářské osevní postupy). Cílem pokusů je analyzovat vliv různých způsobů hnojení na výnosy, kvalitu plodin a fyzikálně-chemické vlastnosti půdy v různých půdně-klimatických podmínkách ČR. Do hodnocení byly vybrány čtyři varianty hnojení pro stanovení výnosů (t.ha⁻¹): 1) Kontrola (varianta nehnojená od roku 1955), 2) Hnůj+N1PK (40kg N.ha⁻¹, 60 kg P.ha⁻¹, 60 kg K.ha⁻¹, plus 10, 3, a 12 kg N, P, K.ha⁻¹ uvolněné z hnoje), 3) Hnůj+N2PK (80kg N.ha⁻¹, 60 kg P.ha⁻¹, 60 kg K.ha⁻¹, plus 10, 3, a 12 kg N, P, K.ha⁻¹ uvolněné z hnoje) a 4) Hnůj+N3PK (120 kg N.ha⁻¹, 60 kg P.ha⁻¹, 60 kg K.ha⁻¹, plus 10, 3, a 12 kg N, P, K.ha⁻¹ uvolněné z hnoje).

Tabulka 1: Základní výrobní a klimatické podmínky stanovišť.

Stanoviště	Čáslav	Lukavec	Ivanovice na Hané
Výrobní typ	řepařský (ŘVT)	bramborářský (BVT)	řepařský (ŘVT)
Nadmořská výška (m n. m.)	263	620	225
Půda			
Půdní typ	Černozem karbonátová /luvicá/ (CEc/I/)	Kambizem modální (KMm)	Černozem modální (CEm)
Půdní druh	hlinitá	písčitohlinitá	hlinitá
Hloubka ornice (m)	0,40–0,50	0,15–0,20	0,35–0,45
Klimatické charakteristiky			
Suma ročních srážek (mm)	590	686	556
Průměrná roční teplota (°C)	8,1	6,8	8,4
Klimatický region	teplý, mírně vlhký	mírně teplý, vlhký	teplý, mírně suchý

Minerální dusík byl aplikován ve formě dusičnanu amonného s vápencem, fosfor ve formě superfosfátu, draslík ve formě chloridu draselného. Dávka minerálního dusíku byla rozdělena do dvou

(N2), respektive do tří (N3) dávek po 40 kg N.ha⁻¹: před zasetím, na jaře pro regeneraci (N2, N3) a v průběhu května jako kvalitativní hnojení (N3). V průběhu hodnoceného období byla zasetá pšenice ozimá, odrůda Julie (Selgen a.s., Sibřina, CZ), která se vyznačuje krátkým stéblem, vysokými výnosy ve všech výrobních oblastech, vysokou odolností proti mrazu, kvalitativním zařazením do skupiny E. Pšenice byla seta v říjnu, hloubka setí se pohybovala od tří do čtyř cm, meziřádková vzdálenost byla 12,5 cm, výsevek činil 400 zrn.m⁻¹. V průběhu experimentů byly používány standardní přípravky na ochranu rostlin, regulátory růstu nebyly použity. Základní charakteristiky stanoviště a klimatické podmínky uvádí Tabulka 1.

Výsledky

Průměrný nárůst výnosu zrna na lokalitě Ivanovice na Hané byl stanoven od 2,72 t.ha⁻¹ (+ 61%, Hnůj+N1PK) do 3,57 t.ha⁻¹ (+ 80%, Hnůj+N3PK).

Tabulka 2: Výnosy pšenice ozimé v dlouhodobých pokusech (lokalita: Ivanovice na Hané, Čáslav a Lukavec) s rozdílným hnojením (nehnojená Kontrola, Hnůj+N1PK-N3PK) v období 2015–2018.

	2015	2016	2017	2018	
Ivanovice na Hané					
Kontrola	3,79±0,20 Aa	4,48±0,10 Ab	5,14±0,19 Ac	4,37±0,07 Aa	4,44±0,14 A
Hnůj+N1PK	7,38±0,05 Bb	7,53±0,16 Bb	7,56±0,09 Bb	6,19±0,15 Ba	7,16±0,16 B
Hnůj+N2PK	9,26±0,11 Cc	9,03±0,14 Cc	7,50±0,21 Cb	5,99±0,29 Ba	7,95±0,35 C
Hnůj+N3PK	9,98±0,12 Dc	9,61±0,15 Cc	6,68±0,15 Cb	5,76±0,14 Ba	8,01±0,47 C
Čáslav					
Kontrola	5,87±0,14 Ad	5,31±0,06 Ac	4,48±0,13 Ab	3,83±0,09 Aa	4,87±0,21 A
Hnůj+N1PK	8,79±0,36 Bb	8,00±0,04 Cb	7,96±0,12 Cb	5,83±0,10 Ba	7,64±0,30 C
Hnůj+N2PK	8,71±0,25 Bc	8,27±0,11 Cc	7,28±0,21 Bb	5,99±0,08 Ca	7,56±0,28 C
Hnůj+N3PK	6,21±0,46 Aa	6,72±0,16 Bb	6,70±0,19 Bb	5,56±0,13 Ba	6,29±0,17 B
Lukavec					
Kontrola	2,11±0,12 Aa	2,48±0,11 Aa	2,07±0,10 Aa	2,87±0,12 Ab	2,38±0,10 A
Hnůj+N1PK	4,76±0,33 Ba	4,06±0,04 Ba	4,79±0,21 Bb	5,31±0,17 Bb	4,73±0,15 B
Hnůj+N2PK	6,68±0,31 Ca	5,82±0,31 Ca	6,39±0,30 Ca	5,94±0,27 Ba	6,21±0,16 C
Hnůj+N3PK	8,33±0,25 Db	7,45±0,49 Da	7,37±0,26 Da	6,83±0,25 Ca	7,49±0,20 D

Pozn.: Průměrné hodnoty, uvedené společně se směrodatnou odchylkou označené stejným písmenem (A vertikálně, a horizontálně), nejsou statisticky rozdílné ($p = 0,05$).

Nejnižší průměrný nárůst výnosu zrna ve srovnání s Kontrolou byl zaznamenán v Čáslavi, a to v rozmezí od 1,42 t.ha⁻¹ (+ 29%, Hnůj+N3PK) do 2,77 t.ha⁻¹ (+ 57%, Hnůj+N2PK). Nejvyšší výnosy zrna byly zaznamenány u varianty Hnůj+N1PK (7,64 t.ha⁻¹) a Hnůj+N2PK (7,56 t.ha⁻¹). Průměrný nárůst výnosu zrna v Lukavci se pohyboval od 2,35 t.ha⁻¹ (+ 99%, Hnůj+N1PK) do 5,11 t.ha⁻¹ (+ 215%, Hnůj+N3PK).

Závěr

Současná zemědělská výroba se musí přizpůsobit změnám, které přináší měnící se klima a požadavky trhu. Příspěvek hodnotí vliv různých půdně-klimatických podmínek v ČR a způsobů hnojení (statková a minerální hnojiva a jejich kombinace) v období 2015–2018 na výnosy pšenice ozimé (*Triticum aestivum* L.). Na základě našich výsledků můžeme říci, že pro dosažení vysokých výnosů je nutná součinnost hnojení (nejlépe kombinace statkových a minerálních hnojiv). V horších půdně-klimatických podmínkách (lokalita Lukavec, BVT, půdní typ kambizem, 650 m n. m.) lze díky správnému způsobu obhospodařování (osevní postup, hnojení) dosahovat obdobných výnosů a zvyšovat úrodnost půdy, jako v lokalitách příhodnějších pro pěstování pšenice ozimé (lokalita Ivanovice a Čáslav, RVT půdní typ černozem, 225–263 m n. m.).

Poděkování

Prezentace vznikla za podpory projektů Ministerstva zemědělství ČR č. RO0418, QK1810010 a QK21020155.

Poznatky z dlouhodobých výživářských zkoušek ÚKZÚZ a jejich využití pro zemědělskou praxi

Findings from long-term field nutritional trials of the ÚKZÚZ and their use for agricultural practice

Smatanová Michaela, Jančíková Silvie, Komprsová Ivana, Hynšt Jaroslav

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, Hroznová 2, 603 00 Česká republika,
e-mail: michaela.smatanova@ukzuz.cz

Klíčová slova: dlouhodobé pokusy, půda chlévský hnůj, digestát, kejda, kompost

Key words: long-term experiments, soil manure, digestate, slurry, compost

Abstrakt

Úvod

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský sleduje v dlouhodobých výživářských pokusech se stupňovaným minerálním hnojením a pravidelným hnojením chlévským hnojem, digestáty, kejdou a kompostem na výnosy, kvalitu produkce a změny půdních vlastností.

Materiál a metody

Dlouhodobý pokus na deseti lokalitách sleduje od roku 1972 závislost mezi intenzitou minerálního ve třech hladinách 1 - nízká, 2 - střední, 3 - vysoká (tab. 1). Osmihonný osevní sled je z 50 % zastoupen obilninami, 25 % pícninami 25 % okopaninami. Dvakrát za osevní postup se hnojí chlévským hnojem k okopaninám 40 t/ha a dvakrát se vápní.

Tab. 1: Průměrné roční dávky živin v minerálních hnojivech.

hladina živin	minerální hnojení v kg/ha čistých živin			
	N		P	K
	Řepařská oblast	Bramborářská oblast		
1 - nízká	46	48	13	33
2 - střední	69	73	26	66
3 - vysoká	92	97	53	132

Od roku 2010 se sledují v pokusu na třech lokalitách dva typy digestátů, kompostu a běžně používaného minerálního hnojiva ledku amonného s vápencem. V šestiletém osevním postupu je zařazena silážní kukuřice, jarní ječmen, ozimá řepka, brambory a ozimá pšenice (2x). V pokusu je pět hnojených variant a nehnojená kontrola. Stanovení dávky hnojiv je odvozeno podle potřeby pěstované plodiny na dusík, tj. mezi 120–150 kg N/ha (tab.2) Dalšími živinami ani jinými organickými hnojivy se v pokusu nehnojí, sláma se zaorává, 2 x za osevní sled po pšenici je zařazena meziplodina, peluška s vojtěškou.

Tab. 2: Množství dusíku dodaného organickými hnojivy a aplikovaný objem hnojiv.

Varianty hnojení	Množství aplikovaných organických hnojiv (t/ha)					
	Brambory	Ozimá pšenice	Kukuřice silážní	Ječmen jarní	Ozimá řepka	Ozimá pšenice
Aplikovaná dávka N hnojivy	120 kg N/ha	120 kg N/ha	150 kg N/ha	-	120 kg N/ha	120 kg N/ha
Kejda	37	42	46	-	60	43
Digestát I	30	26	39	-	42	37
Digestát II	26	26	33	-	57	39
Kompost	24	24	30	-	35	35

Výsledky

Půdy pokusných lokalit jsou poměrně dobře zásobené těmito živinami a důležitým zdrojem obou prvků je také hnůj, který se v pravidelných intervalech aplikuje ke všem minerálně hnojeným variantám, což dále snižuje nároky plodin na minerální vstupy P a K. Rostoucí dávky minerálních hnojiv snižují hodnotu pH v obou výrobních oblastech. Pokles pH je výrazný v bramborářské oblasti při nejvyšších dávkách bez vápnění, kde se projevuje i poklesem výnosu, což poukazuje na význam a úpravu pH půdy vápněním. V podmínkách pokusu považujeme za účelnou úroveň hnojení dávky na úrovni N1 - N2 (48–69 kg N/ha), P0 - P1 a K0 - K1 a udržování obsahu P na úrovni 50–60 mg P/kg a obsah K mezi 100–200 mg K/kg a přiměřenou aplikací organických i minerálních hnojiv.

V pokusu s digestáty organické hnojení průkazně zvyšuje celkovou mikrobiální biomasu a její aktivní frakce. Po hnojení kompostem a kejdou je patrný nejvýznamnější nárůst obsahu extrahovatelného uhlíku oproti kontrole o 84 %, respektive 47 %. Zvýšila se i substrátem indukovaná respirace o 52 % respektive 72 % a celková mikrobiální aktivita. Vliv minerálního hnojiva LAV na sledované mikrobiální parametry naopak nebyl nalezen, případně byl negativní. Přínos kompostu se projevil i z pohledu mírného nárůstu oxidovatelného uhlíku, dále obsahu přístupných živin a mikroelementů v půdě. Vliv kompostu a digestátů vedl k postupné úpravě výměnné půdní reakce z kategorie slabě kyselé na neutrální.

Závěr

Výnos plodin se zvyšuje pravidelnou aplikací hnoje bez minerálního hnojení. Aplikace minerálních hnojiv i v nejnižších dávkách výnos zvyšuje. Rostoucí dávky minerálních hnojiv výnos ovlivňují omezeně a více v bramborářské oblasti než v řepářské. Výnos vzrůstá s rostoucí dávkou dusíku, zatímco stupňované dávky P a K zvyšují spíše obsah v půdě bez většího vlivu na výnos. Stupňování intenzity hnojení výrazně přispívá k nárůstu obsahu přístupného P a K v půdě v obou výrobních oblastech. Obsahu P a K v kategorii „dobrý“ je na většině lokalit dosaženo při na úrovni N1P1K1.

Digestáty s kejdou vykazují relativně srovnatelnou účinnost ve všech hodnocených parametrech. Výhodou hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem je, že nepředstavují riziko ztrát dusíku a ohrožení podpovrchových vod. Vliv každoročního hnojení ledkem amonným s vápencem se ve výnosu projevuje negativně, jako jednostranná zátěž tohoto nesprávného managementu hnojení ve všech hodnocených znacích. Kompost je vynikajícím zlepšujícím materiálem a pohotovým zdrojem uhlíku pro půdní mikroorganismy. Přispívá ke zvýšení obsahu přístupných živin a mikroelementů, úpravě výměnné půdní reakce a stability půdních agregátů. Zvýšení obsahu oxidovatelného uhlíku se prozatím neprojevuje. Optimální dávky digestátu a kejdy jsou díky vysokému podílu rychle využitelného amonného dusíku úspornou alternativou k minerálním hnojivům za předpokladu dobře sestaveného osevního postupu a pravidelného zapravování posklizňových zbytků.

Literatura

- Čižmár D. 2007. Stanovení sledovaných látek metodou NIRS, SOP 29 (UKZÚZ, NRL, 2007).
Pospíšilová L., Vlček V. 2015. Chemické, biologické a fyzikální ukazatele kvality/zdraví půdy, Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae, VIII, číslo 2, ISBN 978-80-7509-244-1
Zbírál J. a kol. 2011. Jednotné pracovní postupy: Analýza půd 3. ISBN 978-80-7401044-
Zbírál J. a kol. 2005. Jednotné pracovní postupy: Analýza rostlinného materiálu: postup 1 a 3. (UKZÚZ, NRL).
Zbírál J. a kol. 2001. Jednotné pracovní postupy: Analýza půd I, postup 2, postup 3.1 (UKZÚZ, NRL, 2001).

