

**Česká technologická platforma pro zemědělství
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
Česká zemědělská univerzita v Praze**

Živiny a rizikové prvky v půdě

Sborník abstraktů ze semináře

Editoři: Eva KUNZOVÁ, Ladislav MENŠÍK, Milan VACH



Listopad

2017

*Sborník abstraktů vznikl za podpory Ministerstva zemědělství ČR
při České technologické platformě pro zemědělství.*

Obsah

Program semináře	4
------------------------	---

Sekce 1) Živiny a rizikové prvky v půdě (přestupy z půdy do rostlin)

Prepojenie produkčného a environmentálneho aspektu – základný predpoklad efektívneho využívania živín pri pestovaní plodín (R. Bujnovský, P. Bezák, Š. Koco)	7
Vstupy rizikových prvků a látek do půdy /hnojiva, kaly, sedimenty/ (M. Budňáková)	8
Znečištění zemědělských půd v záplavových oblastech České republiky (J. Čechmánková et al.)	9
Nutriční hodnota píce jetelovin v závislosti na dlouhodobém hnojení (J. Hakl, E. Kunzová)	10
Kontaminace zemědělských půd v ČR – současný stav a legislativa (M. Sánka)	11
V současnosti používané pesticidy v zemědělských půdách – výskyt, osud a nebezpečnost (J. Hofman et al.)	12
Dlouhodobé sledování stavu a vývoje obsahů rizikových prvků v půdách a jejich obsahy v zemědělských plodinách (Š. Poláková)	13
Mezidruhové rozdíly v příjmu rizikových prvků rostlinami (J. Száková, P. Tlustoš)	14
Eliminace obsahu kadmia v semeni máku setého (P. Škarpa)	15
Uplatnění nitrátové směrnice v podmínkách ČR, nové podmínky pro dotace (J. Klír, L. Kozlovská)	16
Použití technologických vod ze stájových provozů v zemědělství (G. Mühlbachová)	17
Rizikové prvky v půdách česko-bavorského pohraničí - představení projektu a prezentace vybraných výsledků projektu (P. Čermák, Š. Poláková, L. Kubík)	18
Kontaminanty v zemědělských půdách v povodí řeky Ohře (L. Menšík, E. Kunzová)	19
Možnosti snížení vstupu rizikových prvků z agroekosystémů do potravního řetězce (E. Kunzová, L. Menšík)	20
Koloběh živin od půdy přes rostlinu až do potravního řetězce člověka aneb Kolik dusíku v našich tělech pochází z minerálních hnojiv (M. Hejčman)	21
Formy a chování potenciálně rizikových prvků v půdách (L. Borůvka, O. Drábek, V. Tejnecký, A. Vaněk, J. Jeřábková, Ch. Ash, I. Galušková)	22
Dusík v půdě v místech uložení hnoje na zemědělské půdě (P. Svoboda)	23

Sekce 2) Možnosti modernizace agrochemického zkoušení půd (základní živiny a mikroprvky)

Návrh moderního systému agrochemického zkoušení půd (P. Čermák et al.)	25
Předběžný návrh kritérií pro obsah mikroelementů metodou Mehlich 3 (J. Zbiral)	26
Změny v legislativě hnojiv v roce 2017 (J. Klír, E. Kunzová)	27
Obsahy síry v půdách České republiky (P. Němec)	28
Změny obsahu živin v půdě a úroveň výnosu sušiny biomasy jarního ječmene v závislosti na půdním typu a dávce živin (T. Lošák et al.)	29
Problematika fosforu v půdě a jeho stanovení metodou Mehlich 3 (M. Kulhánek et al.)	30
Dostupnost bóru v půdě pro rostliny při odstupňovaných dávkách fosforu (G. Mühlbachová et al.)	31
Využití multispektrálních dat ze satelitních a bezpilotních platform pro odhad výnosu a kvality cukrové řepy (J. Lukáš et al.)	32

Program semináře

Živiny a rizikové prvky v půdě

Sekce 1) Živiny a rizikové prvky v půdě (přestupy z půdy do rostlin)

Sekce 2) Možnosti modernizace agrochemického zkoušení půd (základní živiny a mikroprvky)

Program sekce 1:

1. den: 15. listopadu 2017

Cílem semináře je seznámit posluchače s kontaminací zemědělských půd v ČR (současný stav, legislativa, metody řešení apod.) a s možnostmi snížení vstupu rizikových prvků z agroekosystémů do potravního řetězce.

- **Bujnovský R. (VÚVH, Slovensko):** Prepojenie produkčného a environmentálneho aspektu – základný predpoklad efektívneho využívania živín pri pestovaní plodín
- **Budňáková M. (MZe ČR):** Vstupy rizikových prvků a látek do půdy (hnojiva, kaly, sedimenty)
- **Čechmánková J. (VÚMOP):** Znečištění zemědělských půd v záplavových oblastech České republiky
- **Hakl J. (ČZU):** Nutriční hodnota píce jetelovin v závislosti na dlouhodobém hnojení
- **Sánka M. (RECETOX):** Kontaminace zemědělských půd v ČR: současný stav a legislativa
- **Hofman J. (RECETOX):** V současnosti používané pesticidy v zemědělských půdách – výskyt, osud a nebezpečnost
- **Poláková Š. (ÚKZÚZ):** Dlouhodobé sledování stavu a vývoje obsahů rizikových prvků v půdách a jejich obsahy v zemědělských plodinách
- **Száková J. (ČZU):** Mezidruhové rozdíly v příjmu rizikových prvků rostlinami
- **Škarpa P. (MENDELU):** Eliminace obsahu kadmia v semeni máku setého
- **Klír J. (VÚRV):** Uplatnění nitrátové směrnice v podmínkách ČR, nové podmínky pro dotace
- **Mühlbachová G. (VÚRV):** Použití technologických vod ze stájových provozů v zemědělství
- **Svoboda P. (VÚRV):** Dusík v půdě v místech uložení hnoje na zemědělském pozemku
- **Čermák P. (VÚRV):** Rizikové prvky v půdách česko-bavorského pohraničí – představení projektu a prezentace vybraných výsledků projektu
- **Menšík L. (VÚRV):** Kontaminanty v zemědělských půdách v povodí řeky Ohře
- **Kunzová E. (VÚRV):** Možnosti snížení vstupu rizikových prvků z agroekosystémů do potravního řetězce
- **Hejčman M. (ČZU/VÚRV):** Koloběh živin od půdy přes rostlinu až do potravního řetězce člověka aneb Kolik dusíku v našich tělech pochází z minerálních hnojiv?
- **Posterové prezentace**

Program sekce 2:

2. den: 16. listopadu 2017

Odborný seminář bude zaměřen na problémy stanovení živin v půdě, kde budou diskutovány otázky agrochemického zkoušení půd a zlepšení vypovídající schopnosti půdních testů, zvláště metody Mehlich 3 používané pro AZPP v České republice. Účastníci budou seznámeni s předběžným návrhem kritérií pro zjištění zásoby dostupných živin a mikroprvků v půdách metodou Mehlich 3, s novelou zákona o hnojivech a další problematikou, týkající se zásoby živin v půdě.

- Čermák P. (VÚRV): Návrh moderního systému agrochemického zkoušení půd
- Zbíral J. (ÚKZÚZ): Předběžný návrh kritérií pro obsah mikroelementů metodou Mehlich 3
- Klír J. (VÚRV): Novelizace zákona o hnojivech č. 61/2017 Sb., ve znění pozdějších předpisů
- Smatanová M. (ÚKZÚZ): Problematika síry v půdě a stanovení síry metodou Mehlich 3
- Lošák T. (MENDELU): Změny obsahu živin v půdě a výnosu jarního ječmene v závislosti na půdním typu a dávce živin
- Kulháněk J. (ČZU): Problematika fosforu v půdě a jeho stanovení metodou Mehlich 3
- Mühlbachová G. (VÚRV): Dostupnost bóru v půdě pro rostliny při odstupňovaných dávkách fosforu
- Lukáš J. (VÚRV): Využití multispektrálních dat ze satelitních a bezpilotních platforem pro odhad výnosu a kvality cukrové řepy

- Posterové prezentace
- Exkurze po VÚRV (genová banka, dlouhodobé pokusy apod.)

Živiny a rizikové prvky v půdě

Sekce:

Živiny a rizikové prvky v půdě (přestupy z půdy do rostlin)

Prepojenie produkčného a environmentálneho aspektu – základný predpoklad efektívneho využívania živín pri pestovaní plodín

Radoslav Bujnovský¹, Pavol Bezák², Štefan Koco^{3,4}

¹Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava, ²Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava, ³Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy – pracovisko Prešov, ⁴Katedra geografie a aplikovanej geoinformatiky FHPV PU v Prešove

Kľúčové slová: udržateľné poľnohospodárstvo, efektívne využívanie živín, dusík, fosfor, ochrana vôd

Poľnohospodárstvo významnou mierou ovplyvňuje zložky životného prostredia, vrátane vôd. V podmienkach Slovenska spotreba dusíka a fosforu v minerálnych hnojivách, ako aj bilancia uvedených živín na celoštátnej úrovni je z environmentálneho hľadiska zatiaľ vcelku priaznivá. Napriek postupnému nárastu spotreby živín v priemyselných hnojivách, priemerná spotreba dusíka v období 2012–2015 predstavovala približne 50 % spotreby tejto živiny v roku 1990. V prípade fosforu to bolo len 12 % spotreby v roku 1990. Od roku 1990 došlo k výraznému poklesu stavov hospodárskych zvierat a to najmä v kategórii hovädzieho dobytku a ošípaných (pokles stavov v porovnaní s rokom o 70 resp. 75%), pričom priemerná ročná záťaž pôdy dusíkom z hospodárskych hnojív v období 2012–2015 predstavovala približne 20 kg.ha⁻¹. V období 2004–2015 bilancia dusíka na celoštátnej úrovni nepresiahla orientačný limit OECD +50 kg N.ha⁻¹ a bilancia fosforu v rovnakom období bola spravidla dlhodobo negatívna. Postupná intenzifikácia rastlinnej aj živočíšnej výroby môže tento trend zvrátiť, pokiaľ sa v praxi neuplatnia nové produkčné resp. pestovateľské technológie a nezavedie sa udržateľný manažment zdrojov - tak prírodných zdrojov (najmä pôdy a vody), ako aj vstupov do výrobného procesu.

Nadmerná záťaž pôdy živinami má aj v podmienkach Slovenska, podobne ako v iných krajinách, regionálny a lokálny charakter. Z pohľadu ochrany vôd, znižovanie bilančného prebytku živín (najmä dusíka) je základným predpokladom zníženia ich neproduktívnych strát predovšetkým v oblastiach s vyššou intenzitou hospodárenia. K dosiahnutiu tohto cieľa slúži celý rad opatrení založených na zosúladovaní projekcie a následnej aplikácie hnojív s príjmovou kapacitou porastu pestovaných plodín vrátane opatrení presahujúcich rámec regulácie intenzity hnojenia. V prípade fosforu, na Slovensku nie sú dosiaľ prijaté osobitné opatrenia, čo možno odôvodniť aj dlhodobou negatívnou bilanciou tejto živiny, ktorá sa postupne premieta aj do obsahu prístupného P v pôde.

Problém difúzneho znečisťovania vôd možno efektívne riešiť len v mieste jeho vzniku. Výzvou do budúcnosti ostáva efektívnosť realizovaných opatrení súvisiaca s potrebou ich efektívnej alokácie do tých častí povodí, ktoré najviac prispievajú k emisiám týchto živín. Jedná sa o kritické resp. rizikové oblasti. Na základe doterajšieho hodnotenia možno konštatovať, že stredné až veľmi vysoké riziko znečistenia podzemných vôd zlúčeninami dusíka sa vyskytuje na 47 % výmery poľnohospodárskej pôdy Slovenska. V prípade fosforu, ktorý sa významne podieľa na eutrofizácii povrchových vôd, predpokladáme výrazne nižší podiel.

Efektívne využívanie zdrojov v poľnohospodárstve (menovite živín) predstavuje cestu k udržateľnému rozvoju tohto odvetvia, pričom produkciu zdravých potravín (spojenej so vstupom živín a znečisťujúcich látok z pôdy do rastliny) je potrebné zabezpečovať spolu s cieľenou ochranou zložiek životného prostredia.

Vstupy rizikových prvků a látek do půdy (hnojiva, kaly, sedimenty)

Michaela Budňáková

Ministerstvo zemědělství, Těšnov 17, 117 05 Praha 1

Klíčová slova: rizikové prvky a rizikové látky, půda, monitoring, legislativa

Kontaminace životního prostředí rizikovými prvky a látkami je vážným problémem, neboť se ve většině případů jedná o látky s negativním vlivem na člověka, zvířata a životní prostředí. Z tohoto důvodu je nutná jejich regulace a kontrola. To je zajišťováno především legislativou, monitoringem a také kontrolními mechanismy. Pro ochranu lidského zdraví, půd, vod a ovzduší je vydána řada legislativních norem jak na úrovni světové, Evropské unie, tak národní. Výsledky monitoringu jsou zveřejňovány v různých periodikách a zprávách Ministerstva zemědělství, Ministerstva životního prostředí a jejich podřízených organizací. Vzhledem ke stále se zvyšující kontaminaci životního prostředí vyvstala potřeba vytvoření funkčního a reálného legislativního rámce na ochranu jednotlivých složek životního prostředí a jeho trvalého monitoringu. Rizikové prvky (RP) a rizikové látky (RL) jsou mnohdy potencionálními kancerogeny, nebo u nich byla kancerogenita prokázána. Proto je velmi důležité omezit vstup těchto látek zejména do potravního řetězce.

Hlavní zdroje RP a RL v půdách mají povahu přirozenou a antropogenní. Mezi přirozené zdroje řadíme zvětrávání hornin, atmosférické srážky, pevný spad a podzemní vody. U antropogenních zdrojů lze rozlišovat mezi přímou - úmyslnou aplikací (moření osiva, ochrana kultur POR, zlepšování půdní úrodnosti aplikací hnojiv, sedimentů, kalů z ČOV apod.). Stav kontaminace zemědělských půd v ČR je systematicky sledován Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělských (ÚKZÚZ) v rámci programů „Bazálního monitoringu zemědělských půd“ a „Registru kontaminovaných ploch“. Z anorganických látek jsou sledovány As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Tl, V, Zn, z organických látek jsou to polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH), polychlorované bifenylly (PCB) a persistentní organochlorované pesticidy a jejich metabolity (DDT, DDE, HCH, HCB). Základními legislativními předpisy, ve kterých jsou zakotveny limitní obsahy RP a RL v zemědělských půdách a ve vstupech, jsou zákon č. 334/92 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu a zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech). Důležité jsou také jejich prováděcí předpisy.

V souvislosti s implementací akčního plánu Evropská unie **pro oběhové hospodářství**, který představuje komplexní systém optimalizující výrobní procesy a technologie, je také kladem velký důraz na nakládání s přírodními zdroji i odpady. Vznik této strategie byl vyvolán zejména růstem objemu i cen vytěžených přírodních zdrojů a s tím související následné produkce nekontrolovatelného množství nevyužitelného odpadu. Odpad však nemusí představovat jen environmentální a ekonomickou zátěž, ale i příležitost a zdroj, který svým opakovaným využíváním přináší profit firmám, obcím, regionům a společnosti jako celku. Namísto těžby nerostných surovin a přibývání skládek, oběhové hospodářství podporuje prevenci vzniku odpadu, opětovně využívá výrobky, recykluje je a přeměňuje na energie. V České republice dochází již dlouhodobě k využívání odpadů na zemědělské půdě. Jedná se především o rybníční sedimenty, upravené čistírenské kaly a biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO). Je to zejména z toho důvodu, že tyto odpady obsahují organickou složku, která vesměs zemědělským půdám chybí. Na straně druhé mohou tyto odpady v sobě obsahovat řadu RP a RL a proto je třeba nakládání s nimi věnovat maximální pozornost. v rámci vědy a výzkumu, monitoringu a při tvorbě legislativních norem a předpisů.

Znečištění zemědělských půd v záplavových oblastech České republiky

Jarmila Čechmánková, Radim Vácha, Jan Skála, Viera Horváthová

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.

Klíčová slova: fluvizem, zátěž půd, rizikové prvky

Půdy podél vodních toků (nivní půdy, fluvizemě) se řadí k nejúrodnějším půdám a jsou intenzivně zemědělsky využívány. Zároveň jsou však s různou periodicitou ohroženy povodňovými událostmi. Záplavové vody i sedimenty s sebou nesou množství rizikových látek a rizikových prvků, jako důsledek vyplavení průmyslových areálů, skladišť chemikálií, čistíren odpadních vod, čerpacích stanic, skládek a podobně. K tomuto procesu, zejména na dolních tocích, přispívá sedimentace jemných jílovitých částic, na které jsou kontaminanty vázány. Při pravidelných záplavách jsou tak zjišťovány vyšší obsahy kontaminantů v povrchových vrstvách zaplavovaných půd než na okolních pozemcích. Potenciál odolnosti vůči zranitelnosti nivních půd kontaminací byl již dřívějšími pracemi hodnocen jako nízký (Podlešáková a kol. 2002). Zvýšené obsahy rizikových prvků byly prokázány předchozími výzkumy realizovanými ve VÚMOP, v.v.i. Projekt Labe (Podlešáková a kol. 1994) vyhodnotil koncentrace rizikových prvků, které spolu s překročením limitních hodnot byly nejvyšší v pořadí $Cd > Zn > Hg > Ni, As, Pb$.

Aktuálně řešené projekty konkretizují zvýšený výskyt rizikových prvků a perzistentních organických polutantů v záplavových pásmech řek. Ekologická rizika a zvýšená zátěž byla prokázána. Pro praktické využití státní správou a pro potřeby zemědělců nebo majitelů ploch je možné využít informace z mapových výstupů a metodického pokynu k omezení vstupu rizikových látek do rostlinné produkce v oblastech postižených periodickými povodněmi. V návaznosti na výsledky výzkumných aktivit dochází k další identifikaci potencionálních zdrojů kontaminace v záplavových zónách a vyhodnocení prostorových souvislostí se zátěží životního prostředí po povodňových událostech.

Poděkování: Prezentace vznikla za podpory projektu MVČR č. VG20102014026 a TAČR č. TH02030475.

Nutriční hodnota píce jetelovin v závislosti na dlouhodobém hnojení

Josef Hakl¹, Eva Kunzová²

¹*Katedra pícninářství a trávníkářství, Česká zemědělská univerzita v Praze*

²*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha - Ruzyně*

Klíčová slova: pícniny, vláknina, frakce dusíkatých látek

Celkový stav půdy a obsah přijatelných živin má významný dopad na růst a chemické složení rostlin. Na rozdíl od hlavních polních plodin je mnohem méně informací o vlivu těchto faktorů na nutriční hodnotu píce jetelovin. Katedra pícninářství a trávníkářství spolupracuje od roku 2011 na vyhodnocování vlivu dlouhodobého hnojení na výnosy a kvalitu píce jetelovin v pokusech vedených Výzkumným ústavem rostlinné výroby. V případě jetelovin se jedná o přímé působení fosforečného a draselného hnojení. U hnojení dusíkem a organického hnojení se jedná pouze o nepřímé působení, neboť tato hnojiva se k jetelovinám přímo neaplikují. Výsledky ukazují, že dostupnost živin v půdě ovlivňuje hustotu porostu a intenzitu růstu, což se odráží i v obsahu organických živin v píci jetelovin. Intenzivní minerální hnojení se projevuje v nižším obsahu dusíkatých látek (NL) a vyšším obsahu neutrálně detergentní vlákniny (NDF) při její nižší stravitelnosti. Minerální hnojení rovněž průkazně snižuje akumulaci vodorozpuštěných sacharidů v píci vojtěšky. Organické hnojení se projevuje ve vyšším obsahu NL a zvýšené stravitelnosti NDF. Intenzivní minerální hnojení bez hnojení hnojem zvyšovalo podíl nebílkovinných frakcí NL, ale v kombinaci s organickým hnojením byly získány nejnižší podíly této frakce. Lze shrnout, že dlouhodobé hnojení významně ovlivňuje růst i nutriční hodnotu píce jetelovin. Nadbytek i nedostatek minerálních živin, stejně jako absence organického hnojení vykazuje negativní vlivy i na sledované kvalitativní ukazatele.

Poděkování: Příspěvek byl zpracován za podpory projektu QJ1210211 a RO0417.