Vliv dusíkatých minerálních a organických hnojiv na kvalitu půdní organické hmoty v dlouhodobých pokusech s monokulturou kukuřice

The impact of mineral nitrogen and organic fertilizers on soil organic matter quality in long-term maize monoculture experiment

Jiří Balík, Pavel Suran, Jindřich Černý, Martin Kulháněk, Ondřej Sedlář

Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 00, Praha 6 – Suchbát, Česká republika,
e-mail: balik@af.czu.cz

Klíčová slova: huminové kyseliny, fulvokyseliny, hnůj, sláma, kationtová výměnná kapacita

Key words: humic acids, fulvic acids, farmyard manure, straw, cation Exchange capacity

Úvod

Z dlouhodobých pokusů je zřejmé, že změna způsobu obhospodařování (organického a minerálního hnojení, osevního postupu, agrotechniky, zastoupení plodin) nastartuje změny v obsahu půdní organické hmoty, které probíhají po desetiletí. Po dostatečně dlouhé době se vytváří nová dynamická rovnováha, při níž jsou vstupy organické hmoty a její mineralizace vyrovnány. Takováto dynamická rovnováha pak trvá do té doby, než nastane další změna vnějších podmínek. Jako příklad lze uvést nulovou (nehnojenou) parcelu pokusu Broadbalk v Rothamstedu. Tato varianta není organicky a minerálně hnojena po dobu 160 let a po celou dobu se na ní pěstuje v monokultuře ozimá pšenice. Přitom obsah uhlíku v ornici je stabilní na úrovni 0,91 % C_{org} . Obdobně také v pokusech z Bad Lauchstadt (Německo) je na nehnojené variantě dlouhodobě stabilní obsah 1,44 % C_{org} .

Materiál a metody

Přesné polní pokusy Katedry agroenvironmentální chemie výživy rostlin ČZU v Praze s monokulturou kukuřice silážní kukuřice byly založeny v roce 1993 na luvizemi v lokalitě Červený Újezd. (50°4'22"N, 14°10'19"E). Pokusné schéma má 7 variant: nehnojená kontrola a různá minerální N hnojiva a různá organická hnojiva (hnůj, kejda skotu, čistírenský kal, zaorávka slámy pšenice). Organická hnojiva byla aplikována vždy na podzim (říjen/listopad) před orbou, minerální dusíkatá hnojiva na jaře před setím. Byla použita jednotná intenzita hnojení 120 kg N/ha. Každá varianta byla 4x opakována. Velikost sklizňové parcely činila 20 m² a jednalo se o ruční sklizeň. Po 27 letech byly sledovány obsah a kvalita půdní organické hmoty v ornici.

Výsledky

V dlouhodobých stacionárních pokusech s monokulturou silážní kukuřice (KAVR/ČZU) byla pozorována degradace půdní organické hmoty (C_{SOM}). Za období 26 let se obsah uhlíku v ornici snížil u kontrolní nehnojené varianty o 22 % oproti 25 % a 26 % u variant každoročně hnojených minerálním dusíkem (DAM 390, síran amonný). Při každoroční aplikaci pšeničné slámy (spolu s minerálním N) se obsah C_{SOM} snížil o 8 %. Oproti tomu každoroční aplikace chlévského hnoje vedla k nárůstu C_{SOM} o 16 %. U variant hnojených pouze minerálním N se snížila kvalita půdní organické hmoty – významně se nížil podíl huminových kyselin ve srovnání s fulvokyselinami. U varianty s chlévským hnojem činil poměr C huminových kyselin ku C fulvokyselin 1,04. Kvalita C_{SOM} se významně zvýšila. Poměr uhlíku produkovaného kukuřicí k celkovému obsahu C_{SOM} ornice se pohyboval mezi 8,1–11,8 %. Na variantách s minerálním N hnojením byl tento poměr vždy vyšší než na nehnojených kontrolních variantách. Aplikace minerálního N vedla k silnější mineralizaci původní a stabilní organické hmoty ve srovnání s nehnojenou kontrolou. Nárůst obsahu uhlíku produkovaného kukuřicí na hnojených variantách však nekompenzoval pokles „staré“ organické hmoty. V důsledku toho byla pozorována tendence ke snížení celkového obsahu C_{SOM} na plochách s aplikovaným minerálním N. Výrazné snížení hodnoty pH/CaCl₂ a dále snížení obsahu a kvality půdní organické hmoty u varianty s aplikací síranu amonného bylo příčinou snížení kationtové výměnné kapacity (KVK) o 22 % ve srovnání s nehnojenou kontrolou. Naproti tomu intenzivní hnojení chlévským hnojem zvýšilo KVK o 19 %.

Závěr

- V systémech bez statkových hnojiv a bez pěstování víceletých píceňin ani vysoká intenzita aplikace slámy nezabrání snížení půdní úrodnosti, zejména při intenzivním minerálním N hnojení.
- Nejlepším zdrojem kvalitní půdní organické hmoty je chlévský hnůj.
- Samotné intenzivní minerální hnojení N způsobuje zvýšenou mineralizaci půdní organické hmoty.
- Samotné intenzivní minerální N hnojení snížilo kationtovou výměnnou kapacitu ornice

Poděkování

Tento příspěvek mohl vzniknout díky projektům: MŠMT ČR – GA FAPPZ č. SV21-2-21140 a MZČR QK21010124 Půdní organická hmota – hodnocení vybraných indikátorů kvality

Dlouhodobý stacionární polní pokus MENDELU – vliv agrotechnických faktorů na výnosy plodin a půdní prostředí

Long-term field stationary experiment of MENDELU – the effect of agrotechnical factors on the grain yields and soil environment

Tamara Dryšlová, Vladimír Smutný, Jan Křen, Blanka Procházková, Michal Rábek

Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno; e-mail: dryslova@mendelu.cz;

Klíčová slova: dlouhodobý polní pokus; zpracování půdy; osevní postup; ozimá pšenice; jarní ječmen
Key words: long-term field experiment; soil tillage; crop rotation; winter wheat; spring barley

Abstrakt

Úvod

Pokus na lokalitě Žabčice byl založen na podzim r. 1969 a v roce 1970 proběhla první sklizeň, v roce 2020 jsme si připomněli jeho 50. výročí. Cílem založení pokusu byl „Výzkum agroekologických činitelů ječmene jarního“, výzkum řešící optimalizaci vegetačních činitelů a produktivnost osevních postupů jako celku a vztahy produkce a změn půdního prostředí. Hlavní experimentální faktory se opírají

o opatření základní agrotechniky, zejména o různou koncentraci obilnin a technologie zpracování půdy, ale také např. o management hospodaření se slámou. Myšlenku na založení stacionárního polního pokusu přinesl profesor Šimon (prof. Ing. Jaroslav Šimon, DrSc.), působící v té době na VŠZ v Brně. Člověk, který byl jednou z předních osobností v oboru rostlinné produkce v celé Československé republice. V druhé polovině šedesátých let se rozhodl tuto myšlenku realizovat a spolu s ním se na realizaci podílela řada specialistů z různých úseků rostlinné produkce. Historie vzniku a původní koncepce jsou plně uvedeny v příspěvku profesora Krejčíře (Krejčíř 1996). V původní koncepci jako hlavní sledovaná plodina byl stanoven jarní ječmen, vzhledem k tradici hanáckého ječmenářství. Dále bylo navrženo několik osevních postupů s tzv. různou koncentrací obilnin (50; 62,5 a 100 %), u jarního ječmene pak s koncentrací od 25-ti do 100 % (25; 37,5; 50; 62,5 %) vždy v rámci jednoho osevního postupu. Jarní ječmen zaujímal v hodnocení pokusu vždy stěžejní postavení, protože se jednalo o tradiční plodinu pěstovanou v České republice a zvláště v minulém století bylo významné české šlechtění sladovnických odrůd využívaných na výrobu piva (Valtický, Diamant), které daly základ dalším desítkám odrůd nejen u nás, ale i v dalších zemích na celém světě. V současné podobě stacionárního polního pokusu jsou vedeny tři monokultury polních plodin (jarního ječmene, ozimé pšenice a kukuřice na zrna) a jeden osevní postup, založený na principech norfolkského osevního postupu. Unikátem tohoto pokusu je monokultura jarního ječmene (*Hordeum volugare* L.) založená na jaře roku 1970. Polní pokus byl v následujících letech úspěšně realizován katedrou základní agrotechniky, dnes Ústavem agrosystémů a bioklimatologie, který zajišťuje současný chod pokusu.

Materiál a metody

Dlouhodobý stacionární polní pokus je významnou součástí Polní pokusné stanice MENDELU v Žabčicích (49°01'20"N, 16°37'55"E), která se nachází v kukuřičné výrobní oblasti, na zrnitostně těžších půdách fluvizemního typu, přibližně 25 km od města Brna, v nadmořské výšce 180 m n. m. Průměrná roční teplota vzduchu zde dosahuje 10,3 °C a třicetiletý průměr ročních úhrnů srážek zde činí 491 mm. Z tohoto hlediska patří tato lokalita k nejteplejším a zároveň nejsušším oblastem v České republice. U všech plodin je po celou dobu vedení pokusu sledován vliv zpracování půdy (I. tradiční zpracování půdy, tj. orba do hloubky 0,22 m a II. minimalizační zpracování půdy, tj. mělké zpracování půdy talířovým nářadím do hloubky 0,12–0,15 m). U plodiny jarního ječmene je navíc sledován vliv tří úrovní minerálního hnojení, diferencovaných zejména dávkami dusíku (1. 30 kg; 2. 60 kg; 3. 90 kg N na hektar). U monokultury jarního ječmene jsou vedeny tři varianty hospodaření se slámou: 1. sláma sklizená, 2. sláma zapravovaná do půdy, 3. sláma pálená. V příspěvku (přednášce) byly uvedeny výnosové výsledky s vlivem všech výše uvedených faktorů u monokultury jarního ječmene za celé pokusné období a za poslední dvě dekády bylo uvedeno srovnání výnosů zrna ozimé pšenice

a jarního ječmene pěstovaných v osevním postupu a monokultuře (u ječmene jarního, vzhledem k uspořádání pokusu, byla vyhodnocena pouze varianta s dávkou dusíku 60 kg na hektar u slámy sklizené). Z výsledků vlivu na půdní prostředí byly uvedeny stručně výsledky hodnocení obsahu a kvality půdní organické hmoty, které byly letos publikovány na dvou konferencích (Pospíšilová et al. 2022; Prudil et al. 2022). Dosažené výsledky byly statisticky zhodnoceny pomocí analýzy variance s následným testováním dle Tukeye na hladině pravděpodobnosti 95 % pomocí programu STATISTICA v. 14.

Výsledky

Dosažené výnosové výsledky u monokultury jarního ječmene při hodnocení za celé pokusné období a při kombinaci všech faktorů (zpracování půdy, diferencované dávky dusíku a různý management se slámou) ukazují na příznivý vliv orby oproti mělkému kypření, pozitivní vliv zvyšovaných dávek dusíku a faktoru slámy (zejména pálené, ale i zapravované). Pokud se týká srovnávacího hodnocení v posledních dvou dekadách, kdy byly vyhodnoceny výnosové výsledky u jarního ječmene s vybraným vlivem faktorů a výsledky u ozimé pšenice, tak získáváme tato zjištění. U obou plodin byl klíčovým faktorem rok, kdy podíl vlivu ročníku byl u obou plodin vyšší než 50 %. Posouzení dalších dvou pokusných faktorů ukazuje, že vliv střídání plodin (vliv osevního postupu) byl významný pro obě plodiny. Ozimá pšenice dosáhla vyššího výnosu v osevním postupu Norfolk, jarní ječmen také, ale ne statisticky významně (projevuje se zřejmě horší vliv předplodiny kukuřice na zrno, kdy tato plodina je sice typickou pro kukuřičnou oblast, ale zanechává po sklizni vyšší množství posklizňových zbytků, a někdy ne úplně ideální stav pozemku). Faktor zpracování půdy byl statisticky významný u jarního ječmene a vyšších výnosů bylo dosaženo při minimálním zpracování půdy. Výsledky tak potvrzují fakt, že ozimá pšenice je především náročná na předplodinu, kterou zde v osevním postupu představuje kvalitní jetelovina. U jarního ječmene se potvrzuje poznatek, že ječmen prokazuje vyšší toleranci k zastoupení obilnin v osevním postupu a současně vyšší citlivost k vlivu zpracování půdy. Podobná zjištění z této nebo z klimaticky podobných lokalit uvádějí (Smutný et al. 2015; Dryšlová et al. 2018; Vrtílek et al. 2019).

Závěr

Ústav agrosystémů a bioklimatologie AF MENDELU se dlouhodobě zabývá návrhy vhodných způsobů hospodaření na půdě, s důrazem sladění produkčního využívání půdy s potřebou půdu chránit. Existence a výsledky dlouhodobých polních pokusů jsou cenným zdrojem informací, zejména v současném období probíhající klimatické změny, která výrazně ovlivňuje hospodaření na zemědělské půdě. Ukazuje se, že můžeme očekávat vyšší četnost ročníků s extrémními průběhy počasí a následně tak se silným dopadem na výnos i kvalitu plodin, zejména v sušších oblastech, jako je lokalita Žabčice. Zde potom bude mít velmi důležitou roli správně zvolená technologie zpracování půdy s ohledem na předplodinu.

Poděkování

Příspěvek byl podpořen projekty s číslem SS02030018 (TAČR) a QK1810186 (NAZV).

Literatura

- Dryšlová T., a kol., 2018: *Optimalizace agrotechnických opatření při hospodaření v suchých oblastech*. Certifikovaná metodika, 56 s. ISBN 978-80-7509-629-6
- Krejčíř J., 1996: *Koncepce a metodika dlouhodobého stacionárního polního pokusu v Žabčicích a problematika jeho hodnocení*. In Křen J., Lipavský J. (Eds.) *Sborník Význam a perspektivy dlouhodobých polních pokusů v České republice*, s. 43.
- Pospíšilová, L., et al., 2022: Organic carbon content as affected by land management practices in monoculture of spring barley. In „*Proceedings of 22nd World Congress of Soil Science*“, P-82, 2022, Glasgow – UK.
- Prudil, J., et al., 2022: The effect of crop rotation, tillage and nitrogen fertilization on soil organic matter content and its quality. In Book of abstracts „*Trends and challenges in soil-crop management*“. Brno: Mendelova univerzita v Brně, s. 51. ISBN 978-80-7509-847-4.
- Smutný V., a kol. 2015: *Význam technologií zpracování půdy a dalších agrotechnických opatření při pěstování obilnin*. Certifikovaná metodika, 57 s. ISBN 978-80-7509-369-1
- Smutný V., Neudert L., Dryšlová T., 2016: Vliv předplodin a zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice. *Úroda*, 12: 66-68.

Vrtílek P., Smutný V., Dryšlová T., a kol., 2019: The effect of agronomic measures on grain yield of winter wheat in drier conditions. *Plant, Soil and Environment*, 65(2): 63-70.

Výnosy, kvalita píce a stav půdy v DLP Jevíčko

Yields, forage quality and soil condition in long-term field experiment at Grassland research station Jevíčko

Ladislav Menšík, Pavel Nerušil

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507/73, 161 06 Prague 6 – Ruzyně, Česká republika, e-mail:ladislav.mensik@vurv.cz

Klíčová slova: *trvalé travní porosty, management využívání, hnojení, produkce píce, kvalita píce, půda*

Key words: *permanent grasslands, utilization management, fertilization, forage production, forage quality, soil*

Abstrakt

Úvod

Agrotechnické postupy obhospodařování trvalých travních porostů musí v zemědělských podnicích splňovat požadavky na zajištění dostatečného objemu kvalitní píce v současných měnících se podmínkách prostředí (předpokládaná změna klimatu) a zároveň zlepšit kvalitu životního prostředí (snížením degradace půdy – eroze, ztráty organické hmoty, sekvestrace uhlíku apod.), protože budoucí poptávka po kvalitní píci jako krmivu, resp. zdroji obnovitelné energie (substrátu) pro bioplynové stanice se v důsledku změn (omezení pěstování kukuřice jako erozní plodiny apod.) značně zvýší.

Materiál a metody

Návrh designu experimentu, založeného v roce 2004 na údolní louce v oblasti Boskovické brázdy (Malé Hané) s trvalým travním porostem, se sestával z variant hnojení (minerální /NPK/, chlévský hnůj, kejda, digestát; modelové zatížení TP skotem 0,9–2 DJ.ha⁻¹) se stupňovanou frekvencí využívání TTP (2–4 seče/rok). Testování bylo provedeno v období 2016–2019 na maloparcelových experimentálních plochách v půdně-klimatických podmínkách Boskovické brázdy (350 m n. m., hnědozem modální /fluvizem slabě oglejená/, průměrná roční teplota 7,4 °C, úhrn srážek 545 mm za rok).

Výsledky

Produkce sušiny u intenzivního 4sečného využití travního porostu v modelovém zatížení 2 DJ.ha⁻¹ bylo v průměru 4 sklizňových let 2016–2019 dosaženo v úhrnu sečí hnojených variant 7,36–8,53 t.ha⁻¹ sušiny, ve středně intenzivním 3sečném (zatížení 1,5 DJ.ha⁻¹) byla produkce sušiny v rozsahu 7,13–8,33 t.ha⁻¹ a u málo intenzivního 2sečného využití (zatížení 0,9 DJ.ha⁻¹) bylo dosaženo produkce sušiny 7,70–8,42 t.ha⁻¹ (statisticky významný rozdíl byl zaznamenán vždy mezi hnojenými variantami a nehnojenou kontrolou ve všech třech intenzitách využívání). Nejvyšší kvalita píce byla dosažena v intenzivním 4sečném systému obhospodařování TTP a postupně klesala směrem k málo intenzivnímu 2sečnému využití. Rozdíly v kvalitě píce mezi hnojenými variantami nebyly vzhledem ke shodné úrovni hnojení dusíkem v rámci intenzit využití travního porostu zdaleka tak výrazné jako u píce vyrobené při nízké, resp. vysoké frekvenci sečí. V celkovém hodnocení parametrů kvality píce je patrná tendence postupného nárůstu obsahu NL, NEL i OMD ve směru od 1. seče k poslední, resp. protichůdně směřujícího postupného poklesu vlákniny. Nejnížší půdní reakce (pH /KCl/) byla stanovena ve variantách minerálního hnojení (NPK) oproti variantám Kontrola i variantám statkového /Hnůj, Kejda/ i organického /Digestát/ hnojení u všech tří intenzit využívání. Naopak nejvyšší pH bylo zaznamenáno ve variantách statkového hnojení /Hnůj, Kejda/ (statisticky významné rozdíly). Jednoznačně se prokazuje, že při hnojení pouze minerálními hnojivy (NPK) dochází k významné acidifikaci půdního prostředí, a tím i poklesu obsahu uhlíku, dusíku i přístupných živin (nejnižší obsahy C, N, Mg a nejnižší pH byly prokázány ve variantě NPK ve všech třech intenzitách využití a dále ve variantě organického hnojení Digestát (3, 2sečná intenzita využívání). Vyšší obsah C, N, Mg i vyšší půdní reakce byla prokázána ve variantách statkového hnojení Hnůj, Kejda (ve všech třech

intenzitách využívání). Významně se diferencovala varianta statkového hnojení Hnůj v intenzitě využívání 4 seče (nejvyšší obsah C, N, P, K, a Mg a dále i nejvyšší pH z hnojených variant) oproti všem ostatním variantám hnojení i nehnojené kontrole. Varianta Digestát v intenzitě využívání 4 seče se svými parametry velmi podobá variantám Hnůj, Kejda v intenzitě využívání 3 seče.

Závěr

S přihlédnutím k výsledkům dlouhodobých pokusů v oblasti Boskovické brázdy (Malé Hané) lze tedy jednoznačně konstatovat, že intenzivní (vícesečné) využívání hnojených TTP je dobrým předpokladem pro zajištění dostatečného množství kvalitní objemné píce, využitelné jak ve výkrmu skotu, tak i pro vysoko-užitkové dojnice se zvýšenými nároky na potřebu živin (i v případě méně nepříznivých klimatických podmínek u variant hnojených statkovými a organickými hnojivy. Potvrdily se předpoklady o pozitivním vlivu hnojení statkovými hnojivy (hnůj + močůvka, kejda) na výnosy a kvalitu píce, ale především na stav a kvalitu půdy (udržení, resp. zvýšení půdní úrodnosti) pro současné zemědělské hospodaření v zájmových oblastech, ale i ostatních územích s obdobnými přírodními poměry ve smyslu udržitelného obhospodařování zemědělské půdy v podmínkách ČR, potažmo střední

a východní Evropy. Studie potvrdila smysluplnost vícesečného obhospodařování TTP a hnojení statkovými, resp. organickými hnojivy (digestát), z pohledu ekologické stability i ekonomických přínosů, vyjádřených např. potenciální produkcí mléka z jednotky plochy, jako předpokladu udržitelnosti a hospodářské jistoty současné zemědělské výroby v důsledku měnících se podmínek prostředí.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou projektu: MZe ČR – RO0418, VZ07: Pěstování pícnin na orné půdě a obhospodařování TTP pro udržení biodiverzity, půdní úrodnosti, kvality a bezpečnosti krmiv.

Literatura

Menšík L., Nerušil P. 2019. Produkční, kvalitativní a porostové změny trvalého lučního společenstva ve vztahu k intenzitě využívání a úrovni hnojení v oblasti Malé Hané. Pořadí vydání: první. [Praha]: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 100 s. ISBN 978-80-7427-319-3.

Vliv stupňovaných dávek živin na výnosy plodin v dlouhodobých pokusech

Effect of increasing nutrient rates on crop yields in long-term experiment

Lukáš Hlisnikovský, Ladislav Menšík, Eva Kunzová

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507/73, 161 06 Prague 6 – Ruzyně, Česká republika, e-mail: l.hlisnik@vurv.cz

Klíčová slova: dlouhodobé pokusy, stupňované dávky N, vliv počasí, obiloviny, nelineární modely

Key words: long-term experiments, increasing rates of N, weather, cereals, non-linear models

Úvod

Dlouhodobé pokusy představují unikátní experimenty, jejichž hodnota narůstá s jejich délkou. Díky jednotné metodice dokážou analyzovat vlivy široké škály faktorů, které nejsou, na rozdíl od běžné zemědělské praxe, ovlivněny potřebami a podmínkami trhu. Díky své délce mohou velice dobře popsat dopady široké škály hnojiv (minerálních, statkových, organických) na výnosy a kvalitu plodin a půdní chemické vlastnosti. Díky přesným údajům z meteorologické stanice je rovněž detailně analyzován vliv počasí na rostlinnou produkci a charakterizovat vliv teplot a srážek jednotlivých měsíců na výnosy a kvalitu pěstovaných plodin. Pro účely semináře jsme hodnotili vliv stupňovaných dávek dusíku a vliv počasí v průběhu sezony na výnosy pšenice ozimé, pěstované po bramborách, a to v dlouhodobém pokusu v Praze Ruzyni. K analýze vlivu stupňovaných dávek byly využity nelineární modely, které dokážou přesněji stanovit doporučující dávku dusíku. Součástí je rovněž analýza stability výnosů v závislosti na dávkách aplikovaných hnojiv.

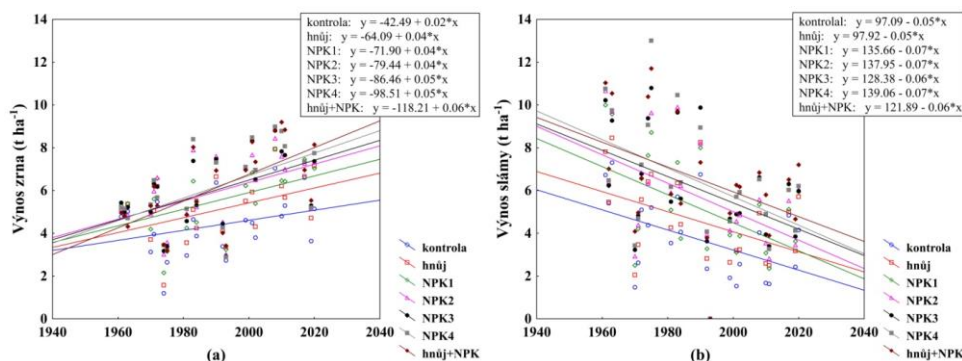
Materiál a metody

Dlouhodobý pokus v Praze Ruzyni se nachází na severozápadním okraji Prahy a byl založen v roce 1955. Skládá se z celkem pěti polí, na kterých se studuje vliv různých variant hnojení a osevních postupů na výnosy a kvalitu pěstovaných plodin a na chemické vlastnosti půd, a rovněž vliv počasí na rostlinnou produkci. V rámci této analýzy jsme hodnotili vliv celkem sedmi variant hnojení se stupňovanými dávkami minerálního dusíku na výnosy pšenice ozimé, pěstované po bramborách. 1) nehnojená kontrola, 2) hnůj (aplikovaný k předplodině), 3) NPK1, 4) NPK2, 5) NPK3, 6) NPK4 a 7) hnůj (aplikovaný k předplodině) + NPK4. Dávky NPK (kg ha^{-1}) aplikované v jednotlivých variantách jsou: NPK1 - 40, 48, 96; NPK2 - 55, 60, 120; NPK3 - 80, 48, 96; NPK4 - 95, 60, 120. Dusík byl aplikován ve formě dusičnanu amonného s vápencem, fosfor ve formě superfosfátu a draslík ve formě chloridu draselného. Hnůj byl aplikován k předplodině v dávce $15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a předpokládané množství dusíku, dostupného pšenici, představuje necelých $8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

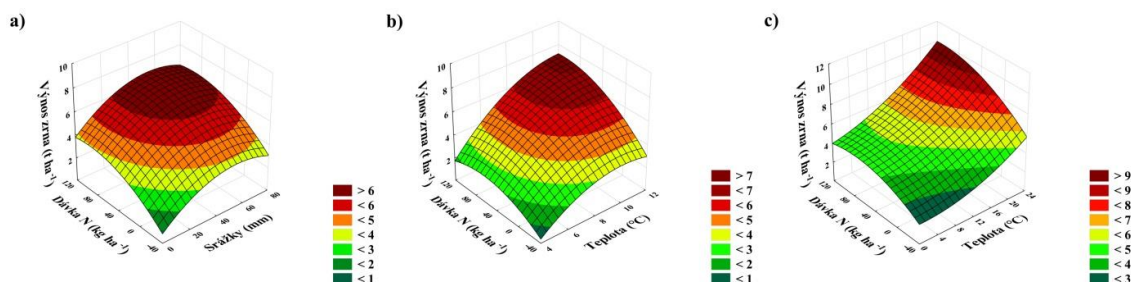
Pro analýzu dlouhodobých dat (výnosů zrna a slámy) byly použity ANOVA, lineární regrese, a dva nelineární modely (kvadratický a linear-plateau). Pro analýzu vztahu počasí a výnosů byla použita korelační analýza.

Výsledky

Průměrné výnosy zrna od založení pokusu rostou, a to i u nehnojené kontrolní varianty (Obr. 1a). Naopak u slámy sledujeme opačný trend, který je spjat se zavedením krátkostébelnatých variet na počátku 80. let 20. století (Obr. 1b). Mezisezóně jsme u variant kontrola, hnůj, NPK1, NPK2, NPK3, NPK4 a hnůj+NPK4 zaznamenali nárůst výnosů zrna o přibližně 24, 35, 40, 43, 47, 53 a 63 kg ha^{-1} (hodnoceno bylo 23 sezón). Při analýze počasí jsme zjistili celkem tři statisticky významné vztahy mezi počasím a výnosy. Prvním případem, ve kterém jsme zaznamenali významnou střední a pozitivní korelaci ($r = 0,5$), jsme našli mezi srážkami v dubnu a výnosy (Obr. 2a). Nejvyšší výnosy můžeme očekávat, pokud v dubnu spadne mezi 50 a 60 mm. Vyšší i nižší srážky jsou spojeny s redukcí výnosů. Druhým a třetím případem významné pozitivní korelace byly průměrná teplota vzduchu v říjnu ($r = 0,5$, Obr. 2b) a maximální teplota vzduchu v únoru ($r = 0,6$, Obr. 2c). Vyšší výnosy tak jsou spojovány s deštivějším dubnem a teplejšími podmínkami v říjnu a únoru.

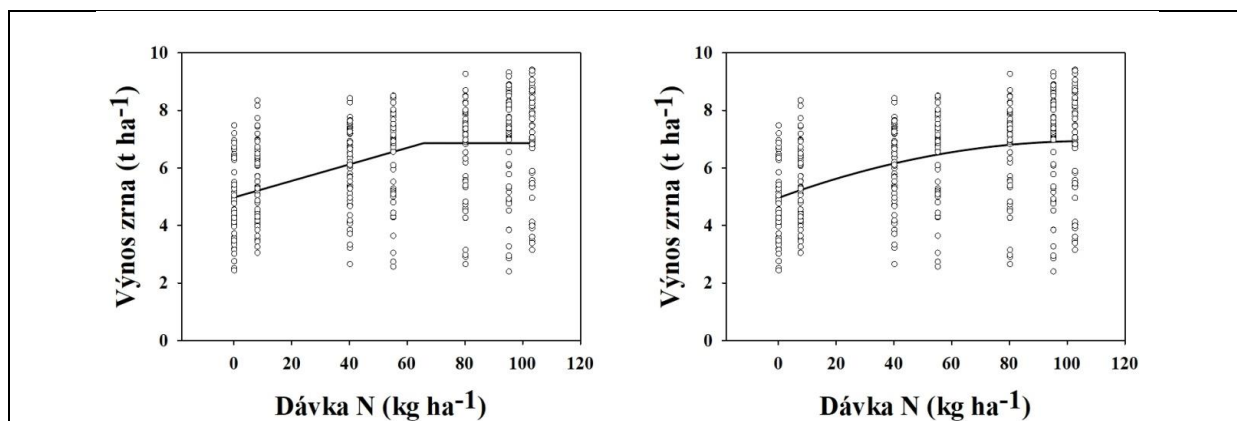


Obrázek 1. Vývoj a) výnosů zrna a b) slámy pšenice ozimé na dlouhodobém pokusu v Praze v letech 1954 až 2020. Data pochází z celkem 23 sezón, kdy předplodinou pšenice byly brambory.