Kontaminace zemědělských půd v ČR – současný stav a legislativa

Milan Sánka

Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí, Přírodovědecká fakulta MU, Kamenice 5/753, 625 00 Brno

Klíčová slova: půda, kontaminace, legislativa, limity

Podle průzkumu provedeného Evropskou agenturou pro životní prostředí (EEA) se odhaduje, že v zemích Evropy (EEA-39 zemí) je cca 2,9 milionu potenciálně kontaminovaných míst (= míst, kde došlo k nějaké aktivitě, která mohla způsobit kontaminaci), z toho národní inventury těchto zemí ve svých databázích registrují cca 630 tis. míst, kde k nějaké kontaminaci došlo. 65 tis. míst již bylo remediováno a na 14 tis míst remediací probíhá.

V ČR je zaznamenáno v databázi systému evidence kontaminovaných míst (SEKM) celkem 9300 lokalit s potenciální kontaminací a z toho u 4900 lokalit jsou podrobnější záznamy o kontaminaci. Naprostá většina těchto lokalit se týká průmyslových oblastí a městských částí. Úroveň kontaminace zemědělské půdy je sledována Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ) a též Českou inspekci životního prostředí. Kritéria pro hodnocení kontaminace jsou stanovena vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobnosti kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Soustavou tzv. diferencovaných limitů tak byly nahrazeny dosavadní maximálně přípustné obsahy rizikových prvků a perzistentních organických polutantů v zemědělských půdách ČR.

Diferenciace limitních hodnot je ve čtyřech oblastech:

- a) dvě úrovně limitů – preventivní a indikační,
- b) diferenciace limitních hodnot podle základních parametrů ovlivňujících chování rizikových prvků v půdě – pH a textura,
- c) diferenciace indikačních hodnot podle typu hodnoceného rizika (expozice) – přestup do potravních řetězců – fytotoxické účinky – přímý vstup do organismů,
- d) u rizikových prvků diferenciace podle extrakčního činidla: lučavka královská a 1M NH_4NO_3 .

Na základě databáze Registru kontaminovaných ploch ÚKZÚZ příspěvek uvádí rozsah území zemědělské půdy, na němž jsou překračovány preventivní hodnoty a lokality s překročením indikačních hodnot.

Literatura:

Pérez, Ana Payá, Eugenio Natalia Rodríguez (Editors), 2017: Status of local soil contamination in Europe. JRC Technical reports. JRC107508

V současnosti používané pesticidy v zemědělských půdách – výskyt, osud a nebezpečnost

Jakub Hofman¹, Martina Hvězdová¹, Petra Kosubová², Petra Dinisová³, Zdeněk Šimek¹, Lukáš Brodský⁴, Marek Šudoma¹, Lucia Škulcová¹, Milan Sánka¹, Markéta Svobodová¹, Lucia Krkošková¹, Jana Vašíčková¹, Natália Neuwirthová¹, Lucie Bielská¹

¹*Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí (RECETOX), Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno*

²*Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno*

³*AQUATEST s.r.o., Praha*

⁴*Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha*

Klíčová slova: současné pesticidy, půda, monitoring

Alarmující výsledky z monitoringu reziduí pesticidů v podzemních a povrchových vodách evokují otázku, zda i orná půda může obsahovat významnou kontaminaci pocházející z intenzivního používání pesticidů v současnosti či minulosti. Proto v roce 2015 proběhlo vzorkování zemědělské půdy na 75 lokalitách v ČR a ve vzorcích bylo analyzováno 51 v současnosti používaných pesticidů a 9 jejich vybraných transformačních produktů, a také nepoužívané triaziny atrazin a simazin a 6 jejich transformačních produktů. Výsledky ukázaly, že kontaminace sledovaných půd analyzovanými pesticidy je značně rozsáhlá. V 99 % půd byl detekován alespoň jeden pesticid a v 81 % půd překročila koncentrace alespoň jednoho pesticidu prahovou koncentraci 0,01 mg/kg. Sledované orné půdy také většinou obsahovaly rezidua vícenásobná: 85 % půd obsahovalo současně 3 a více pesticidů a 51 % půd současně 5 a více pesticidů. Přes polovinu půd (53 %) obsahovalo kombinaci alespoň 2 pesticidů v koncentracích vyšších než 0,01 mg/kg. Nejčastěji nacházeny byly látky příslušející k triazinovým herbicidům (nějaký zástupce byl přítomen v 89 % půd), které byly též ve významných koncentracích (47 % půd obsahovalo sumu triazinů překračující 0,01 mg/kg). Na základě asociace s výskytem terbuthylazinu a pěstovanými kulturami se potvrdilo, že do půd v ČR se vnáší až 3 tuny ročně zakázaného toxického simazinu, a to díky tomu, že je povolenou nečistotou masivně aplikovaného terbuthylazinu. Přetrvávající rezidua atrazinu jsou stále dědictvím minulosti i přes více než 10 let od jeho posledního užívání. Druhou nejčastěji nacházenou skupinou pesticidů byly conazolové fungicidy (nějaký zástupce byl přítomen v 74 % půd), které se též vyskytovaly ve významných koncentracích (53 % půd obsahovalo sumu conazolů překračující 0,01 mg/kg). Přestože na získaných datech zatím nebyla provedena analýza zdravotních či ekologických rizik, vzbuzují tyto výsledky pozornost z hlediska možných dopadů, protože: a) zahraniční limity založené na výpočtu rizik byly často překročeny; b) řada těchto látek patří mezi podezřelé karcinogeny či endokrinní disruptory; c) látky se vyskytují ve směsích, jejichž (eko)toxicita může být aditivní či dokonce synergická.

Poděkování: Výzkum byl realizován za podpory GAČR (projekt 15-20065S).

Dlouhodobé sledování stavu a vývoje obsahů rizikových prvků v půdách a jejich obsahy v zemědělských plodinách

Šárka Poláková

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Hroznová 2, 656 06 Brno

Klíčová slova: rizikové prvky, půda, plodina, monitoring

Snaha ochránit půdu pro další generace, udržet vysokou úrodnost a zabezpečit nezemědělské funkce půdy vedla k zakládání dlouhodobých systému sledování půdy, jejichž cílem bylo charakterizovat stav a vývoj předem definovaných parametrů.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) dlouhodobě sleduje obsahy vybraných rizikových prvků v půdě prostřednictvím tzv. Bazálního monitoringu půd (BMP). Monitoring byl zahájen v roce 1992 a v roce 1995 bylo vzorkování poprvé opakováno s využitím optimalizované metody vzorkování. Dále již odběry a analýzy půdních vzorků probíhaly pravidelně v šestiletých cyklech. Poslední cyklus vzorkování se uskutečnil v roce 2013.

Obsahy rizikových prvků jsou sledovány v celém systému BMP, tj. na 214 monitorovacích plochách. Do hodnocení vývoje obsahů prvků v čase však byly zahrnuty výsledky pouze ze 177 monitorovacích ploch. Jsou to plochy, které jsou v systému BMP od začátku sledování, u nichž v průběhu uplynulých 25 let nedošlo ke změně obhospodařování či umístění v terénu. Výsledky získané prostřednictvím BMP umožňují charakterizovat jak současný stav zátěže zemědělských půd vybranými prvky tak případné změny.

Odběry vzorků pěstovaných plodin probíhají každoročně na stálých 52 monitorovacích plochách. Zastoupení plodin v testovaném souboru tedy není ovlivněno ničím jiným, než ekonomikou jednotlivých subjektů hospodařících na monitorovacích plochách a v podstatě odráží běžné způsoby hospodaření. V tomto případě dlouhodobý monitoring umožňuje stanovit, nebo přinejmenším odhadnout běžné obsahy (nebo rozsahy obsahů) prvků v pěstovaných plodinách, nebo určit prvky či plodiny, u nichž jdou nejčastěji překračovány maximální obsahy pro krmné suroviny či potraviny.

Mezidruhové rozdíly v příjmu rizikových prvků rostlinami

Jiřina Száková, Pavel Tlustoš

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze

Klíčová slova: akumulace, hyperakumulace, systém půda-rostlina, fytoextrakce

Příjem rizikových prvků rostlinami závisí na mnoha faktorech, mezi které patří například chemické vlastnosti konkrétního prvku, půdní typ, fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, způsob ošetřování půdy, klimatické podmínky a mnoho dalších. Důležitým faktorem je ale i schopnost rostliny jako takové přijímat rizikové prvky, kdy zaznamenáváme významné mezidruhové rozdíly. Dle této vlastnosti můžeme rostliny dělit na tzv. exkludory, indikátory a akumulátory. Exkludory jsou rostliny vybavené mechanismy omezujícími příjem kovů do rostlin i při jejich velmi vysoké koncentraci. Například v půdě v okolí Kutné Hory byly nalezeny v důsledku bývalé těžby stříbrných rud zvýšené obsahy As, Cd, a Zn, přičemž bioakumulační faktor (BAF), který charakterizuje přestup prvků z půdy do rostlin v žádném případě nepřekročil hodnotu 0,2. Byly analyzovány běžné druhy rostlin, které se v dané oblasti vyskytují na nekultivovaných loukách a můžeme se tedy domnívat, že tyto rostliny lze zařadit mezi exkludory (Králová et al. 2010). U indikátorů pak pozorujeme, že obsah prvků v biomase je přímo úměrný obsahu v těchto prvků v půdě. Tyto rostliny velmi citlivě reagují na zvýšené koncentrace prvků v půdě a můžeme mezi ně zařadit většinu zemědělských plodin. Akumulátory lze charakterizovat jako rostlinné druhy, které snadno kumulují rizikové prvky v nadzemní biomase, a mají tendenci je akumulovat i v případě, že obsah těchto prvků v půdě je nízký. Hodnoty BAF u takových rostlin pak přesahují hodnotu 1 a tyto rostliny jsou vybaveny mechanismy, které omezují případný toxický účinek prvků. Zvláštní skupinou jsou pak tzv. hyperakumulátory, tedy rostliny s extrémní schopností přijímat rizikové prvky. Van der Ent et al. (2013) definovali následující hraniční obsahy prvků v biomase, u kterých lze daný druh označit za hyperakumulátor: 100 mg kg⁻¹ u Cd, 1000 mg kg⁻¹ u Pb a As; 3000 mg kg⁻¹ v případě Zn. V současné době je známo cca 450 druhů hyperakumulátorů, přičemž mezi nimi často nacházíme zástupce čeledi Brukovitých. Tyto druhy jsou také intenzivně studovány z hlediska jejich možného využití pro fytoextrakci prvků z kontaminované půdy. Tlustoš et al. (2016) zjistili, že hyperakumulátory penízek modravý (*Nocca caerulescens*) a huseníček Hallerův (*Arabidopsis halleri*) odebraly za sezónu v reálných podmínkách 0,2–4,1% Cd a 0,004–0,20 % Zn z celkového obsahu těchto prvků v půdě. Vysokou akumulaci schopnost zejména v případě Cd a Zn vykazují i rychle rostoucí dřeviny, kdy Kubátová et al. (2016) zaznamenali, že vrba Smithova (*Salix x smithiana*) odebrala nadzemní biomasou po 4 letech pěstování v kontaminované půdě na téže lokalitě jako v případě hyperakumulátorů 0,94 % Cd a 0,34 % Zn z celkového obsahu těchto prvků v půdě. Z hlediska praktického využití se ale zdá, že právě rychle rostoucí dřeviny mají vynikající potenciál pro využití ve fyto-remediačních aplikacích, protože ve srovnání s hyperakumulátory se jedná o trvalé porosty se snadno sklíditelnou nadzemní biomasou.