Obrázek 2. Grafické znázornění vztahů mezi výnosy zrna ($t\ ha^{-1}$), dávkou N ($kg\ ha^{-1}$) a a) srážkami v dubnu, b) průměrnou teplotou vzduchu v říjnu, a c) maximální teplotou v únoru.

Aplikací linear-plateau (Obr. 3, vlevo) jsme zjistili hodnotu ohybu funkce při dávce $66\ kg\ ha^{-1}\ N$, čemuž odpovídá průměrný výnos $6,9\ t\ ha^{-1}$. Aproximací kvadratického modelu jsme pak zjistili hodnotu lokálního maxima při dávce $107\ kg\ ha^{-1}\ N$, čemu odpovídá výnos $7,0\ t\ ha^{-1}$. Výsledkem sjednocení obou modelů pak vychází jako doporučující dávka $87\ kg\ ha^{-1}\ N$.



Obrázek 3. Vztah mezi dávkou N ($kg\ ha^{-1}$) a výnosy zrna ($t\ ha^{-1}$) krátkostébelnatých variet pšenice ozimé. Vlevo: data proložená linear-plateau modelem. Vpravo: data proložená kvadratickým modelem.

Závěr

Dlouhodobé pokusy představují unikátní nástroj pro studium dlouhodobých vlivů různých typů hnojení a podmínek počasí na výnosy a kvalitu plodin. Využitím moderních analytických nástrojů jsme schopni přesněji definovat optimální dávky živin a sledovat, jak počasí v jednotlivých měsících sezony ovlivňuje výnosy.

Poděkování

Prezentace vznikla za podpory projektů Ministerstva zemědělství ČR č. RO0418, QK1810010 a QK21020155.

Long term experiments as a tool for solving current problems in agriculture – a case of Poland

Dlouhodobé pokusy jako nástroj řešení současných problémů v zemědělské praxi v Polsku

Przemysław Barłóg

*Institute: Department of Agricultural Chemistry and Environmental Biogeochemistry, Poznan University of Life Sciences, Poznan, Poland,
e-mail: przemyslaw.barlog@up.poznan.pl*

Key words: long-term experiments, main goals, factors, NPK fertilization, results and conclusion

Abstract

Introduction

Long term experiments are a valuable source of information about the impact of agricultural practices on the environment and plant yield. As they continued, the concepts and goals of the research changed. Initially, the main objectives of the long-term experiments were to assess the effects of crops and fertilization on soil properties and plant yield. Currently, the aim is to recognize long-term changes in the environment and to ensure the long-term sustainability of ecosystems, adaptation of agricultural practices to a changing climate, as well as study negative effects of agricultural practices (e.g. nitrate leaching, greenhouse gas emissions). It is necessary to identify the best agricultural practices that will help maintain soil fertility for decades and at the same time conduct the adaptation process to the climate change. In Polish agriculture the biggest challenges and the problems that need to be solved by long-term experiments are related to: frequent droughts and negative water balance, low soil organic matter content, decreasing recycling of nutrients in manures, increasing soil acidity, excess cereals in crop rotation, decrease in biodiversity and a low nitrogen use efficiency (NUE).

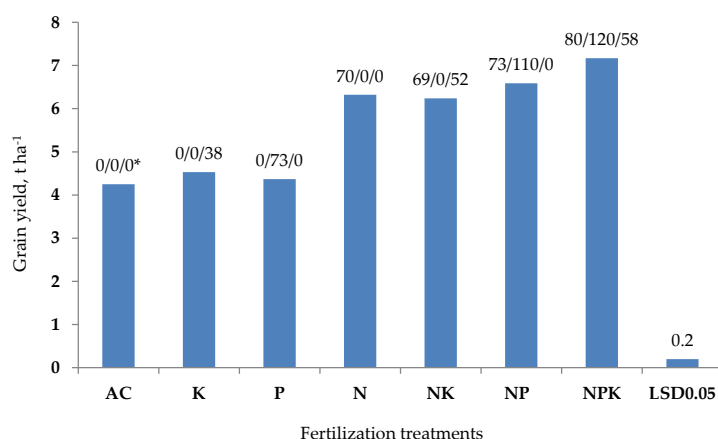
Materials and methods

Over the years, many long-term experiments have been established in Poland. Some of them were closed for financial, organizational or agricultural reasons. Currently, there are 6 long-term experiments that have been going on for several decades without fundamental changes of their factors or design. The list of experimental stations is as follows: Skierniewice (Warsaw University of Life Sciences, exp. established in 1923); Mochełek (University of Technology in Bydgoszcz, since 1948); Chylice (Warsaw University of Life Sciences, since 1955); Brody (Poznan University of Life Sciences, since 1957); Bałcyny (University of Warmia and Mazury in Olsztyn, since 1967); Grabów (Institute of Soil Science and Plant Cultivation (IUNG) in Puławy, since 1969). Regardless of the location, the research objectives and tested factors were modified to adapt them to the current problems.

Results

As the conducted field experiments show/prove/present/manifest, the influence of the plant rotation system and fertilization treatments on soil properties and plant yield depends on the location, type of soil, weather condition and other factors. In the oldest experiment in Skierniewice, established in 1923, fertilization with manure was an important factor keeping soil matter content at a relatively high level (6,5-7,0 g/kg C-org). At the same time, this factor increased the content of N-total, and the additional use of mineral nitrogen narrowed the C:N ratio. Manure fertilization also increased the potato yield, especially in the NPK treatment. The exclusion of nitrogen from the application resulted in the greatest reduction in the yield (*Stepień et al. 2018*). The cultivation of legumes also had a positive effect on the content of C-org. In Chylice, after 40 years, it was found that a Norfolk rotation with a legume plant increased the C-org content by 40% compared to a rotation without a legume plant. In addition, manure fertilization and Norfolk crop rotation had a positive effect on soil structure, soil aggregate stability and water-air properties (*Suwara et al. 2018*). The experiment conducted in Brody shows that leaving the soil without vegetation (fallow bare) reduced the content of C-org and N-total by 50%. Next, the diversified system of fertilization and crop rotation resulted in the

diversification of the C-org content in the soil. Systematic fertilization with manure increased the content of C-org and N-total in soil as well as plant-available forms of P, K, Mg. The greatest reduction in C-org was recorded on plots in monoculture with potato, next spring barley. After 50 years, the number of weeds increased by 35% in monoculture rye compared to crop rotation, but the weight of weeds increased 9 times. In addition, the continuous cropping of spring barley favors plant infection with *Gaeumannomyces graminis*. From the point of view of proper nutrient management, the experiment showed the necessity of balanced fertilization with NPK in order to obtain the maximum use of nitrogen efficiency (Picture 1).



Picture 1. Effect of long-term differentiated fertilization on yield of winter wheat, mean of 2005-2008 years (based on Blecharczyk et al. 2019). Key: AC – absolute control; K, P, N - experimental trials since 1957; LSD_{0.05} – Least Significant Difference; 0/0/0* - respective values of N, P and K use efficiency.

Conclusion

Under continuous cropping of plants, the effects of using intensive agro-technics (plant protection chemicals and mineral-organic fertilizers) are largely dependent on changing meteorological conditions (climate). The risk of the yield loss as a result of unfavorable changes in climatic conditions can be minimized by improving soil fertility, increasing N balance by P and K, increasing the number of beneficial soil microorganisms and inhibition of weed development, pests and diseases. The benefits of differential crop rotation and balanced NPK fertilization are stronger in years with unfavorable weather conditions. Long-term experiments enable the identification of best agricultural practices that will help maintain soil fertility for decades while current data from experiments provide information of an immediate use to farmers.

Thanks

I would like to thank Dr. L. Hlisnikovsky for his help in translating the seminar live from English into Czech.

Literature

Blecharczyk A., Małecka-Jankowiak I., Sawińska Z., piechota T., Waniorek W. 2018. A 60-year fertilization experiment on plant cultivation in crop rotation and continuous cropping system in Brody. In: long-term experiments in agricultural studies in Poland. Ed. Marks M., Jastrzębska M., Kostrzewska M., 27-40.

Blecharczyk, A.; Zawada, D.; Sawińska, Z.; Małecka-Jankowiak, I.; Waniorek, W. 2019. Impact of crop sequence and fertilization on yield of winter wheat. *Fragm. Agron.* 36(4), 27–35.

Stępień W., Sosulski T., Szara E. 2018. Interaction between mineral and organic fertilization in long-term experiment in Skierniewice. In: long-term experiments in agricultural studies in Poland. Ed. Marks M., Jastrzębska M., Kostrzewska M., 11-25.

Suwała I., Lenart S., Gawrońska-Kulesza A., Wymułek A. 2018. Production and environmental effects of long-term organic and mineral fertilization in two crop rotations. In: long-term experiments in agricultural studies in Poland. Ed. Marks M., Jastrzębska M., Kostrzewska M., 57-71.

Slovenské dlouhodobé stacionární výživářské pokusy a jejich využití pro praxi

Slovak long-term stationary fertilizing trials and their use in practice

Peter Hozlár, Katarína Matušková

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výzkumný ústav rastlinnej výroby, Výskumno-šľachtiteľská stanica Víglaš-Pstruša, Pstruša 334, 96212 Detva, Slovenská republika, e-mail: peter.hozlar@nppc.sk

Klíčová slova: *stacionárny, pokus, hnojenie, variant, opakovanie*

Key words: *stationary, trial, fertilization, variant, repetition*

Abstrakt

Úvod

Slovenský pokus vo Víglaši-Pstruši (SR) bol súčasťou 5 najstarších stacionárnych pokusov v ČSFR. Ostatné pokusy boli na stanovištiach v Prahe-Ruzyně, Ivanovicích na Hané, v Čáslavi a v Lukavci u Pacova (ČR). Tieto boli založené na jeseň v roku 1956 Doc. Ing. Janom Baierom, DrSc. Rozpadom ČSFR a úmrtím hlavného koordinátora pokusy vo Víglaši-Pstruši sú riešené samostatne na NPPC, VÚRV Piešťany. Cieľom bolo riešenie problémov, ktoré sa vyskytujú pri pestovaní jednotlivých plodín v meniacich sa klimatických podmienkach pri využití skúseností z dlhodobých stacionárnych pokusov. Pôvodne bol projekt zameraný na porovnanie vplyvu osevného postupu, rôznych variantov výživy, odrody a klimatických podmienok na piatich rôznych lokalitách na úrodu, úrodnotvorné prvky, výskyt škodlivých činiteľov (choroby, aktuálna zaburinenosť), obsah makroprvkov v rastlinnom materiáli. Otázka výživy v stacionárnom pokuse je zameraná nielen na hlavné prvky NPK, ale tiež na úrodu a kvalitu získaných produktov. Dlhodobé poľné pokusy sú v poslednej dobe stále zreteľnejšie považované za nenahraditeľný zdroj informácií o dlhodobých účinkoch jednotlivých agrotechnických opatrení na pôdne prostredie.

Materiál a metódy

V pokuse bolo použitých 12 variantov výživy (Tabuľka 1). Aplikovanie fosforu a draslíka bolo vykonané jednorázovo na jeseň, pred sejbou. Dusíkaté hnojenie bolo rozdelené na základné hnojenie, regeneračné hnojenie, produkčné a kvalitatívne hnojenie. Základné hnojenie bolo aplikované na jeseň spolu s fosforom a draslíkom vo všetkých variantoch výživy, okrem variantov 011, 012 a 021. Regeneračné hnojenie bolo aplikované na jar vo fáze BBCH 21-25 vo variantoch výživy 014, 015, 016, 023, 024, 025 a 026. Produkčné hnojenie bolo aplikované vo fáze BBCH 39-45 vo variantoch výživy 015, 016 a 024. Kvalitatívne hnojenie dusíkom vo fáze BBCH 69 vo variante výživy 016. Sledovanou plodinou bola pšenica letná forma ozimná. Rozbory boli realizované z pôdnych vzoriek jednotlivých variantov. Úroda bola hodnotená prepočtom v t. ha⁻¹, HTZ v g a počty zŕn v klase a hmotnosti zrna z klasu boli hodnotené zo vzoriek rastlín, ktoré boli odoberané v dobe plnej zrelosti z riadku s dĺžkou 0,5 m, z každého variantu výživy a každého opakovania. Vzorka bola odkosená tesne nad zemou z niektorého vnútorného riadku (číslo 3–8), ktorý odrážal priemerný stav porastu na parcelke. Technologická kvalita semien všetkých pšeníc bola charakterizovaná stanovením kvalitatívnych parametrov zrna (tvrdosť), múky (obsah dusíkatých látok, po prepočte obsah bielkovín, obsah mokrého lepku, sedimentačný index).

Tabuľka 1: Varianty výživy stacionárneho pokusu na VŠS Víglaš-Pstruša.

Variant výživy	Dávky a forma minerálnej výživy		
	N(NH ₄ NO ₃)	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)
011*	0	0	0
012	0	60	60
013	40	60	60
014	80	60	60

015	120	60	60
016	150	60	60
021	0	0	0
022	40	0	0
023	80	0	0
024	120	0	0
025	80	60	0
026	80	0	60

* variant hnojený maštal'ným hnojom každý 4. rok

Výsledky

Kvantitatívne ukazovatele:

Najvyššie úrody zrna pšenice boli pri variantoch 014 a 015 teda s najvyšším dusíkatým hnojením kombinovaným draselným a fosforečným hnojením, prípadne len vysokým dusíkatým hnojením varianty 023 a 024. Veľmi priaznivý vplyv na hmotnosť zrna z klasu malo vyššie dusíkaté hnojenie 023,024 prípadne v kombinácii s fosforečným a draselným hnojením (variant 015). Najvyšší počet zŕn v jednom klase bol zaznamenaný v rámci variantov N a NPK výživy pri hladine výživy 024-N120-P0-K0 (34,78), najnižší pri hladine výživy 012-N0-P60-K60 (29,15). Žiadne dusíkaté hnojenie (varianty 011,012) nemalo na žiaden z kvantitatívnych znakov priaznivý vplyv.

Kvalitatívne ukazovatele:

Môžeme konštatovať na základe výsledkov, že úplná absencia dusíkatej výživy, prípadne nízka dávka (40 kg N. ha⁻¹) spôsobuje v líniiach a odrodách pšenice ozimnej pokles obsahu mokrého lepku a naopak vysoké dávky dusíkatej výživy (80–150 kg N. ha⁻¹) sa podieľajú na zvyšovaní obsahu mokrého lepku v zrne línii a odrôd. Toto bolo potvrdené aj pri ostatných kvalitatívnych parametroch ako obsah dusíkatých látok, sedimentačný test a tvrdosť zrna.