Literatura:

- Králová L. et al. (2010): Soil Sedim. Contam. 19, 617–634.
Kubátová P. et al. (2016): Bioen. Res. 9, 809–819
Tlustoš P. et al. (2016): Int. J. Phytoremed. 18, 110–115.

Poděkování: Problematika byla řešena v rámci výzkumného projektu GAČR 17-00859S.

Eliminace obsahu kadmia v semeni máku setého

Petr Škarpa

Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně

Klíčová slova: mák setý, kadmium, biopřístupnost

Do skupiny látek, které lze označit jako „životní prostředí znečišťující kontaminanty“ řadíme těžké kovy (TK), z nichž nejvýznamnější v potravním řetězci jsou především rtuť, chrom, kadmium (Cd) a olovo. Mezi plodiny, které jsou jejich významným konzumentem, patří mák. Aktuálně se při hodnocení kvality semene máku, která rozhoduje o jeho následném ekonomickém zhodnocení, zaměřujeme na kadmium. Nejvýznamnějším zdrojem Cd pro rostliny je půda. Kadmium je v půdě obsaženo přirozeně, na mnoha lokalitách ČR jsou jeho obsahy zvýšené. Z bazálního monitoringu půdy vyplývá nejvíce případů překročení limitu přístupného Cd v kraji Středočeském a Moravskoslezském. Z poslední zpracované periody se medián obsahu Cd v orničním horizontu pohybuje mezi 0,20–0,36 mg.kg⁻¹. Z databáze „registru kontaminovaných ploch“ bylo z celkového počtu analyzovaných půdních vzorků 11,3 % s nadlimitním obsahem jeho přístupné formy (2M HNO₃), na půdách ostatních představoval tento podíl 1,1 % případů.

Množství kovů v rostlině je však více než na jejich půdním obsahu závislé na faktorech ovlivňujících jejich přístupnost. Mezi ty řadíme především půdní kyselost (pH) a oxidačně-redukční procesy (redox potenciál). S klesající hodnotou pH půdy silně stoupá mobilita Cd, která dosahuje maxima v rozmezí 4,4–5,5. Podíl mobilních forem kovů je tak vyšší v půdách kyselých s převládající oxidací (půdy lehčí), naopak v těžkých neutrálních i alkalických půdách jsou kovy i díky vyšší sorpční kapacitě pevněji vázány a jejich vstup do rostlin je tak omezen. S ohledem na výše uvedené je vhodné u kovy kontaminovaných půd udržet půdní reakci nad hodnotou 6,5, a to především vápněním a omezeným používáním fyziologicky kyselých hnojiv. Také aplikace organických hnojiv vede ke zvýšené sorpci Cd v půdě a tím přispívá k jeho imobilizaci. Primární organická hmota dodaná hnojením je významným prekurzorem vznikajících humusových látek, z nichž zejména huminové kyseliny tvoří nerozpustné komplexy s kovy, a tím snižují jejich příjem rostlinou.

Navzdory pěstování máku na půdě s podlimitním obsahem Cd se jeho množství v semeni může zvýšit až nad povolený limit, který činí 800 µg.kg⁻¹. Je to dáno jeho vysokou schopností akumulovat TK. Z údajů SZPI byl v semenech máku v roce 2016 zjištěn obsah Cd u všech analyzovaných vzorků s průměrnou hodnotou 630 µg.kg⁻¹. Dalším zdrojem možné kontaminace rostlinných produktů TK je atmosféra. S vysokou úrovní atmosférické depozice kovů (Cr, Cd nebo Pb) je v ČR nutné počítat především v oblastech s vysokou koncentrací těžebního, hutního a metalurgického průmyslu. ČHMÚ odhaduje celkovou roční depozici Cd na ploše ČR ve výši 4 tis. kg, z čehož mokrá depozice převládá (cca 2,4 tis. kg). Další možnou příčinou zvýšené kontaminace rostlinných produktů kadmiiem je použití nekvalitních hnojiv, zejména ES hnojiv registrovaných dle evropského nařízení, které nestanovuje zásady používání a neuvádí limity těžkých kovů v nich obsažených.

Na základě výše uvedeného lze poukázat na půdu a její agrochemické vlastnosti jako nejvýznamnější faktory ovlivňující vstup kadmia do rostliny. Po jejich posouzení je nutné zvážit, zda je vůbec pěstování máku na daném pozemku vhodné, v opačném případě je třeba zvolit pozemek v jiné lokalitě.

Uplatnění nitrátové směrnice v podmínkách ČR, nové podmínky pro dotace

Jan Klír, Lada Kozlovská

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

Klíčová slova: ochrana vod, dusičnany, nitrátová směrnice

Účelem nitrátové směrnice (směrnice EU č. 91/676/EHS) je chránit vody před znečištěním dusičnany pocházejícími ze zemědělství. Směrnice byla v České republice implementována prostřednictvím vodního zákona (zákona č. 254/2001 Sb.). V § 33 jsou uvedeny definice zranitelných oblastí a akčního programu. Rovněž jsou uzákoněny revize vymezení zranitelných oblastí a akčního programu, a to minimálně každé 4 roky.

V souladu s tím schválila vláda v červenci roku 2016 novelu aktuálního prováděcího předpisu, tedy nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem. Novela pod číslem 235/2016 Sb. s účinností od 1. srpna 2016 upravila vymezení zranitelných oblastí a některá opatření akčního programu. Platné znění nařízení vlády č. 262/2012 Sb., je ke stažení na webu www.nitrat.cz. Změny byly zapracovány do LPIS a upravená opatření jsou tak přiřazena k jednotlivým dílům půdních bloků (DPB).

K praktickému využití byl vydán „Metodický návod pro hospodaření ve zranitelných oblastech“. Tato certifikovaná metodika vydaná koncem roku 2016 obsahuje nejen požadavky na hospodaření ve zranitelných oblastech, ale i obecně platná doporučení v oblasti výživy rostlin a hnojení, využitelná i mimo zranitelné oblasti. Za účelem ochrany vod byla vydána i „Metodika řádného způsobu uložení hnoje na zemědělské půdě (2. vydání)“. Tato obecně platná certifikovaná metodika vydaná na začátku roku 2017 ve druhém, aktualizovaném vydání obsahuje základní pravidla pro ukládání hnoje na zemědělské půdě, včetně příkladů zpracování havarijního plánu s využitím údajů z LPIS, a dále pak legislativní požadavky platné po celém území i zvláštní požadavky pro zranitelné oblasti.

Při pravidelné revizi vymezení zranitelných oblastí bylo ze zranitelných oblastí vyřazeno 18 katastrálních území a naopak 59 nových jich bylo přidáno, a to na základě hodnocení vývoje kvality povrchových a podzemních vod.

Současně byl vyhlášen 4. akční program, na období 2016–2020. Úpravy vycházejí z výsledků monitoringu účinnosti akčního programu, nových výsledků výzkumu i připomínek zemědělské veřejnosti. V neposlední řadě novela reaguje i na vývoj nových technologií a změny klimatu. Důležité jsou i závěry z vyjednávání s Evropskou komisí o nastavení podmínek akčního programu v ČR. Další úpravy byly provedeny za účelem provázanosti a udržení souladu s požadavky kontroly podmíněnosti a podmínkami pro přímé platby.

Opatření akčního programu se vztahují pouze k zemědělským pozemkům nacházejícím se ve zranitelných oblastech. Výjimkou je limit použití 170 kg organického dusíku v průměru na 1 ha, který se i u zemědělského podnikatele hospodařícího jen částečně ve zranitelné oblasti hodnotí na celé výměře. Stejně tak se na celý obchodní závod vztahuje i požadavek na potřebné skladovací kapacity.

Vybrané požadavky z nitrátové směrnice jsou však i součástí podmínek pro dotace na agroenvironmentálně-klimatická opatření a ekologické zemědělství (tzv. minimální požadavky na používání hnojiv). Některé změny v nařízení vlády č. 262/2012 Sb., schválené v roce 2016 se tedy mohou týkat i zemědělců hospodařících mimo zranitelné oblasti.

Poděkování: Příspěvek využívá výsledků řešení výzkumného projektu NAZV QJ 1320213.

Použití technologických vod ze stájových provozů v zemědělství

Gabriela Mühlbachová

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

Klíčová slova: pomocné látky, technologické vody, dojírna

Technologické vody vznikají v zemědělské prvovýrobě při chovu hospodářských zvířat nebo při jednoduchém zpracování rostlinných produktů a jsou využívány jako pomocné půdní látky. Pro jejich samostatné použití na zemědělské půdě obsahují maximálně 1,5 % sušiny a 0,1 % dusíku (§ 7 odst. 2. vyhlášky č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv, ve znění vyhlášky č. 229/2017 Sb.). Technologické vody nejsou z hlediska zákona o hnojivech (zákon č. 156/1998 Sb.) zařazeny mezi hnojiva, neboť neobsahují živiny v účinném množství, ale mezi „pomocné půdní látky“, zkráceně „pomocné látky“. Z hlediska jejich vzniku a složení (malá příměs výkalů a moči) se jedná spíše o zdroj vláhy. Skladování a používání technologických vod jako pomocných látek se řídí zákonem o hnojivech a vyhláškou č. 377/2013 Sb. Jejich použití je nutné zaznamenat do evidence o použití hnojiv, pomocných látek a upravených kalů (rubrika „Pomocné látky, hnojiva se stopovými živinami“). Jedná se zejména o vody ze sanitace a očisty dojírny, mléčnice, čekárny, přeháněcích chodeb nebo stájových prostorů po vyskladnění zvířat. Mezi technologické vody patří i vody stékající po zaplachtované siláži, vody z prázdného hnojiště apod.

Pro dokladování správnosti zařazení mezi technologické vody je nutný vlastní rozbor. U vod z dojíren stačí analýza jednou ročně, pokud však nedojde ke změně používané technologie. V případě jednorázové produkce technologických vod (např. čištění stáje) nebo u jiných technologických vod vznikajících v souvislosti se zpracováním rostlinných produktů, silážováním apod. je nutný rozbor před aplikací. Pokud by totiž nebyly splněny požadované limity, jednalo by se o statková hnojiva (ředěná kejda, silážní šťávy apod.).

V některých provozech končí technologické vody z dojírny ve společné jímce areálu, kam ústí i odvod hnojuvky z centrálního hnojiště. Tuto směs lze považovat za technologické vody jen v případě prázdného hnojiště a při splnění požadavků na obsah sušiny a dusíku. Stejně se hodnotí i obsah jímek u silážních plat a žlabů, kde se při současném způsobu silážování (vysoký obsah sušiny v naskladňované hmotě) netvoří ve větším množství silážní šťávy a v jímkách je zachycována převážně jen voda stékající po plachtách.

Pokud se technologické vody jímají společně s kejdou, pak se na tyto směsi pohlíží jako na statkové hnojivo, tedy ředěnou kejdu. Charakter a složení technologických vod vznikajících na farmách pro chov hospodářských zvířat je značně různorodý a odpovídá způsobu a místu vzniku. Produkce technologických vod závisí na mnoha faktorech a v podniku ji lze stanovit např. na základě různých norem, údajů výrobců zařízení dojíren, sledování spotřeby vody v dojírně (vodoměr) a doby strávené zvířaty při dojení, stavu naplnění nádrží, počtu vyvezených cisteren apod. Pokud nejsou k dispozici vlastní údaje, získané prokazatelným způsobem, lze použít „normativní“ údaje o produkci technologických vod uvedené v příloze č. 1 k vyhlášce č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv. Např. průměrná roční produkce technologických vod z dojírny, mléčnice a přilehlých prostorů je vyhláškou stanovena na 5,6 t/DJ (denní produkce 20 litrů na dojenou krávu o průměrné hmotnosti 650 kg, tedy 1,3 DJ).

Na základě dosažených výsledků lze doporučit na travních porostech jednorázové dávky technologických vod max. 20 t/ha, s možností opakování např. po seči.

Poděkování: Příspěvek využívá výsledků řešení výzkumného projektu NAZV QJ 1330214.

Rizikové prvky v půdách česko-bavorského pohraničí - představení projektu a prezentace vybraných výsledků projektu

Pavel Čermák¹, Šárka Poláková², Ladislav Kubík²

¹*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha - Ruzyně*

²*Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Hroznová 2, Brno*

Klíčová slova: INTERREG IIIA, monitoring, rizikové prvky, rizikové látky

V letech 2006–2008 byl v rámci iniciativ společenství INTERREG IIIA řešen podél česko-bavorské hranice projekt **„Rizikové látky v půdě ve vztahu k životnímu prostředí - přeshraniční základy ochrany půdy (Bavorsko – Česká republika)“** spolufinancovaný ze strukturálních fondů EU.

V rámci řešeného projektu byla na území České republiky rozšířena bavorská monitorovací síť v pravidelném formátu 8 x 8 km, která byla v Bavorsku vytvořena v rámci dílčího evropského programu „Vědecké základy aplikace zákonů na ochranu půdy“ (GRABEN), financovaném bavorským ministerstvem pro životní prostředí, zdraví a ochranu spotřebitelů.

Tato síť se rozprostírá do hloubky českého území cca 50 km. V praxi to znamená existenci 278 monitorovacích stanovišť na území ČR podél česko-bavorské hranice.

V rámci společné monitorovací sítě 8 x 8 km (která má návaznost na evropskou monitorovací síť) byly podle stanovené metodiky postupně vykopány půdoznalecké sondy a provedeno jejich pedologické zhodnocení. U každé sondy byly z jednotlivých horizontů odebírány vzorky půd (případně vzorky vegetačního materiálu) a byly zjišťovány půdní vlastnosti, včetně obsahu anorganických a organických rizikových látek v půdě.

Hlavním cílem projektu bylo zjišťovat zejména obsah anorganických a organických polutantů (PCB, PAH, dioxiny, DDT, HCH atd.) v půdě.

Výsledkem projektu bylo grafické vyjádření obsahu rizikových prvků a rizikových látek v půdách podél česko-bavorské hranice a vydání souboru map v ucelené publikaci „Obsahy rizikových prvků a látek a základní agrochemické charakteristiky půdy v oblasti jižních a západních Čech“ (68 s., 2008, ÚKZÚZ Brno).

Poděkování: Projekt ev. č. CZ.04.4.82/3.1.00.1/0060 byl řešen za finanční podpory ze strukturálních fondů EU.

Kontaminanty v zemědělských půdách v povodí řeky Ohře

Ladislav Menšík, Eva Kunzová

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

Klíčová slova: rizikové prvky, zemědělské půdy, povodí, řeka Ohře, Česká republika

Kontaminace půdy rizikovými kovy představuje vážná rizika pro produkci plodin, kvalitu potravin a zdraví člověka, zvláště díky jejich vysoké toxicitě, velké mobilitě a schopnosti dlouhodobě působit v životním prostředí (Němeček et al. 2010). Jejich osud v prostředí závisí na půdních chemických a fyzikálních vlastnostech (Kabata-Pendias 2011) a především na typu půdy. Cílem výzkumu bylo přinést nové poznatky o kontaminaci půdy rizikovými prvky (těžké kovy) v okolí řeky (zemědělská půda) od české hranice až po město Loket na české straně s cílem, do jaké míry je toto území ekologicky čisté co se týče zátěže rizikovými prvky a látkami, které se dostávají do životního prostředí antropogenní činností.

Bylo vybráno celkem 21 odběrových míst (A-U) v okolí řeky Ohře, převážně v záplavovém území s hranicí N-letých průtoků = Q_{100} ($m^3 \cdot s^{-1}$). Odběr vzorků pro chemické analýzy byl proveden z půdních sond a satelitních bodů na vzorkované ploše zaujímající 138 m^2 . Laboratorní analýzy odebraných vzorků: aktivní a výměnná půdní kyselost; obsahu uhlíku (C), dusíku (N) a síry (S); obsah stopových a rizikových prvků /Al, As, Cr, Pb, Cd, Ni, Zn, Cu, Fe, Mn, Co/. Data byla statisticky hodnocena pomocí krabicových grafů (BOX-PLOT) s použitím mediánu, rozpětí 25–75% a rozpětí minima a maxima. Pro vysvětlení fyzikálně-chemických vlastností půdy byla použita metoda vícerozměrné analýzy PCA (Principal Component Analysis /PCA/.

Obsahy rizikových prvků As, Cd, Cu, Co, Ni, Pb, Zn byly v zájmové oblasti ve většině sledovaných lokalit (cca 80 %) v povrchovém humusovém horizontu (0–30 cm) pod hranicí maximálně přípustné hodnoty dle vyhlášky č.13/1994 Sb., k zákonu 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. K překročení limitů došlo u obsahů arzenu a mědi v lokalitách R, T, u obsahu kadmína v lokalitách 0,3, R, S, T, U, u obsahu olova v lokalitách R, S, T a u obsahu zinku v lokalitách R, S, T a U, u obsahu kobaltu a niklu nedošlo v zájmové oblasti k překročení maximálně přípustných hodnot pro daný humusový horizont (0–30cm), výsledky prokazují nárůst obsahů rizikových prvků As, Cd, Co, Ni a Zn v půdě po směru vodního toku v humusovém horizontu. Vícerozměrná statistická analýza významně vylišila dvě kategorie území (lokality A-P - méně znečištěné prostředí půdy /nižší totální obsahy rizikových prvků As, Co, Ni, Pb, Zn/ a dále Q-T - více znečištěné prostředí půdy /vyšší obsahy rizikových prvků As, Co, Ni, Pb, Zn.

Výsledky řešení projektu navázaly na dlouhodobou spolupráci česko-bavorských partnerů v oblasti ochrany životního prostředí. Realizovaný výzkum v zájmového území (začátek povodí řeky Eger-Ohře) umožňuje další rozvoj česko-bavorské spolupráce.

Literatura:

Kabata-Pendias, A. (2001): Trace elements in soils and plants - Third edition. CRC Press. 435 p.

Němeček J., Vácha R., Podlešákova P. (2010): Hodnocení kontaminace půd v ČR, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 148 s.

Poděkování: Příspěvek byl zpracován za podpory projektu Cíl 3 BY-ČR č. 324 a RO0417.

Možnosti snížení vstupu rizikových prvků z agroekosystémů do potravního řetězce

Eva Kunzová, Ladislav Menšík

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

Klíčová slova: rizikové prvky, půda, pH, organická hmota

Minerální, organická a statková hnojiva jsou kromě prvků, zajišťujících výživu rostlin však mohou obsahovat širokou škálu chemických látek, především rizikových prvků, které jsou s hnojivy do půdy dodávány. V případě jednorázové aplikace hnojiva jsou množství těchto látek sotva postřehnutelná. Opakovaná aplikace hnojiv na jednom stanovišti však může započít akumulaci těchto rizikových prvků v půdě, především v případě As, Cd a Pb, zvýšit jejich koncentraci a rozběhnout tak negativní působení na kvalitu půdy, pěstované plodiny a potenciálně i na zdraví lidské populace a hospodářských zvířat.

Optimální hodnota půdní reakce pH v ornících pro jednotlivé rizikové prvky pro půdy, které nejsou kontaminované rizikovými kovy, kde se plánuje aplikace látek se zvýšenou zátěží rizikových prvků (přesto splňujícím limity legislativy), jako jsou např. kaly z čistíren odpadních vod podle vyhlášky č. 382/2001 Sb., se tyto látky nesmí aplikovat při hodnotě pH (CaCl₂) nižší jak 5,6. Půdy, které jsou některými z rizikových kovů již kontaminované a je potřeba v nich snížit jejich mobilitu, se tímto doporučuje dosáhnout vyšších hodnot pH. Pro zvýšení a udržení hodnot půdní reakce se doporučuje meliorační a udržovací vápnění. Z monitoringu rizikových prvků ve východočeském regionu vyplynuly mezní hodnoty pH min. 5,7 a max. 6,8.