Pôdne rozbor:

Môžeme jednoznačne potvrdiť, že žiadna alebo nízka úroveň hnojenia minerálnymi hnojivami ako aj maštal'ným hnojom jednoznačne znižuje dlhodobu obsah C ako aj obsah humusu v pôde. Najnižšie hladiny fosforu mali jednoznačne varianty, kde nebol dlhodobu aplikovaný žiadny fosfor 024, 023, prípadne ďalšie, kde pri týchto variantoch bola zásoba fosforu niekedy až 3 násobne nižšia oproti variantom s dlhodobým hnojením fosforom 014, 015. Najnižšie hladiny draslíka mali jednoznačne varianty, kde nebol dlhodobu aplikovaný žiadny draslík 021, 025, prípadne ďalšie, kde pri týchto variantoch bola zásoba draslíka niekedy až 2 násobne nižšia oproti variantom s dlhodobým hnojením draslíkom 012, 015.

Záver

1) Chýbajúce dostatočné dusíkaté hnojenie pri pšenici letnej forme ozimnej má nepriaznivý vplyv nielen na samotnú úrodu ale aj ostatné úrodovotné prvky ako: hmotnosť zŕn z klasu, počet zŕn v klase ale aj HTZ. 2) Chýbajúce dostatočné dusíkaté hnojenie má nepriaznivý vplyv nielen na kvantitu ale aj kvalitu produkcie pšenice letnej formy ozimnej: znižovanie obsahu dusíkatých látok, mokrého lepku, pokles hodnoty sedimentačného indexu, prípadne znižovanie tvrdosti zrna. 3) Minerálne hnojenie zvyšuje obsah C v porovnaní s variantmi bez hnojenia v 68 dlhodobých poľných experimentoch. (www.agrarfakten.de). Toto tvrdenie bolo potvrdené aj v našich dlhodobých pokusoch na VŠS Vígláš-Pstruša keď variant úplne bez hnojenia obsahoval pri posledných rozboroch 1,533 % humusu a variant s každoročnou aplikáciou čistého N 120 kg/ha až 1,857 % humusu. 4) Dodávaný maštal'ný hnoj zvyšuje obsah C a humusu v porovnaní s nehnojenými variantmi v priemere v 42 dlhodobých poľných pokusoch (www.agrarfakten.de). Toto bolo potvrdené pri porovnaní variantov 011 a 021 našich dlhodobých pokusov. 5) Potvrdilo sa, že dlhodobé vynechávanie aplikácií P a K hnojív permanentne znižuje obsah živín v pôde, čo má následne nepriaznivý vplyv na úrodu poľných plodín.

Literatura

www.agrarfakten.de

Význam konzervačních technologií a jejich porovnání v dlouhodobých stacionárních pokusech

The importance of conservation technologies and their comparison in the long term stationary experiments

Rastislav Bušo, Roman Hašana

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská 122
921 68 Piešťany, Slovenská republika,
e-mail: rastislav.buso@nppc.sk, roman.hasana@nppc.sk*

Klíčová slova: *obrábanie pôdy, dlhodobý stacionárny pokus, úroda zrna, pšenica letná forma ozimná, ekonomika*

Key words: *soil tillage, long-term stationary experiment, yield of grain, winter wheat, economics*

Abstrakt

Úvod

Rozhodujúcou úlohou poľnohospodárskej výroby v novom tisícročí je optimalizácia produkcie hlavných potravinových komodít racionálne intenzívnymi technologickými postupmi pri zachovaní a obnove prírodných zdrojov v ekologicky vyváženom prostredí. Treba si ale uvedomiť, že nové spôsoby agrotechniky i nová technika zavádzaná v poslednom období do poľnohospodárstva vedú k efektívnejšiemu využívaniu pôdy, ale súčasne prinášajú negatívne dôsledky intenzívnych foriem hospodárenia.

Rozvoj technológií obrábania pôdy v SR, podobne ako aj v iných krajinách s vyspelým poľnohospodárstvom, je vyvolaný ekonomickým tlakom na znižovanie nákladov a energie a ekologickými požiadavkami na zastavenie procesov zhoršovania pôdných vlastností. V ostatných 30 rokoch sa v podmienkach Slovenska dvojnásobne zvýšil odpor pôdy pri orbe a ďalších zásahoch, čo svedčí o zhoršení fyzikálneho stavu a biologickej činnosti pôdy. To vedie k potrebe prehodnotenia tradičných technológií obrábania pôdy a energeticky náročných pracovných operácií (Molnárová 2000).

Obrábanie pôdy predstavuje energeticky a ekonomicky najnáročnejšiu časť produkčného procesu, pričom je jedným zo základných prvkov technologických systémov na ornej pôde, ktorý sa podieľa na zmene fyzikálno-chemicko-biologických pomerov v pôde. V celosvetovom meradle sa najmä preto uplatňujú snahy na uplatnenie tzv. konzervačných systémov obrábania pôdy. Ich podstatou je rôzny stupeň obmedzenia konvenčného obrábania pôdy orbou, tj. obracania vrchného plástu pôdy a jeho náhrada rôznymi spôsobmi minimalizačného obrábania pôdy s ponechaním pozberových zvyškov. Tieto technológie chránia pôdu pred eróziou, zhutnením a rozrušením štruktúry.

Konzervačné (minimalizačné a pôdoochranné) obrábanie pôdy je fenomén, ktorý sa už natrvalo usadil v našich zemepisných šírkach. Poľnohospodárstvo bez orby bolo prvýkrát systematicky posúdené v dvadsiatych a tridsiatych rokoch 20. storočia. Hůla, Procházková (2008) akceptujú pod označením minimalizačné technológie postupy: minimalizácia s kyprením pôdy do zvolenej, spravidla malej hĺbky, pôdoochranné obrábanie a sejbu do neobrobenej pôdy. Taktiež iní autori uvádzajú, že v ostatných rokoch sa čoraz častejšie pri obrábaní využíva aj priama sejba do neobrobenej pôdy, ktorá je krajnou formou pôdoochranných technológií. Diferencovaným aspektom konzervačného obrábania pôdy sa venovali napr. Kotorová (2017), Wittkop B. et al (2012), López-Fando, Almendros (1995), Suškevič (1995), Etana et al. (1999), Hao et al. (2001), Knežević et al. (2003), Stipešević, Kladivko (2005).

Výsledky

Z výsledkov dlhodobého stacionárneho pokusu vyplynulo, že úrody pšenice ozimnej pestovanej v štvorhonovom osevnom postupe (pšenica ozimná – kukurica siata na zrno – jačmeň jarný – sója fazuľová) boli najvýznamnejšie ovplyvnené poveternostnými podmienkami ročníka. Vplyv samotného spôsobu obrábania pôdy sa prejavil v interakcii s rokmi. V priemere sledovaných rokov (2001–2022)

sme si zaznamenali najvyššiu úrodu pri použití konvenčnej technológie (6,19 t.ha⁻¹), ale zníženie úrody zrna pšenice ozimnej bolo pri bezorbovej i redukovanej – minimalizačnej technológii štatisticky nevýznamné (-0,02 resp. -0,03 t.ha⁻¹). Výraznejšie v úrodách zaostávala len nastielacia (mulčovací) technológia -0,48 t.ha⁻¹ v porovnaní s konvenčnou. Z pohľadu hodnotenia úrod v dlhodobom slede je významným zistenie, že tak redukované, ako i pôdoochranné (konzervačné) technológie nespôsobili v porovnaní s konvenčnou technológiou pokles produkcie. Naopak vplyvom znižovania vstupov vo forme nákladov v spojitosti s náročnejším obrábaním pôdy v konvenčnej technológii tak ako ubádzame v tabuľke 1. bola rentabilita pestovania pšenice ozimnej najvyššia práve v technológii s priamou sejbou do neobrobenej pôdy.

Významným zistením bola aj pozitívna interakcia medzi spôsobom obrábania pôdy a spôsobom výživy a hnojenia porastov, keď pri redukovanej, bezorbovej ale i nastielacej technológii dochádzalo významnejšiemu zníženiu nákladov na hnojenie v porovnaní s konvenčnou technológiou pri bilančnom hnojení na základe agrochemických rozborov pôdy. Toto zistenie má okrem ekonomickej aj environmentálnu rovinu a prispieva k ekologizácii rastlinnej výroby.

Tab. 1: Ekonomické zhodnotenie pestovania pšenice letnej f. ozimnej pri rôznych technológiách obrábania pôdy.

Technológia	Úroda v t.ha ⁻¹	Úbytok úrody v t.ha ⁻¹	Realizačná cena €·t ⁻¹	Úbytok úr. v €·ha ⁻¹	Úsp. nákl. pri zakl. por. €·ha ⁻¹	Výsledok €·ha ⁻¹	Úsp. nákl. pri bilanč. hn. €·ha ⁻¹	Výsledok €·ha ⁻¹
Konvenčná	6,19	0,00	318,00	0,00	0,00 €	0,00 €	223,90 €	223,90 €
Minimalizačná	6,16	-0,03	318,00	-8,30	66,00 €	57,70 €	272,80 €	330,50 €
Nastielacia	5,71	-0,48	318,00	-151,72	62,00 €	-89,72 €	303,10 €	213,38 €
Bezorebná	6,17	-0,02	318,00	-6,30	105,00 €	98,70 €	286,30 €	385,00 €

Udržateľnosť systémov, či už redukovaného ako i konzervačných spôsobov obrábania pôdy súvisí aj s priaznivým pôsobením na pôdu a pôdne vlastnosti. Z dlhoročných pozorovaní a výsledkov môžeme jednoznačne dokladovať pozitívny vplyv pôdoochranných technológií predovšetkým na štruktúrnosť pôdy jako i ďalšie fyzikálne parametre (objemová hmotnosť pôdy, pórovitosť, eliminácia zhutnenia pôdy a i.). Na zlepšenie fyzikálnych parametrov pozitívne vplývalo aj preukazne vyššie zastúpenie makro i mikroedafónu, čo dokumentujú aj získané výsledky dlhoročných pozorovaní.

Zlepšenie fyzikálnych, biologických i chemických vlastností pôdy, umožnilo dosiahnuť pri znížení vstupov v redukovanej i bezorbovej technológii porovnateľné úrody s konvenčnou technológiou a dokonca vyššiu mieru rentability pestovania pšenice ozimnej využitím práve konzervačných technológií.

Záver

Úroda je len jedným z hodnotených ukazovateľov a aj pri tej pozorujeme náznak približovania sa úrod pri redukovaných a pôdoochranných technológiách k úrodám dosahovaným pri pestovaní plodín konvenčnou technológiou.

Z pohľadu úrod za celé časové obdobie možno sledovať tendenciu naznačujúcu prednosti pôdoochranných technológií predovšetkým v rokoch kedy sa kombinujú vysoké teploty s výraznejším deficitom zrážok.

Jednoznačne nemožno na základe dosiahnutých úrod konštatovať, ktorá technológia je pri pestovaní tej ktorej plodiny vhodnejšia a ktorá je menej vhodná.

V súčinnosti s ekonomikou je významným aj prínos pôdoochranných technológií z hľadiska zlepšenia pôdnych fyzikálnych, chemických vlastností, zvýšenia činnosti pôdneho makro a mikro edafónu, zamedzenia vodnej a veternej erózie, obmedzenia produkcie skleníkových plynov a ďalších vlastností.

Podakovanie

Spracovanie príspevku bolo podporené finančnými prostriedkami vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre

projekt: Inovatívne hnojivá s alternatívnymi prírodnými zdrojmi a ich implementácia v agrotechnických postupoch 313011BWL7, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatura

- Wittkop B., Snowdon R.J., Friedt W. 2012. New NIRS calibrations for fiber fractions reveal broad genetic variation in Brassica napus seed quality. Journal of Agricultural and Food Chemistry 60, 2248–2256. doi:10.1021/jf204936f
- Hůla, J., Procházková, B. a kol. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profípress, Praha 2008, ISBN 978 – 80 – 86726 – 28 – 1, 248 s.
- Knežević, M., Durkić, M., Knežević, I., Lončarić, Z. 2003. Effects of pre-and post-emergence weed control on weed population and maize yield in different tillage systems. In: Plant Soil Environ., vol. 49, N. 5, pp. 223-229. ISSN 1214-1178.
- Kotorová, D. 2017. Impakt pôdneho druhu a obrábania na vybrané parametre ťažkých pôd. In: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax, Zborník z 8. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou, Piešťany, 5.12. 2017, NPPC – VÚRV Piešťany, s. 92 – 98, ISBN 978-80-89417-75-9.
- Etana, A. et al. 1999. Effects of tillage depth on organic carbon content and physical properties in five Swedish soils. In: Soil Tillage Res., vol. 52, 1999, N. 3-4, pp. 129-139. ISSN 0167-1987.
- Hao, X., Chang, C., Lindwall, C. W. 2001. Tillage and crop sequence effects on organic carbon and total nitrogen content in an irrigated Alberta soil. In: Soil Tillage Res., vol. 62, 2001, N. 3–4, pp. 167-169. ISSN 0167-1987.
- López-Fando, C. – Almendros, G. 1995. Interactive effects of tillage and crop rotations on yield and chemical properties of soils in semi-arid central Spain. In: Soil Tillage Res., vol. 36, 1995, N. 1-2, s. 45-57. ISSN 0167-1987.
- Molnárová, J. a i. 2000. Vplyv obrábania pôdy na výšku úrody zrna jačmeňa ozimného. In: Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe. Zborník z medzinárodného vedeckého seminára, 2000, s. 146 – 148, ISBN 80 – 7137 – 801 – 1.
- Stiepeševič, B. – Kladivko, E. J. 2005. Effects of winter wheat cover crop dessiccation times on soil moisture, temperature and early maize growth. In: Plant Soil Environ., vol. 51, 2005, N. 6, pp. 255 -261. ISSN 1214-1178.
- Suškevič, M. 1995. Dlhodobý vliv různého zpracování půdy na výnosy zrna kukuřice a ozimé pšenice. In: Rostl. výr., vol. 41, 1995, N. 2, pp. 55-58. ISSN 0370-663X.
- Vollmann, J., Winkler, J., Fritz, C.N., Grausgruber, H., Ruckenbauer, P. 2000: Spatial field variations in soybean (Glycine max [L.] Merr.) performance trials affect agronomic characters and seed composition. In: European Journal of Agronomy 12, 2000, 13 - 22.
- Žembery, J. 2016. Zmeny vlhkosti pôdy a úrody zrna kukurice sietej v závislosti od poveternostných podmienok, obrábania pôdy v interakcii s hnojením. In: Pestovateľské technológie a ich význam pre prax, Zborník zo 7. medzinárodnej vedeckej konferencie, NPPC-VÚRV, 2016., s. 101 – 106, ISBN 978-80-89417-72-8.

Zlepšení stability půdní struktury a zvýšení infiltrace pomocí agrotechnických postupů

Agrotechnical measures for improvement of soil structure stability and rainwater infiltration

Mikuláš Madaras¹, Markéta Mayerová¹, Martin Stehlík¹, Jan Křen², Magdalena Koubová³

¹ Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507/73, 161 06 Praha–Ruzyně, e-mail: madaras@vurv.cz

² Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno; e-mail: kren@mendelu.cz

³ Česká geologická služba, Klárov 131/3, 118 21 Praha 1; e-mail: magdalena.koubova@geology.cz

Klíčová slova: půda; kvalita půdy; půdní agregáty; infiltrace; vodní eroze

Key words: soil; soil quality; soil aggregates; infiltration; water erosion

Úvod

Udržitelnost intenzivního hospodaření na půdě je ohrožena snižováním kvality půdy a následným poklesem půdní úrodnosti, které je stále věnována malá péče neodpovídající jejímu národohospodářskému významu. Úrodnost přitom není pouze otázkou dobrého výživového stavu, ale závisí od množství dílčích půdních charakteristik. Současné práce v oblasti kvality půdy poukazují na to, že pro její hodnocení jsou klíčovými faktory textura, obsah půdní organické hmoty a vodostálost půdních agregátů. Vodostálost agregátů (tj. jejich odolnost vůči rozplavení vodou) komplexně zrcadlí různé důležité vlastnosti půdy a má také přímý vztah k infiltraci srážek, tvorbě půdního škraloupu, povrchovému odtoku a půdní erozi. Stabilnější půdní struktura kromě omezení eroze vede k lepšímu využití srážkové vody, což má význam zejména v oblastech s častějším výskytem sucha. Vodostálost agregátů (soil aggregate stability – SAS) je laboratorně snadno stanovitelná a poskytuje dobrou informaci o půdní kvalitě. Četné domácí i zahraniční vědecké práce dokládají, že na změny hospodaření reagují vlastnosti agregátů pružněji než celkový obsah půdní organické hmoty.

V letech 2018–2022 bylo provedeno důkladné opakované vzorkování a testování několika desítek stanovišť. Řešením projektu byly vyhodnoceny způsoby hospodaření chránící půdní strukturu, a byly navrženy postupy rozborů SAS dostupné pro zemědělce a vlastníky půdy. Hlavními cíli řešení bylo komplexně popsat faktory ovlivňující vodostálost půdních agregátů (SAS), objasnit souvislost mezi půdní mineralogií, glomalinem a SAS, popsat vztahy mezi infiltrací a SAS pro různé kombinace hnojení, agrotechniky a půdních vlastností a zjistit aktuální stav SAS v orných půdách ČR.

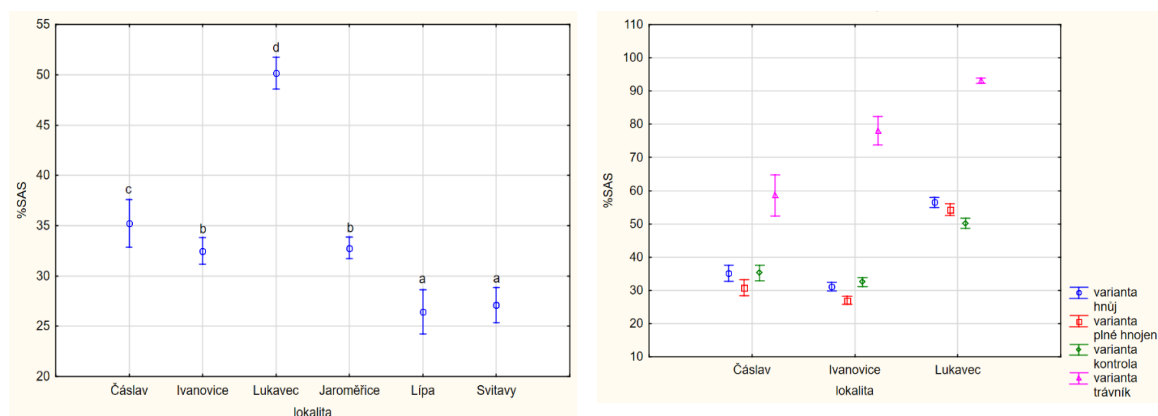
Materiál a metody

Stěžejním objektem výzkumu byly dlouhodobé polní pokusy (DLP), vedené účastníky projektu (VÚRV, v. v. i., Mendelova Univerzita v Brně) a ÚKZUZem. Pro projekt zvolené DLP zahrnovaly tyto pokusné faktory (1) minerální hnojení (nehnojená, opt. hnojená, nevyváženě hnojená varianta), (2) organické hnojení (bez/s aplikací hnoje), (3) management posklizňových zbytků (zaorání/úklid), (4) způsoby kultivace (konvenční orba / minimalizace / bezorební), (5) oseední postupy a (6) využití mezplodin. Přehled DLP, ze kterých byl uskutečněn dvakrát ročně odběr půdních vzorků: pokusy VOP (zal. 1956, Ivanovice, Čáslav, Lukavec u Pacova), pokusy v Ivanovicích na Hané (monokultury a profilový pokus, 1965), pokus Oseední sledy (1970, Hněvčeves), výživářské pokusy ÚKZUZu (2011, Lípa, Svitavy, Jaroměřice) a výživářské pokusy v Žabčicích (1969). V blízkosti pokusů byly vzorkovány trvalé travní porosty jako reference nejvyšší dosažitelné hodnoty SAS na lokalitě. Dále byly vzorkovány vybrané plochy bazálního monitoringu půd (50 lokalit). Na vybraných parcelách s kontrastním hnojením a monitorovacích bodech BMP byly odebírány porušené i neporušené půdní vzorky, z nichž byly extrahovány agregáty velikosti 1–2 mm. SAS byla stanovena metodou mokrého prosévání. Dále byly stanoveny základní fyzikální a chemické půdní vlastnosti. V tomto příspěvku je prezentován pouze výběr výsledků, získaných ze dvou dlouhodobých pokusů v l. 2018–2020.

Výsledky

Průměrná stabilita agregátů (% SAS) na lokalitě Lukavec (50,2 %) významně převyšuje ostatní lokality, nejnižší průměrný SAS byl na lokalitách Svitavy (27,1 %) a Lípa (26,4 %) (Obr. 1).

Nejstabilnější byly agregáty u varianty trvalý travní porost (72,1 %), a to na všech lokalitách. U výživářských pokusů VOP byla zjištěna nejnižší hodnota SAS u varianty s plným hnojením NPK + hnůj (37,3 %). Signifikantně vyšší byla hodnota SAS na variantě hnojené pouze hnojem (40,9 %). Interakce varianty s termínem odběru nebyla signifikantní, u všech variant byla signifikantně vyšší hodnota SAS při letním odběru. Interakce varianty s ročníkem nebyla signifikantní. U všech variant byla nejnižší hodnota SAS v roce 2019, nejvyšší v roce 2018. Signifikantní byl vliv interakce varianty s lokalitou. Zatímco v Čáslavi a Ivanovicích byla nejnižší hodnota SAS na variantě s plným hnojením, v Lukavci na nehnojené kontrole. Nicméně rozdíly mezi hnojením byly signifikantní pouze v Lukavci.



Obr. 1: Vlevo - Průměrné hodnoty stability agregátů na lokalitách dlouhodobých pokusů. Vpravo - Hodnoty stability půdních agregátů na stanovištích a variantách pokusu VOP. Rozdílná písmena značí signifikantní rozdíly na hladině $\alpha = 0,05$.

Závěr

Výsledky poukazují na to, že stabilita půdních agregátů je významně ovlivněna lokalitou, způsobem hnojení a osevními postupy. Stabilitu zlepšuje aplikace organických hnojiv – hnoje, digestátů i kompostu. Mírně negativní vliv má aplikace minerálních hnojiv. Při hodnocení stability půdních agregátů je třeba brát v úvahu nejen meziroční rozdíly, ale i rozdíly mezi různými termíny odběrů.

Poděkování

Tento příspěvek mohl vzniknout díky projektu MZe ČR QK QK1810186 Zlepšení stability půdní struktury a zvýšení infiltrace pomocí agrotechnických postupů.

Vliv vybraných pěstebních zásahů na stabilitu půdních agregátů v dlouhodobých polních pokusech

The influence of selected cropping measures on the stability of soil aggregates in long-term field trials

Jan Křen¹, Magdaléna Koubová², Michal Rábek¹, Tamara Dryšlová¹, Markéta Mayerová³, Mikuláš Madaras³

¹ Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno; e-mail: kren@mendelu.cz, dryslova@mendelu.cz, michal.rabek@mendelu.cz

² Česká geologická služba, Klárov 131/3, 118 21 Praha 1; e-mail: magdalena.koubova@geology.cz

³ Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507/73, 161 06 Praha–Ruzyně, e-mail: mayerova@vurv.cz, madaras@vurv.cz

Klíčová slova: jarní ječmen, pšenice ozimá, management slámy, hnojení dusíkem, zpracování půdy

Key words: spring barley, winter wheat, straw management, nitrogen fertilization, soil tillage

Abstrakt

Úvod

Stabilita půdních agregátů (SAS) je důležitým indikátorem, který významně ovlivňuje (i) fyzikální vlastnosti půdy a její schopnost odolávat vnějším vlivům, (ii) „zdraví“ a úrodnost půdy, (iii) setrvalost hospodaření na půdě. Stabilní agregáty uchovávají a chrání organickou hmotu v půdě, zlepšují její strukturu a schopnost zadržovat vodu. Půdy, které mají stabilní agregáty různých velikostí, jsou dobře strukturované. Předpokládá se, že mají větší retenční schopnost vody, vyšší obsah organické hmoty, umožňují větší infiltraci dešťové vody i poutání většího množství vody. Půdy s méně stabilními agregáty jsou považovány za málo strukturní, více náchylné k utužení, erozi, tvorbě škraloupu, mají sníženou infiltraci a poutání vody, snižují odolnost rostlin vůči suchu a zvyšují výskyt jejich kořenových chorob. Nestabilní agregáty se snadno rozpadají, vyplňují půdní póry menšími částicemi a jejich fragmenty, což potenciálně vede k tvorbě škraloupu, zaplnění pórů a snížené propustnosti vody. To může vést ke snížení infiltrační kapacity půdy i penetrace půdního profilu vodou, a tak přispět k tvorbě kaluží na povrchu půdy, povrchovému odtoku vody a erozi.

Stabilita půdních agregátů je výsledkem procesů ovlivněných řadou faktorů, jejichž význam závisí na půdě, klimatu, průběhu počasí, zpracování půdy a dalších pěstebních opatřeních. Podíl vlivu těchto faktorů na hodnoty SAS se může lišit. Pro použití SAS jako jednoho z indikátorů dobrého stavu a úrodnosti půdy je proto třeba znát, do jaké míry je ovlivněna uvedenými faktory a jak mohou být hodnoty SAS ovlivňovány pěstebními zásahy používanými při hospodaření na půdě. Příspěvek je zaměřen na jejich hodnocení.

Materiál a metody

V letech 2018 až 2021 byla v dlouhodobých maloparcelních pokusech na dvou lokalitách (Žabčice - kukuřičná výrobní oblast a Ivanovice na Hané - řepařská výrobní oblast) hodnocena stabilita půdních agregátů (SAS) metodou mokrého prosévání (Kandeler 1996). Vybrané varianty zahrnovaly (i) kombinaci sklizené (SS) a zaorané slámy (SZ) s dávkami 0, 30, 60 a 90 kg N/ha ve formě síranu amonného v monokultuře jarního ječmene, (ii) tři způsoby zpracování půdy (přímé setí, kypření a orba) při pěstování ozimé pšenice po dvouleté vojtěšce a jarního ječmene po cukrové řepě. Kromě SAS bylo v odebraných vzorcích půdy provedeno hodnocení kationtové výměnné kapacity, obsahu půdního organického uhlíku, celkového obsahu dusíku, rozdělení půdních částic a pH půdy. Ve zralosti byla provedena sklizeň maloparcelní sklízecí mlátičkou. Zjištěný výnos zrna byl přepočten na vlhkost zrna 14 %. Výsledky byly zpracovány lineární regresní analýzou a analýzou variance.

Výsledky

Výsledkem dlouhodobé aplikace síranu amonného bylo zvýšení obsahu celkového N, snížení pH (půda se okyselila), kationtová výměnná kapacita (KVK) se mírně snížila, bazické výměnné kationty (ex. Ca^{2+} , ex. Mg^{2+}) byly mírně vyluhovány. V důsledku zapravení slámy se obsah uhlíku v půdě

(SOC) mírně zvýšil. Hodnoty SAS se zvyšovaly s narůstající dávkou N rozdílně na SS a SZ variantách:

- u SS variant se hodnoty SAS zvyšovaly skokem z 56 % u 0N na 61–62 % u 30N, 60N, 90N,
- u SZ variant se hodnoty SAS zvyšovaly postupně s nárůstem dávky N z 56,5 % u 0N na 59 % u 30N, na 61,5 % u 60N a na 62,5 % u 90N.

Se snižujícím se pH, se zvyšoval vliv obsahu $\text{Fe}_{\text{ox}} + \text{Al}_{\text{ox}}$ na stabilizaci půdní organické hmoty. SAS se zvyšovala pouze s poklesem pH, ačkoliv KVK a obsah ex. Ca^{2+} a ex. Mg^{2+} klesaly, a obsah organického uhlíku v půdě (SOC) byl přibližně stejný. Výnosy zrna se zvyšovaly se zapravením slámy (v průměru o 0,51 t/ha), zejména s mírně rostoucím obsahem organického uhlíku v půdě (SOC), i když hodnoty SAS v případě hnojení 30N a 60N byly nižší než u slámy sklizené. Hodnoty SAS na lokalitě Žabčice byly vysoké, a proto změna SAS neovlivňovala výnosy zrna tolik jako malá změna obsahu organického uhlíku v půdě (SOC).

Při hodnocení vlivu intenzity zpracování půdy na SAS byl výnos zrna (t/ha) ozimé pšenice po vojtěšce i jarního ječmene po cukrovce ovlivněn faktory v sestupném pořadí: rok, lokalita a způsob zpracování půdy. U ozimé pšenice byla nejvýznamnější interakce rok x lokalita a u jarního ječmene varianta zpracování půdy x rok.

Při pěstování ozimé pšenice po vojtěšce byla SAS ovlivněna hodnocenými faktory v sestupném pořadí: lokalita, rok, termín odběru a intenzita zpracování půdy. Při pěstování jarního ječmene po cukrovce byla SAS ovlivňována hodnocenými faktory v sestupném pořadí: termín odběru, lokalita, intenzita zpracování půdy a rok.

SAS byla nejvíce ovlivněna interakcemi: lokalita x termín odběru x rok pro obě skupiny variant zpracování půdy – ozimá pšenice po dvouleté vojtěšce i jarní ječmen po cukrovce. Tyto faktory „překrývaly“ vliv hodnocených variant zpracování půdy na SAS.