V zájmu snížení uvolnitelnosti rizikových kovů v půdách a snížení odběru těchto kovů rostlinami a jejich utilizace do těch částí rostlin, které jsou dále využívány v rámci potravinového řetězce, je nutné pečovat o obsah a kvalitu půdní organické hmoty. Na orných půdách zajistit trvalý přívod organických látek pro dosažení vyrovnané, resp. kladné bilance organických látek v půdě agrotechnickými opatřeními, jako jsou vyšší zastoupení víceletých pícnin (zejména jetelovin) v osevním postupu, pravidelné hnojení statkovými, organickými hnojivy a posklizňovými zbytky v dostatečných dávkách, široké druhové diverzi a při rovnoměrném zapravení do profilu ornice.

Trvale vytvářet výkonné prostředí plodin harmonickou pěstební technologií za účelem dosažení vyšších výnosů rostlin a následného tzv. zředovacího efektu v obsazích rizikových prvků v rostlinné produkci. Toho dosáhnout postupy, jako jsou rajonizovaná a výkonná odrůda, střídání plodin, zařazení jetelovin, péče o půdní organickou hmotu, péče o fyzikální vlastnosti půdy, optimalizace výživy a hnojení podle půdních a povětrnostních podmínek, optimalizace ochrany rostlin podle výskytu škodlivých činitelů, resp. podle jejich signalizace a prognózy, efektivní regulace plevelů a další.

Poděkování: Příspěvek byl zpracován za podpory projektu QJ1210211 a RO0417.

Koloběh živin od půdy přes rostlinu až do potravního řetězce člověka aneb Kolik dusíku v našich tělech pochází z minerálních hnojiv?

Michal Hejcman^{1,2}

¹*Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze*

²*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha – Ruzyně*

Klíčová slova: dusík, minerální hnojení, rostlina

Dusík je základním biogenním prvkem a jeho fixace pomocí Haber-Boschova procesu vyvinutého v roce 1909 ($\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$) zásadním způsobem změnila život na Zemi. Kolem roku 2000, pocházelo 80% dusíku ve výnosech plodin v Číně z minerálního hnojení. Úživnost v Číně vzrostla vlivem minerálního hnojení dusíkem z 5 na 10 obyvatel na ha. Ke stejnému datu v USA pocházelo přibližně 45% dusíku ve výnosech plodin z minerálního hnojení a celosvětový odhad se pohyboval přibližně v rozpětí 44–51%. Výživa lidstva byla k roku 2000 z 85% závislá na bílkovinách pocházejících ze zemědělství. Předpokládá se, že v roce 2000 zhruba 40% veškerých bílkovin v lidské výživě pocházelo z Haber-Boschova procesu. Lidské tělo o hmotnosti 70 kg obsahuje přibližně 1.8 kg N a z tohoto množství je zhruba 40% z Haber-Boschova procesu. Lze tedy konstatovat, že používání minerálních dusíkatých hnojiv je nezbytné pro naše přežití. Opovrhování minerálními hnojivy, které je běžné u veřejnosti je výsledkem neznalosti skutečné důležitosti minerálních hnojiv pro naše přežití.

Formy a chování potenciálně rizikových prvků v půdách

Luboš Borůvka, Ondřej Drábek, Václav Tejnecký, Aleš Vaněk, Julie Jeřábková, Christopher Ash, Ivana Galušková

Katedra pedologie a ochrany půd, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, Praha – Suchbátka, e-mail: boruvka@af.czu.cz

Klíčová slova: potenciálně rizikové prvky, formy, speciace, půdní vlastnosti, mobilita, přístupnost

Potenciálně rizikové prvky (RP) představují významné kontaminanty v půdách. Přestože půdy v ČR nejsou celoplošně výrazně znečištěné, existují zde oblasti a místa se zvýšeným obsahem těchto prvků v půdách (například Příbramsko, Kutnohorský, Ostravský, některá nížinná území apod.). Na rozdíl od organických polutantů nemohou být RP v půdě zcela rozloženy, mohou být pouze navázány do pevných vazeb, čímž se sníží jejich mobilita, dostupnost a potenciální nebezpečnost. Formy a chování těchto prvků v půdách závisí na vlastnostech jednotlivých prvků a na vlastnostech dané půdy. Vazba rizikových prvků v půdě je ovlivněna také původem těchto prvků: zatímco prvky přirozeného, tedy litogenního původu (tj. z mateční horniny) jsou zpravidla pevněji vázány, často v silikátových minerálech, prvky pocházející z lidské činnosti bývají v půdě vázány méně pevně a představují obecně větší nebezpečí. Určení původu prvků je ale velmi obtížné. Používají se různé metody, od hodnocení prostorového rozložení, rozložení v půdním profilu, hodnocení podílu mobilních forem, až po moderní izotopové metody založené na porovnání izotopového složení prvků v půdě s izotopovým složením potenciálních zdrojů, pokud jsou známy.

Celkové množství rizikových prvků v půdě nepodává dostatečnou informaci o jejich aktuální či potenciální nebezpečnosti. K tomu je třeba znát formy, v jakých se prvky v půdě nacházejí. Existuje celá řada třídění forem RP i celá řada metod pro jejich stanovení. Nejčastěji se rozlišují tyto formy RP: vodorozpustné, výměnné, organicky vázané, poutané na oxidy železa a manganu, vázané v definovaných sloučeninách (uhlíčitany, sulfidy, fosforečnany apod.), a vázané v silikátech (tzv. zbytková neboli reziduální frakce). Největší nebezpečí představují vodorozpustné a výměnné formy, v případě organicky vázaných forem závisí jejich nebezpečí na konkrétním druhu organických sloučenin, na které se RP váží. Prvky poutané na oxidy železa a manganu a zejména prvky poutané v silikátech jsou vázány poměrně pevně a nepředstavují většinou aktuální nebezpečí pro organismy či potravní řetězec.

Z půdních vlastností ovlivňují chování a formy RP zejména půdní reakce, obsah a kvalita organické hmoty, a oxidačně redukční podmínky. Většina RP je více rozpustná, a tedy více mobilní, přístupná a nebezpečná, v kyselých podmínkách. Výjimkou jsou např. molybden či arzén, které jsou naopak mobilnější v alkalických podmínkách. Některé prvky, např. olovo měď, mají silnou afinitu k organické hmotě. Jiné prvky, například kadmium, jsou v půdách obecně poutány slaběji a jsou velmi mobilní. Znalosti půdních vlastností, které ovlivňují chování RP v půdách, jsou důležité pro posouzení zranitelnosti (vulnerability) půd případným znečištěním, mohou být také využity při remediaci znečištěné půdy.

Dusík v půdě v místech uložení hnoje na zemědělské půdě

Pavel Svoboda

VÚRV v.v.i., Praha 6, Ruzyně

Klíčová slova: složiště hnoje, hnojůvka, minerální dusík, půdní profil

Značnou část chlévského hnoje je nutné dočasně ukládat na zemědělském pozemku formou polních složišť. To s sebou nese určité riziko ohrožení okolí složiště vytékající hnojůvkou. Jsou dána určitá pravidla a legislativní opatření, aby se riziko znečištění přilehlých povrchových vod, půdního prostředí a sousedních objektů minimalizovalo.

V období od roku 2010 do 2017 bylo provedeno rozsáhlé vzorkování půd a hnojůvky v místech polních složišť hnoje skotu a ostatních zvířat. Byla zjišťována míra intenzity odtoku hnojůvky ze složiště a následné pronikání minerálního dusíku (N) do půdního profilu. Zjišťoval se jednak výskyt, množství a obsah N ve vyteklé hnojůvce ze složiště a obsah N v půdním profilu v místě složiště. Obsah N byl zjišťován v půdě, kde se nacházely stopy po odtoku hnojůvky ze složiště až do hloubky zvýšeného výskytu N, po 30cm vrstvách. Pro zjištění celkových ztrát N během uložení hnoje na zemědělské půdě byl zjišťován také obsah N v půdním profilu krátce po likvidaci složiště (po odvozu hnoje ze složiště). Vzorkování půdy se v tomto případě provádělo na ploše bývalého složiště do hloubky 120cm po 30cm vrstvách. Obsah N byl vždy porovnán s kontrolním půdním profilem mimo dosah složiště. V místě zlikvidovaných složišť byla půda stejným způsobem vzorkována i v následujících 4 letech, aby byl zjištěn výskyt a případný posun N do větších hloubek půdního profilu.

Největší celkové ztráty N do půdy byly shledány u složišť hnoje skotu při úsporném stlaní (104,6 kg N/1 složiště), nejmenší u složišť hnoje koní, ovcí a koz (5,6, respektive 6,1 kg N/1 složiště). U všech druhů složišť byla podstatná část ztrát N tvořena půdním N z plochy po likvidaci složiště. N z okolní půdy složiště tvořil menší část z celkové hodnoty, nejvíce to bylo u složišť hnoje skotu při úsporném stlaní (7,6 kg N/1 složiště). Zde ve velké míře rozhodovala obvykle nízká hodnota sušiny uloženého hnoje, kdy bývá odtok hnojůvky z hromad hnoje intenzivnější. U složišť hnoje drůbeže, koní, ovcí a koz a také skotu při hluboké podestýlce nezpůsobila obvyklá vyšší hodnota sušiny hnoje a také menší průměrná velikost složišť větší odtok hnojůvky a případný průsak N do půdy mimo složiště. N ve volně odteklé hnojůvce tvořil nejmenší podíl z celkových ztrát dusíku, bylo to v intervalu od 0,01 do 0,97 kg N/1 průměrně velké složiště.

Po likvidaci složiště hnoje byl krátce po rozvozu hnoje v místě složiště hnoje skotu v průměru 7,5 násobek obsahu N oproti kontrole. N byl soustředěn v horní 30 cm vrstvě půdy (cca ze 70-85 %) a byl tvořen převážně amonným iontem. Jeden rok po likvidaci složiště docházelo k posunu N do spodnějších vrstev půdního profilu a více jak 60 % N bylo tvořeno pohyblivým nitrátovým iontem. Dva roky po rozvozu hnoje se celkové množství N v půdním profilu zredukovalo oproti výchozímu stavu o 45 %, nicméně poměrně velké množství N zůstalo v podorničních vrstvách půdy. Tři roky po rozvozu hnoje z polního složiště byl zaznamenán již jen mírně zvýšený obsah N v celém půdním profilu, a to v průměru 1,3 násobek oproti kontrolnímu místu mimo dosah složiště.

Poděkování: Příspěvek byl zpracován za podpory projektu RO0417.