Závěr

Byly potvrzeny dřívější poznatky o vlivu $\text{Fe}_{\text{ox}} + \text{Al}_{\text{ox}}$ na zvýšení hodnot SAS s klesajícím pH půdy (Rasmussen et al. 2018). Hodnota pH klesala se zvyšováním dávek síranu amonného v důsledku okyselení. Toto zvýšení SAS tzv. „chemickou cestou“ spojenou s nižším pH nelze z hlediska správného hospodaření na půdě považovat za výhodné. Výsledky také potvrdily důležitou roli organické hmoty při ovlivňování půdních procesů a úrodnosti půdy.

Při hodnocení vlivu intenzity zpracování půdy na SAS byla zjištěna vysoká citlivost SAS (podobně jako výnosu polních plodin) na různé faktory s časovými a prostorovými vlivy. Ty zvyšují variabilitu hodnot SAS, která překrývala rozdíly mezi variantami hodnocených pěstebních opatření a komplikuje jejich statistické ověřování, které vyžaduje víceleté hodnocení.

SAS je důležitým ukazatelem při hodnocení kvality a úrodnosti půdy, nicméně SAS by měla být vždy posuzována ve vztahu k ostatním vlastnostem půdy. Dopady procesů, ovlivněných pěstebními opatřeními, na SAS je proto potřeba posuzovat komplexně s přihlédnutím ke všem dostupným informacím.

Poděkování

Prezentované výsledky byly vytvořeny s podporou MZe ČR, projekt NAZV č. QK 1810186.

Literatura

- Kandeler E. 1996. Aggregate stability. In: Schiner et al. (Eds.). Methods in Soil Biology. Berlin, Springer - Verlag, 426.
- Rasmussen, C., Heckman, K., Wieder, W.R., Keiluweit, M., Lawrence, C.R., Berhe, A.A., Blankinship, J.C., Crow, S.E., Druhan, J.L., Hicks Pries, C.E., Marin-Spiotta, E., Plante, A.F., Schädel, Ch., Schimel, J.P., Sierra, C.A., Thompson, A., Wagai, R. 2018. Beyond clay: towards an improved set of variables for predicting soil organic matter content. Biogeochemistry 137, 297-306. <https://doi.org/10.1007/s10533-018-0424-3>.

Dynamika stability půdních agregátů ve výživářských pokusech VÚRV, v.v.i.

Changes of soil aggregate stability in the long-term experiments

Iva Stehlíková^{1,2}, Markléta Mayerová¹, Martin Stehlík¹, Mikuláš Madaras¹, Eva Kunzová¹, Radka Kodešová²

¹Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507/73, 161 06 Praha 6 – Ruzyně,
e-mail: stehlikova@vurv.cz

²Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů,
Katedra pedologie a ochrany půd, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbát

Klíčová slova: dlouhodobý polní pokus, stabilita půdních agregátů, půdní kvalita, glomalin, infiltrace

Key words: long-term field experiments, soil aggregate stability, soil quality, glomalin, infiltration

Abstrakt

Úvod

Půdní struktura je jednou z nejdůležitějších vlastností půdy, přímo nebo nepřímo ovlivňuje všechny procesy v půdě. Pochopení procesů tvorby a stabilizace půdních agregátů a jejich ovlivnění různým obhospodařováním v různých typech půd je nevyhnutelné pro identifikaci udržitelných postupů hospodaření (Bronick, Lal 2004). Mnohé studie poukázaly na to, že současné intenzivní obhospodařování půdy způsobuje degradaci půdní struktury (Pagliai et al. 2004), v důsledku čehož dochází následně ke změnám pórovitosti a hydraulických vlastností (Kodešová et al. 2011). Změny fyzikálních vlastností půdy a snížená schopnost půdních agregátů odolávat destrukčním mechanismům vede ke zhoršení úrodnosti půdy a zvýšenému riziku půdní eroze (Barthes, Roose 2002).

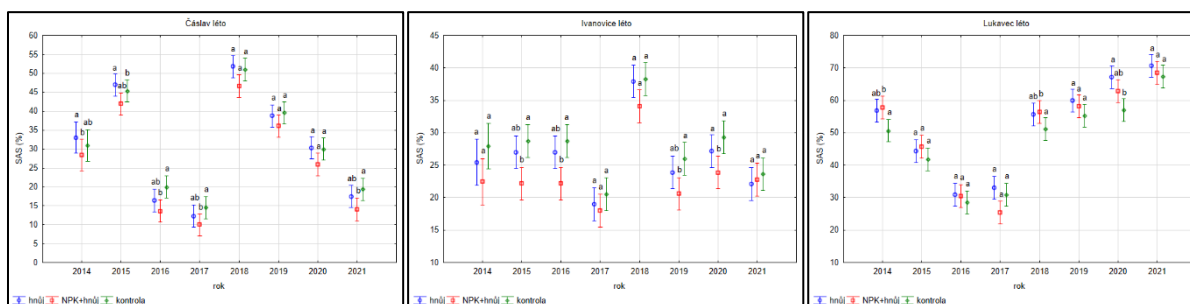
Materiál a metody

Studie byla provedena v dlouhodobém výživářském polním pokusu, který byl založen v roce 1955 na třech lokalitách Čáslav, Ivanovice na Hané a Lukavec. Metodika pokusu je podrobně popsána v Kunzová a Hejman (2009). Lokality se nachází v různých půdně klimatických podmínkách. Pro vyhodnocení byly zvoleny 3 varianty hnojení: varianta hnojená hnojem každé 4 roky k bramborám a kukuřici v dávce 40 t.ha⁻¹, varianta hnojená minerálním hnojivem NPK a hnojem a varianta absolutně nehnojená. V roce 2014–2021 byly na jaře a v létě z orniční vrstvy odebrány porušené a neporušené půdní vzorky a byly u nich stanoveny vybrané půdní vlastnosti: stabilita půdních agregátů metodou mokrého prosévání (Kandeler 1996), obsah horkou vodou extrahovatelného uhlíku (Körschens et al. 1990), obsah celkového uhlíku a dusíku na analyzátoru Vario MAX CNS/CN, aktivní půdní reakce (pH_{H2O}), obsah snadno extrahovatelného glomalinu a celkového glomalinu (Wright, Upadhyaya 1996), složky půdní organické hmoty pomocí FTIR spektroskopie (Nicolet, Madison, USA), momentální vlhkost, pórovitost, objemová hmotnost a specifická hmotnost. Dále bylo provedeno terénní měření výtopové infiltrace s dávkou 57 mm.

Výsledky

Byla vyhodnocena sezónní variabilita stability půdních agregátů v letech 2014–2021 na jednotlivých lokalitách a byly zjištěny rozdíly mezi jednotlivými roky a sezónami. Stabilita půdních agregátů byla vyšší při letních odběrech. Sezónní vlivy byly nejméně patrné v Ivanovicích. Dále byl hodnocen vliv hnojení na stabilitu půdních agregátů v jednotlivých letech na jednotlivých lokalitách (obr. 1). Hnojení hnojem mělo na stabilitu půdních agregátů pozitivní vliv, ale pouze v případě kambizemě v Lukavci. V případě úrodných půd v Ivanovicích a Čáslavi se hnojení hnojem prokázalo jako neefektivní a hnojení hnojem s minerálním hnojivem mělo negativní účinek. Byla provedena korelace mezi stabilitou půdních agregátů a ostatními půdními charakteristikami. Byla zjištěna závislost na podmínkách stanoviště. V našem případě se Lukavec liší od ostatních dvou lokalit, protože má zcela odlišné půdně klimatické podmínky. Například byla prokázána silná pozitivní korelace stability půdních agregátů a celkového uhlíku v Lukavci, ale naopak negativní korelace v Čáslavi a Ivanovicích. Toto je patrné i u výsledků obsahu celkového a snadno extrahovatelného glomalinu.

Nejsilnější korelace byla zjištěna mezi stabilitou půdních agregátů a momentální půdní vlhkostí, a to na všech lokalitách. Dále byl vyhodnocen obsah celkového glomalinu v roce 2018 a 2019 na jednotlivých lokalitách. U obsahu celkového glomalinu byly zjištěny signifikantně nižší hodnoty v roce 2018. Lze předpokládat, že tyto nízké hodnoty mohly být způsobeny vyššími teplotami a nižším úhrnem srážek, což mohlo negativně ovlivnit růst arbuskulárních mykorhizních hub, které glomalin produkují. Signifikantní vliv varianty hnojení byl zjištěn pouze v roce 2019. Nejvyšší hodnoty byly detekovány u varianty hnojené NPK + hnůj na lokalitě Čáslav a Lukavec. Nejvyšší obsah glomalinu byl zjištěn na černozemi v Ivanovicích, nižší u šedozemě v Čáslavi a nejnižší u kambizemě v Lukavci. Korelací půdních vlastností a celkového glomalinu byla na všech lokalitách zjištěna významná pozitivní korelace obsahu celkového glomalinu a aromatické hydrofilní složky organické hmoty. Dále byla v Čáslavi prokázána pozitivní korelace s obsahem dusíku a uhlíku a záporná korelace s aktivní půdní reakcí. Z výsledků je patrná pozitivní korelace s hmotnostní vlhkostí v Ivanovicích a v Lukavci. Nehnojené varianty měly vyšší infiltraci vody do půdy na těžších půdách v Čáslavi a v Ivanovicích oproti lehčí půdě v Lukavci.



Obr. 1: Stabilita půdních agregátů v letech 2014–2021 na jednotlivých lokalitách při letním odběru. Rozdílná písmena značí signifikantní rozdíl na hladině významnosti 0,05.

Závěr

Stabilita půdních agregátů se mění v čase vlivem klimatických podmínek, biologické aktivity, růstem kořenů rostlin a hospodařením na půdě. Závisí na půdně klimatických podmínkách daného stanoviště a momentální půdní vlhkosti. Hnojení hnojem pozitivně ovlivňuje půdní strukturu v méně kvalitních půdách.

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory Ministerstva zemědělství ČR, projekt č. QK1810186.

Literatura

- Barthés B., Roose E. 2002. Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; validation at several levels. *Catena*, 47, 133–149.
- Bronick, C.J., Lal, R. (2005): Soil structure and management: a review. *Geoderma* 124, 3–22.
- Hlasič L., Menšík L., Kunzová E. 2020. The Development of Winter Wheat Yield and Quality under Different Fertilizer Regimes and Soil-Climatic Conditions in the Czech Republic. *Agronomy*, 10: 1160. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081160>
- Kandeler, E. 1996. Aggregate stability. In: Schinner et al. (Eds.). *Methods in Soil Biology*. Berlin, Springer – Verlag, 426 s.
- Kodešová, R., Jirků, V., Mülhanslová, M., Nikodem, A., Žigová, A. 2011. Soil structure and soil hydraulic properties of Haplic Luvisol used as arable land and grassland. *Soil and Tillage Research*, 111 (2) 154–161.
- Körschens M., Schulz E., Behm R. (1990): Heißwasserlöslicher Cund N in Boden als Kriterium für das N-Nachlieferungsvermögen. *Zentralblatt für Mikrobiologie*, 145: 305–311.
- Kunzová E., Hejman M. (2009): Yield development of winter wheat over 50 years of FYM, N, P and K fertilizer application on black earth soil in the Czech Republic. *Field Crops Research*, 111: 226–234.
- Pagliai, M., Vignozzi, N., Pellegrini, S. 2004. Soil structure and the effect of management practices. *Soil and Tillage Research*, 79 (2), 131–143.
- Wright, S., Upadhyaya, A., 1996. Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein of arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Sci.* 161, 575–586.

Vliv digestátu na stabilitu půdních agregátů a infiltraci

Effects of biogas digestate on soil aggregate stability and water infiltration

Martin Stehlík, Markéta Mayerová, Mikuláš Madaras, Tomáš Šimon, Alena Czako

*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507/73, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, Česká republika,
e-mail: martin.stehlik@vurv.cz*

Klíčová slova: hnojení, eroze, kvalita půdy, organická hmota, obnovitelné zdroje

Key words: fertilisation, erosion, soil quality, organic matter, renewable resources

Abstrakt

Úvod

Zavádění energie z obnovitelných zdrojů přispívá ke snižování závislosti na neobnovitelných zdrojích. Mezi obnovitelné zdroje patří i biomasa. Evropa se stala lídrem ve výrobě bioplynu v bioplynových stanicích a Česko je s počtem 580 stanic na pátém místě v Evropě. Sekundárním produktem anaerobního procesu v bioplynových stanicích je digestát, který může být v důsledku poklesu stavu hospodářských zvířat a rostoucím cenám minerálních hnojiv zajímavou alternativou hnojení na zemědělské půdě. Práce se zabývá otázkou, jak působí dlouhodobá aplikace digestátu v porovnání 3 rozdílných lokalit a různých typů hnojení na půdní vlastnosti, které jsou důležité z hlediska odolnosti vůči vodní erozi a dlouhodobé udržitelnosti hospodaření na půdě.

Materiál a metody

Výzkum probíhal v průběhu 4 let od roku 2018 do roku 2021 na 10letém pokusu ÚKZÚZ. Pokus se nachází na 3 pokusných stanicích ÚKZÚZ v Jaroměřicích nad Rokytnou (8 °C; 481 mm), v Lípě u Havlíčkova Brodu (7,5 °C; 594 mm) a Hradci nad Svitavou (7,4 °C; 616 mm). Na pokusu s orbou a osevním postupem brambory/ozimá pšenice/silážní kukuřice/jarní ječmen/ozimá řepka/ozimá pšenice byly hodnoceny ve 4 opakováních tyto varianty: kontrola bez hnojení, hnojení LAV,

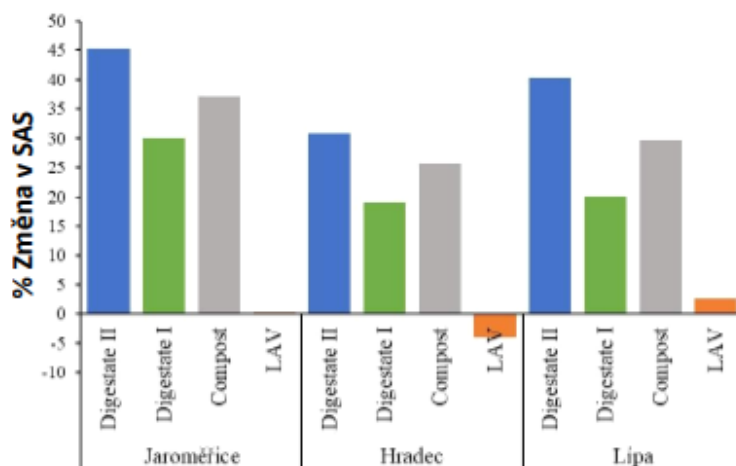
hnojení digestátem I (silážní kukuřice a hovězí kejda), hnojení digestátem II (silážní kukuřice, prasečí kejda, hnůj, seno) a kompostem (městská zeleň, lihovarské a lesní zbytky, kal). Z odebraných vzorků půdy (hloubka 0–7 cm) byly stanoveny hodnoty stability půdních agregátů (SAS) (frakce 1–2 mm, metoda dle Kandelera), hydrofyzikální vlastnosti – objemová hmotnost a pórovitost (Kopeckého válečky 100cm³, Zbiral) a infiltrace půdy (metoda výtopové infiltrace, dávka 57 mm, Bagarello).

Výsledky

Analýzy výsledků ukázaly na pozitivní korelaci mezi infiltrací a stabilitou půdních agregátů (SAS). Kontrolní varianta bez hnojení vykazovala korelaci 0,5 a varianta s digestátem II korelaci 0,67. Pozitivní vliv hnojení organickými hnojivy byl prokázán pórovitostí půdy. Statisticky významný byl zejména rozdíl mezi minerálním hnojením, kde byla pórovitost nejnižší (45,9 %), a organickým hnojením kompostem (47 %). Organické hnojení oproti kontrole a minerálnímu hnojení snižovalo objemovou hmotnost půdy.

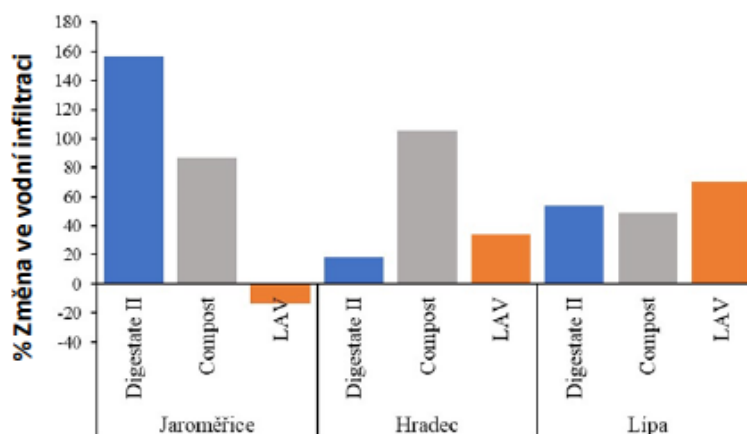
Stabilita půdních agregátů byla u organických hnojiv průměrně o 30 % vyšší oproti kontrole. Digestát II vykazoval o 20–30 % vyšší SAS v porovnání s kompostem, naopak digestát I měl o 20–30 % nižší SAS než kompost. Klimaticky chladnější lokalita Hradec nad Svitavou vykazovala o 30% nižší SAS oproti lokalitám Lípa a Jaroměřice. Lokalita Jaroměřice nad Rokytnou měla nejvyšší hodnoty SAS oproti Lípě a Hradci, např. 45 % vs. 33 % u varianty digestátu II. V porovnání s kontrolou nevykazovalo minerální hnojení LAV téměř žádný pozitivní efekt (do 5 %) na SAS a dokonce v Hradci nad Svitavou byl tento efekt oproti kontrole negativní (-5 %) (obr. 1).

Stabilita půdy byla v rámci 4letého monitoringu značně variabilní a meziroční relativní rozdíl představoval až 70 %.



Obr.1: Změny v SAS – hnojení vs. Kontrola.

Infiltrace byla nižší v Jaroměřicích a v Lípě (7 mm/hod) oproti Hradci (12 mm/hod). Efekt mezi SAS a infiltrací se nejvýrazněji projevil v Jaroměřicích, kde je nejteplejší klima s těžkou půdou (obr. 2).



Obr. 2: Změny v infiltraci – hnojení vs. kontrola.

Závěr

Digestát je zajímavou alternativou organického hnojiva, které zlepšuje infiltraci půdy a odolnost půdy vůči rozplavování. Je předpoklad, že erozní účinnost deště se bude v budoucnu zvyšovat (Honek a Caletka, 2021). Organické hnojení může výrazně snížit erozi půdy a nahradit minerální hnojiva, která pozitivní efekt na kvalitu půdy nemají. Výhodou digestátu oproti kompostu je to, že vzniká jako sekundární produkt při výrobě energie v bioplynových stanicích.

Poděkování

Tato práce byla podpořena MZE ČR, projekt č. QK1810186 - *Zlepšení stability půdní struktury a zvýšení infiltrace pomocí agrotechnických postupů*. Děkujeme také ÚKZUZ a paní Ing. M. Smatanové za možnost odběrů vzorků na dlouhodobých pokusech.

Literatura

- Bagarello, V., D. E. Elrick, M. Iovino, and A. Sgroi. 2006. 'A Laboratory Analysis of Falling Head Infiltration Procedures for Estimating the Hydraulic Conductivity of Soils'. *Geoderma* 135:322–34.
- Honek, D., & Caletka, M. (2021). Alternativní stanovení faktoru R (erozní účinnost deště) v povodí Husího potoka. *Vodohospodářské Technicko-Ekonomické Informace*, 63(6), 34.
- Kandeler, E. 1996. Aggregate stability. In: Schiner et al. (Eds.). *Methods in Soil Biology*. Berlin, Springer – Verlag, 426 s.
- Zbiral, J., Malý, S., Čížmár, D. 2011. 'Uniform Working Processes'. in *Analysis of soils III*. Brno: ÚKZÚZ.

Vliv geochemických a mineralogických půdních vlastností na stabilitu půdních agregátů

Influence of the soil geochemical and mineralogical properties on the soil aggregates stability

Magdaléna Koubová

Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1, Česká republika,
e-mail: magdalena.koubova@geology.cz

Klíčová slova: Stabilita půdních agregátů; smektit; Feox; půdní organický uhlík; pH

Key words: Soil aggregate stability; Smectite; Feox; Soil organic carbon; pH

Abstrakt

Úvod

Stabilita půdních agregátů je důležitý parametr úrodnosti půd, který ovlivňuje především zadržení vody a živin v půdách a erozi půd. Cílem práce bylo zhodnotit vliv geochemických a mineralogických vlastností půd na stabilitu půdních agregátů (SAS, %) na vybraných lokalitách dlouhodobých pokusů České republiky. Ze studovaných lokalit měla nejvyšší hodnotu SAS (50–60 % SAS) kambizem, vyvinutá na pararule a spraši lokality Lukavec, přestože půda této lokality obsahuje pod 10 wt% frakce jílu. Hodnoty SAS této lokality jsou téměř dvojnásobné oproti ostatním lokalitám, včetně půd s obsahem frakce jílu nad 20 wt% vyvinutých na spraši - Čáslav, Ivanovice (obě cca 30 % SAS), nebo vyvinutých na rulách - Jaroměřice (30–45 % SAS). Také kambizem lokality Lípa vyvinutá na granitu s obsahem frakce jílu 11 wt% má hodnotu SAS cca poloviční (20–30 % SAS) oproti lokalitě Lukavec. Tyto rozdílné hodnoty SAS byly vysvětleny pomocí geochemických a mineralogických metod, především rozdílným obsahem a vlivem amorfních a špatně krystalických Fe-(oxo)hydroxidů a podílem vrstev smektitu na stabilizaci půdní organické hmoty při měnícím se pH.

Materiál a metody

Stabilita půdních agregátů (SAS, %) a geochemické a mineralogické vlastnosti byly studovány na lokalitách dlouhodobých pokusů: Čáslav, Ivanovice na Hané, Jaroměřice, Lípa, Lukavec a Svitavy. SAS agregátů velikosti 1–2 mm byla stanovena síťováním za mokra podle Kandelera (1996). Ze vzorků půd síťovaných za sucha pod 2 mm byla stanovena kationtová výměnná kapacita a vyměnitelné kationty (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ a K^+) metodou extrakce s chloridem barnatým (ISO 13536). Extrakce šťavelanem amonným a Fe, Al, Si a Mn stanovené v roztoku po extrakci byla provedena podle Buurmana et al. (1996), zrnitost byla stanovena pipetovací metodou podle normy ISO 11277 (1998) a ÖNORM L 1061 (1988), celkový obsah uhlíku (TOC) a dusíku byly stanoveny spalováním a analýzou plynů Vario/CNS analyzátozem, obsah CO_2 (Cmin) byl analyzován přístrojem ELTRA CS500 po dekompozici vzorků s H_3PO_4 , obsah půdního uhlíku byl vypočítán jako rozdíl TOC-Cmin. Hodnota pH byla stanovena potenciometricky s poměrem půda-voda 1:5. Semikvantitativní mineralogické složení bylo studováno pomocí RTG difrakční analýzy práškových vzorků Rietveldovou metodou pomocí programu Topas 5 (Bruker AXS, 2014). Podíl vrstev fylosilikátů ve frakci jílu byl zjištěn z RTG difrakční analýzy vyseparované frakce jílu orientovaných preparátů z modelovaných RTG záznamů pomocí programu Sybilla (Chevron ETC proprietary, Aplin et al. 2006).

Výsledky

Vzorky půd lokality Lukavec mají oproti ostatním lokalitám nízký obsah SOC (cca 1,4 wt%), nejnížší obsah frakce jílu (cca 9 wt%), nízkou CEC (cca 15 mmol/100g) a nízký obsah vyměnitelného Ca^{2+} (cca 10 mmol/100g). Ve frakci pod 2 mm byl zjištěn nižší obsah křemene (cca 53 wt%), vyšší obsah plagioklasů (cca 15 wt%), nejvyšší obsah biotitu (cca 4,5 wt%) a chloritu+vermikulitu (cca 4 wt%), ale zároveň nejnížší obsah goethitu (pod 0,5 wt%). Ve frakci jílu má půda z Lukavce nejnížší podíl vrstev smektitu (cca 10 wt%). Druhý nejnížší podíl vrstev smektitu ve frakci jílu má lokalita Lípa (cca 17 wt%). Lokalita Lukavec má nízké pH (cca 6,5) a zároveň vysoký obsah Fe_{ox} a Al_{ox} - extrahovaných pomocí šťavelanu amonného z amorfních, špatně krystalických (oxo)hydroxidů a alumosilikátů

a z (oxo)hydroxidů vázaných na organickou hmotu. Obsah Fe_{ox} (cca 5000 ppm) je v Lukavci srovnatelný s lokalitou Lípa, ale cca dvojnásobný oproti ostatním lokalitám. Také obsah Al_{ox} (cca 3000 ppm) je vyšší v případě Lukavce, ostatní lokality mají obsah Al_{ox} pod 2000 ppm. Hodnota pH na kontrolní variantě lokality Lípa je 6 a pH půd ostatních lokalit mimo Lukavec je nad 6,8.

Závěr

Lokalita Lukavec má nejvyšší hodnoty SAS díky vysokému obsahu Fe_{ox} a Al_{ox} , který při nižší hodnotě $\text{pH}=6,5$ má největší vliv na stabilizaci půdní organické hmoty (SOM) a na SAS (Rasmussen et al. 2018; Regelink et al. 2015). Podle Rasmussena et al. (2018) se dominantní stabilizační mechanismus mění a je funkcí pH. Při hodnotě pH nad 6,5 se zvyšuje vliv vyměnitelných kationtů, především Ca^{2+} na stabilizaci SOM, zatímco při pH pod 6,5 nejvíc ovlivňuje agregaci obsah $\text{Al}_{\text{ox}}+\text{Fe}_{\text{ox}}$.

Nicméně, lokalita Lípa má podobné parametry jako lokalita Lukavec, až na nižší obsah Al_{ox} . Lokalita Lípa, ale především obsahuje vyšší podíl vrstev disperzibilního smektitu (Lado, Ben-Hur 2004) ve frakci jílu a nižší semikapilární a nekapilární pórovitost (obě cca 8 %) oproti lokalitě Lukavec (cca 12 %).

Vyšší obsah $\text{Fe}_{\text{ox}}+\text{Al}_{\text{ox}}$, spolu s nízkým obsahem vrstev smektitu a průměrnou až vyšší pórovitostí (Regelink et al. 2015) při pH okolo 6,5 jsou příčinou nejvyšší stability půdních agregátů na lokalitě Lukavec.

Poděkování

Tato studie byla financována Ministerstvem zemědělství České republiky, projekt NAZV č. QK1810186.

Literatura

- Aplin, A.C., Matenaar, I.F., McCarty, D.K., van Der Pluijm, B.A., 2006. Influence of mechanical compaction and clay mineral diagenesis on the microfabric and pore-scale properties of deep-water Gulf of Mexico Mudstones. *Clays Clay Miner.*, 54, 500-514. <https://doi.org/10.1346/CCMN.2006.0540411>.
- Bruker AXS, 2014. Topas 5. Karlsruhe, Germany.
- Buurman P., Van Lagen B., Velthorst E. J., 1996. Manual for Soil and Water Analysis. Department of Soil Science and Geology, Wageningen Agriculture University, Backhus Publishers Leiden, 45-48.
- Kandeler, E., 1996. Aggregate stability. In: Schiner et al. (Eds.). *Methods in Soil Biology*. Berlin, Springer - Verlag, 426.
- Lado, M., Ben-Hur M. (2004): Soil mineralogy effects on seal formation, runoff and soil loss. - *Applied Clay Science* 24, 209–224.
- Rasmussen, C., Heckman, K., Wieder, W.R., Keiluweit, M., Lawrence, C.R., Berhe, A.A., Blankinship, J.C., Crow, S.E., Druhan, J.L., Hicks Pries, C.E., Marin-Spiotta, E., Plante, A.F., Schädel, Ch., Schimel, J.P., Sierra, C.A., Thompson, A., Wagai, R. (2018): Beyond clay: towards an improved set of variables for predicting soil organic matter content. - *Biogeochemistry* 137, 297–306.
- Regelink, I.C., Stoof, C.R., Rousseva S., Weng, L., Lair, G.J., Kram, P., Nikolaidis, N.P., Kercheva, M., Banwart, S., Comans, R.N.J. (2015): Linkages between aggregate formation, porosity and soil chemical properties. - *Geoderma* 247–248 24–37.

Poznámky / Notes

Poděkování

Publikace vznikla za podpory řešení projektů MZe ČR NAZV: QK1810010, QK21010124, QK21020155, QK1810186 a MZe ČR RO-0418 „DKRVO“.

Webinář byl pořádán za podpory Ministerstva zemědělství při České technologické platformě pro zemědělství.



Název:

Význam dlouhodobých pokusů a kvality půdy v podmínkách změny klimatu – využití pro zemědělskou praxi

Editori:

Ing. Eva Kunzová, CSc., RNDr. Mikuláš Madaras, Ph.D., Ing. Ladislav Menšík, Ph.D.

Vydal:

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně

Grafická úprava a sazba:

Ing. Ladislav Menšík, Ph.D.

Foto:

Ing. Ladislav Menšík, Ph.D.

Tisk:

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně

Rok vydání: 2022

Počet stran: 37

Náklad: 50 ks (pcs)

Za věcnou správnost, odbornou úroveň a grafické podklady odpovídají autoři.

Foto: Ladislav Menšík

Publikace neprošla jazykovou úpravou.

Cítace sborníku:

Kunzová, E., Madras, M., Menšík, L. Význam dlouhodobých pokusů a kvality půdy v podmínkách změny klimatu – využití pro zemědělskou praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně, 2022. ISBN 978-80-7427-400-8.

© Eva Kunzová, Mikuláš Madaras, Ladislav Menšík 2022

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně, 2022

ISBN 978-80-7427-400-8