Živiny a rizikové prvky v půdě

Sekce:

Možnosti modernizace agrochemického zkoušení půd (základní živiny a mikroprvky)

Návrh moderního systému agrochemického zkoušení půd

Pavel Čermák¹, Gabriela Mühlbachová¹, Tomáš Lošák², Jaroslav Hlušek²

¹*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha - Ruzyně*

²*Ústav environmentalistiky a přírodních zdrojů, Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií, Mendelova univerzita v Brně*

Klíčová slova: agrochemické zkoušení zemědělských půd, Mehlich 3, síra, fosfor, mikroelementy

Sledování základních půdních parametrů (tj. zejména obsah základních živin – fosfor, draslík, půdní reakce) má v České republice dlouholetou tradici a v současnosti je zkoušení půd zakotveno v legislativě zákonem č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění pozdějších předpisů + prováděcí vyhláška k tomuto zákonu č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků).

V současné době se v České republice pro analýzy půd a vyhodnocení výsledků pro stanovení obsahu základních živin používá metoda Mehlich 3. Velkou předností metody Mehlich 3 je její snadná proveditelnost, nízké finanční nároky a možnost využít pro finální analytické stanovení moderní přístrojové postupy.

Výhoda univerzálních činidel, a tedy i metody Mehlich 3, se významně zvýšila s nástupem multielementárních analytických metod – především ICP-OES (optická emisní spektrometrie v indukčně vázaném plazmatu), kde jsou všechny prvky měřené simultánně v jednom extraktu a přidání dalšího prvku do měřeného souboru neznámá prakticky žádné další finanční nároky.

V současné době je metoda široce užívaná a bylo by žádoucí, aby se zpřesnila kritéria pro hodnocení výsledků získaných touto metodou. Zvýšená pozornost musí být věnována zejména stanovení fosforu, kde zejména na karbonátových půdách je nutné upravit kritéria hodnocení a analytický postup. Tato nutnost souvisí se změnou pH činidla v průběhu extrakce, které vede ke snížení extrakční schopnosti. Jeho hodnoty extrahované v půdách neodpovídají koncentracím P reálně využitelným pro rostliny. Proto musí být provedena optimalizace a úprava korekce na změnu pH extrakčního činidla vlivem karbonátů v půdách.

V rámci společného řešení projektu s označením QJ 1530171 (NAZV, 2015–2018), na kterém spolupracuje VÚRV Praha, v.v.i. (koordinátor), ČZU v Praze a Mendelova univerzita v Brně a subdodavatelem dalších prací a služeb je Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, je úmysl použít metodu Mehlich 3 pro revizi celého procesu stanovování obsahu přístupných živin a široké škály dalších prvků (v extraktu podle Mehlicha 3 budou stanoveny všechny zájmové prvky - K, P, Mg, Ca, Cu, Zn, Mn, Fe, B, S a Al, s využitím analytické koncovky ICP-OES). Statistickými metodami budou získána analytická data vyhodnocena a na jejich základě definovány limitní koncentrace zásoby prvků v zemědělských půdách. Aplikační efekt výsledků projektu je zcela jednoznačný a okamžitý - dojde ke komplexnímu pohledu na všechny živiny v půdě a dále k optimalizaci doporučení pro hnojení, což je přínosem pro trvale udržitelnou zemědělskou produkci i pro optimální využití živin z aplikovaných hnojiv.

Poděkování: Problematika je řešena v rámci projektu QJ 1530171 finančně podporovaném MZe ČR (NAZV).

Předběžný návrh kritérií pro obsah mikroelementů metodou Mehlich 3

Jiří Zbíral

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Hroznová 2, 656 06 Brno

Klíčová slova: Mehlich 3, mikroelementy, agrochemické zkoušení půd, kritéria hodnocení

Agrochemické zkoušení zemědělských půd ČR je v současné době založeno na použití extrakčního činidla Mehlich 3 pro stanovení fosforu, draslíku, hořčíku a vápníku. Pokud je požadováno i stanovení mikroelementů, tak měď, zinek, železo a mangan se stanovují v extraktu DTPA – TEA a bor v extraktu půdy horkou vodou (Berger – Truog). Tento postup, který vyžaduje použití různých extrakčních činidel a individuální analýzu každého extraktu, je pracný a nákladný. Proto byla zkoumána možnost stanovení všech těchto prvků (a např. i síry a rizikových prvků) v extraktu Mehlich 3 při využití multielementární metody optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP – OES). Tato analytická metoda je vhodná pro simultánní, rychlé a efektivní stanovení všech požadovaných prvků v půdním extraktu. Nicméně aby bylo možné využít extrakční činidlo Mehlich 3 i pro stanovení mikroelementů, bylo nutné určit kritéria pro hodnocení výsledků.

Prezentovaná pracovní kritéria byla získána přepočtem z regresních závislostí mezi dosud používanými extrakčními činidly (se známými hodnotami kritérií) a extrakčním činidlem Mehlich 3. Získané hodnoty byly pak ještě validovány modelovým zařazením do příslušných kategorií zásobenosti a upraveny tak, aby zastoupení v jednotlivých kategoriích bylo přibližně shodné pro dosud používané extrakční metody i pro metodu Mehlich 3. Takto získaná kritéria jsou samozřejmě pouze orientační, ale jsou užitečným základem a východiskem pro budoucí zpřesnění a pro další úpravy kritérií pro jednotlivé plodiny na základě nádobových a polních pokusů.

Poděkování: Práce byla vypracována s částečnou podporou z projektu NAZV QJ1530171.

Změny v legislativě hnojiv v roce 2017

Jan Klír, Eva Kunzová

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

Klíčová slova: legislativa, hnojiva, pomocné látky, technologické vody, popel, digestát

Dne 1. května 2017 nabyla účinnosti **novela zákona č. 156/1998 Sb.**, o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), vydaná pod č. 61/2017 Sb. Novela upravuje některé požadavky na uvádění hnojiv do oběhu, ohlašování vzájemně uznaných hnojiv, vedení registru hnojiv, označování a balení hnojiv, skladování a aplikaci hnojiv i provádění agrochemického zkoušení zemědělských půd. Pro dosažení souladu s předpisy Evropské unie, konkrétně s nařízením Evropského parlamentu a Rady č. 1107/2009, o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh byly v §2 písm. i) a j) upraveny definice "pomocné půdní látky" a "pomocného rostlinného přípravku", a to tak, že již nezahrnují přípravky na ochranu rostlin. Důležitou změnou pro zemědělce je nová povinnost vést skladovou evidenci i pro statková hnojiva (hnůj, kejda apod.), podle § 8, odst. 1, písm. d). Dosud se tato povinnost vedení dokladové evidence o příjmu, výdeji a skladovaném množství vztahovala jen na skladování minerálních hnojiv, organických hnojiv (digestát, kompost apod.), organominerálních hnojiv a pomocných látek. Novelou zákona byla zavedena i ohlašovací povinnost při letecké aplikaci kapalných hnojiv a pomocných látek a rovněž byly rozšířeny sledované parametry u některých hnojiv o mikrobiologické činitele. Tyto změny byly promítnuty do následujících prováděcích vyhlášek, v rámci jejich novelizace.

V červenci 2017 byla vydána **novela vyhlášky č. 377/2013 Sb.**, o skladování a způsobu používání hnojiv, a to pod č. 229/2017 Sb., s účinností změn od 15. srpna 2017. Z hlavních změn vybíráme již dříve avizované zvýšení maximálního obsahu sušiny u technologických vod z 1,0 % na 1,5 % (§ 7 odst. 2). Na základě požadavku praxe a pro usnadnění evidence hnojení, především u malých zemědělských podniků, které nemají oddělené skladovací kapacity pro hnůj od jednotlivých kategorií skotu byl stanoven normativ obsahu živin pro směsný hnůj od více kategorií skotu (tabulka A v příloze č. 3, hodnota 6,7 kg N/t). V této tabulce byl současně stanoven i normativ obsahu živin pro tuhý digestát. Pro zemědělské podniky, které aplikují na zemědělskou půdu popel ze samostatného spalování biomasy, došlo ke změně způsobu evidence aplikace. Nově musí být tato hnojivá látka evidována ve 100% sušině, s limitem aplikace maximálně 2 tuny sušiny/ha za tři roky (§ 7 odst. 7).

V roce 2017 byla rovněž vydána **novela vyhlášky č. 474/2000 Sb.**, o stanovení požadavků na hnojiva, a to pod č. 237/2017 Sb., s účinností změn od 3. září 2017. V návaznosti na novelu zákona o hnojivech se ve vyhlášce doplňují přípustná množství mikroorganismů v organických hnojivech a substrátech, při jejichž výrobě byly použity odpady z čistíren odpadních vod. Mezi "typová hnojiva" (příloha č. 3), tedy hnojiva, u kterých se při jejich uvádění do oběhu nepožaduje registrace, ale jen ohlášení, se nově zařazují pevné nebo kapalné směsi hnojiv na bázi stopových živin (nové typy 9.1 a 9.2) a rovněž některá granulovaná vápenatá a hořečnatovápenatá hnojiva. Rovněž byla upřesněna terminologie organických hnojiv. U hnojiv vzniklých anaerobní fermentací při výrobě bioplynu (výhradně z krmiv a statkových hnojiv) byl jako typové hnojivo doplněn "tuhý digestát", vznikající v bioplynových stanicích kontejnerového typu.

Poděkování: Příspěvek využívá výsledků řešení výzkumného projektu NAZV QJ 1330214.

Obsahy síry v půdách České republiky

Pavel Němec

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Hroznová 2, 656 06 Brno

Klíčová slova: síra, půda, Mehlich 3, Agrochemické zkoušení zemědělských půd

V letech 2011–2016 provedl ÚKZÚZ v rámci Agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP) ověření stanovení obsahů přístupných forem síry v půdách ČR.

Cílem bylo zjistit stav zásobenosti zemědělských půd ČR přístupnou sírou a na rozsáhlém souboru dat otestovat navrhovaná kritéria hodnocení výsledků stanovení.

Dále bylo zjišťováno jaké faktory ovlivňují obsahy síry. Jako extrakční činidlo byl použit univerzální extraktant Mehlich 3. Půdní vzorky byly odebírané podle platných "Pracovních postupů pro AZZP v ČR pro období 2011–2016" na území 56 okresů. Celková vzorkovaná výměra činí 293 348 ha což představuje 40 543 půdních bloků LPIS. Ve vybraném souboru převažuje orná půda (93,40 %). Statisticky byly testovány faktory způsob využití pozemku (kultura), skupina půdních typů dle BPEJ, obsah uhlíků dle AZZP a výrobní oblast. Statistický charakter hodnocených výsledků analýz je typický nesymetrickým rozdělením dat s velkým výskytem odlehklých a extrémních hodnot. Kritéria hodnocení obsahů přístupné síry byla hodnocena formou procent zastoupení v kategoriích obsahů. Rozpětí navrhovaných kategorií hodnocení obsahů jsou kategorie obsahů nízkých do 20 mg/kg, vyhovujících 21–30 mg/kg, dobrých 31–40 mg/kg, vysokých 41–50 mg/kg a obsahů velmi vysokých nad 50 mg/kg. Kritéria hodnocení platí pro všechny druhy pozemků. Rozsah statistického souboru naznačuje, že i malé difference v rámci jednotlivých faktorů vlivů na obsahy přístupné síry mohou být statisticky průkazné a vést k zamítnutí příslušných nulových hypotéz. Proto jsme se zaměřili na zhodnocení těchto diferencí z praktického agronomického pohledu. Medián obsahů přístupné síry ve sledovaném období v rámci zemědělských půd ČR 11,9 mg/kg. Nejvyšší obsahy jsou typické pro chmelnice (21,6 mg/kg), nejnižší pro vinice (10,3 mg/kg). Medián obsahů na orné půdě (35 544 vzorků, 273 979 ha) činí 11,8 mg/kg. Převážná většina půd je typická nízkým obsahem přístupné síry (83,24 % analyzovaných vzorků), tj. obsahy do 20 mg/kg. Obsahy v kategorii vyhovující jsou reprezentovány 10,6 % vzorků. Kategorie obsahů dobrá, vysoká a velmi vysoká (nad 31 mg/kg a výše) jsou zastoupeny celkem 6,2 % analyzovaných vzorků. Pod hodnotou 10 mg/kg se nachází 34,5 % vzorků, tj. třetina. Vzhledem k rozsahu statistického souboru jsou difference mezi hodnocenými úrovněmi testovaných faktorů statisticky velmi významné. Z praktického pohledu je ovšem rozdíl mezi testovanými mediány způsobů využití pozemků (kultur) zanedbatelný. Orná půda 11,8 mg/kg, TTP 14,9 mg/kg, sady 11,1 mg/kg, vinice 10,3 mg/kg, chmelnice 21,6 mg/kg. Rozdíl mezi vinicemi a chmelnicemi je sice 11,3 mg/kg, je však způsoben vysokým výskytem vysokých odlehklých a extrémních hodnot v půdách chmelnic. Ze statistické analýzy vyplývá, že obsahy přístupné síry jsou významně ovlivněné konkrétní lokalitou. Promítají se zde všechny vlivy přírodních faktorů i způsobu hospodaření. Obsahy přístupné síry v půdách ČR jsou nízké. Kritéria odvozená zejména z pokusných sledování popisují ideální podmínky zajištění přístupné síry pěstovaným rostlinám. Aplikovaná na reálné půdní podmínky nás informují o nedobré skutečném výživném stavu našich půd z pohledu výživy rostlin sírou. Důležitým příčinným faktorem tohoto stavu může být intenzivní pěstování řepky olejky, plodiny velmi náročné na síru.

Změny obsahu živin v půdě a úroveň výnosu sušiny biomasy jarního ječmene v závislosti na půdním typu a dávce živin

Tomáš Lošák¹, Jaroslav Hlušek¹, Jakub Elbl², Pavel Čermák³, Gabriela Mühlbachová³

¹*Ústav environmentalistiky a přírodních zdrojů, Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno*

²*Ústav geologie a pedologie, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno*

³*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha 6 -Ruzyně*

Klíčová slova: ječmen jarní, fosfor, nadzemní biomasa, výnos, živiny, pH, půda

V rámci společného řešení projektu s označením QJ 1530171 (NAZV, 2015–2018), na kterém spolupracuje VÚRV Praha, v.v.i. (koordinátor), ČZU v Praze a Mendelova univerzita v Brně se naše brněnské pracoviště podílelo jak na opakovaných odběrech vzorků půd a rostlin z polních podmínek Moravy (řepka olejná, pšenice ozimá, kukuřice), tak i na založení 3-letých nádobových experimentů (se stupňovanými dávkami superfosfátu trojitého a ESTA Kieseritu) s ječmenem jarním odrůdy KWS Irina a to na třech různých půdních typech: černozem (Brno), hnědozem (Jaroměřice nad Rokytinou) a kambizem (Příbram). Část pokusů (založených v BZA Mendelovy univerzity v Brně) s Mitscherlichovými nádobami na 5 kg zeminy spočívala v aplikaci stupňovaných dávek superfosfátu trojitého (0,3-0,6-1,2 g P/nádoba) při konstantní výživě dusíkem (1 g/nádoba jako LAV). Z výsledků roku 2015 vyplývají signifikantní rozdíly jak mezi jednotlivými půdními typy, tak i jednotlivými variantami hnojení ve sledovaných parametrech. Výnos sušiny celkové nadzemní biomasy u kontrolní nehnojené varianty (sklizené v mléčně-voskové zralosti) byl signifikantně navýšen pouze u hnědozemě oproti zbylým půdním typům následovně (g/nádoba): hnědozem (48,12) – kambizem (40,34) – černozem (38,97). Pouze nejnižší dávka P (0,3 g P/nádoba) signifikantně zvyšovala výnos na černozemi a kambizemi oproti nehnojené kontrole. Zatímco obsah P v rostlinách s dávkou hnojiva dle očekávání narůstal u všech půdních typů, obsah K v rostlinách signifikantně poklesl v případě černozemě a hnědozemě u všech hnojených variant oproti kontrole. Obsah Zn v rostlinách poklesl u všech hnojených variant oproti kontrole, a to u všech půdních typů, zatímco obsah Mn v rostlinách byl redukován pouze při aplikaci superfosfátu u černozemě. Nejvyšší dávka P signifikantně zvýšila obsah S v zemině po sklizni (stanovené metodou Mehlich 3) v případě hnědozemě a kambizemě. Výměnná půdní reakce po sklizni (pH/CaCl₂) se mezi variantami průkazně nelišila: 7,35–7,45 u černozemě; 6,45–6,63 u hnědozemě; 6,15–6,25 u kambizemě. Kromě synergicko-antagonistických vztahů jsou rovněž sledovány korelační závislosti. Jedním z cílů projektu je ověření možnosti využití metodiky Mehlich 3 i pro stanovení S a vybraných mikrobiogenních prvků v půdě.

Poděkování: Problematika je řešena v rámci projektu QJ 1530171 finančně podporovaném MZe ČR (NAZV). Rovněž děkujeme za spolupráci pracovníkům ÚKZÚZ Brno a Botanické zahrady a arboreta (BZA) Mendelovy univerzity v Brně.

Problematika fosforu v půdě a jeho stanovení metodou Mehlich 3

Martin Kulháněk, Jindřich Černý, Ondřej Sedlář, Jiří Balík

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze

Klíčová slova: fosfor; půda; rostliny; metoda Mehlich 3

Nedostatek fosforu v půdě je celosvětovým problémem. Již více než 70 % světových půd vykazuje velmi nízké obsahy a P se tím stává limitujícím pro růst rostlin. Nejinak je tomu i v České republice, kde již dlouhodobě dochází k čerpání fosforu z půdních zásob. To je způsobeno především nevyrovanou bilancí vstupů a výstupů P, kdy ke zvýšeným výstupům dochází především v důsledku pěstování výkonnějších odrůd a jednostranné intenzifikaci produkce hnojením dusíkem. Tyto ztráty ani zdaleka nenahrazují vstupy fosforu aplikovanými hnojivy. Vzhledem k poklesu živočišné výroby není fosfor doplňován stájovými hnojivy a návratnost P zaoráním slámy je ve srovnání například s draslíkem nepatrná, protože se fosfor akumuluje především ve sklizených semenech rostlin. Dále postupně dochází k vyčerpání ložisek kvalitních fosfátů pro výrobu minerálních hnojiv, a proto se v nejbližší době nedá očekávat zlepšení situace. Proto bychom se měli zaměřit na zvýšení efektivity využití P z dodaných aplikovaných hnojiv, recyklaci a omezení plýtvání potravinami.

V České republice je pro stanovení přístupného fosforu již dlouhodobě používána metoda Mehlich 3. Ta má nesporné výhody ve své relativní jednoduchosti provedení, rychlosti a především univerzálnosti. Je možno ji využít pro stanovení makro- (P, K, Ca, Mg, S) a mikroprvků (Fe, Zn, Mn, Mo, Cu, B). V literatuře jsou však uváděny i nevýhody této metody, jako je např. extrakce nepřístupného podílu živin a horší extrakční účinnost na půdách s vysokou hodnotou pH (neutralizace činidla). Proto byly v rámci výzkumu realizovány odběry půdních a rostlinných (pšenice ozimá, řepka ozimá, kukuřice) vzorků (n=128) ze stanovišť v ČR. Jednalo se především o půdy s hodnotou pH vyšší než 7 (n=88). Půdy byly extrahovány metodou Mehlich 3, vodným výluhem a AEM membránami pro stanovení obsahu přístupného fosforu. V rostlinách byl pomocí suchého rozkladu stanoven celkový obsah P. Dále byla měřena míra neutralizace činidla Mehlich 3 v závislosti na pH půdy.

Ze statistické analýzy vyplývá, že na půdách s vyšším pH (nad 7,0) poklesly korelace mezi hodnotami dosaženými metodou Mehlich 3 a obsahy P v rostlinách. Byla potvrzena i neutralizace činidla Mehlich 3 se zvyšujícím se pH půdy. Zde na silně alkalických půdách došlo ke zvýšení hodnoty z původních 2,6 na více než 4,0. Proto je u půd s vyšším pH důležité hledat alternativy k hodnocení obsahu P v půdě, např. vyšší okyselení činidla Mehlich 3 nebo použití doplňujících extrakčních metod (vodný výluh, Olsen).

Poděkování: Příspěvek byl připraven s podporou projektu NAZV č. QJ1530171.

Dostupnost bóru v půdě pro rostliny při odstupňovaných dávkách fosforu

Gabriela Mühlbachová¹, Pavel Čermák¹, Tomáš Lošák², Jaroslav Hlušek², Radek Vavera¹, Martin Káš¹, Kateřina Marková¹

¹*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha 6 – Ruzyně*

²*Ústav environmentalistiky a přírodních zdrojů, Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií, Mendelova univerzita v Brně*

Klíčová slova: ječmen jarní, bór, fosfor, nadzemní biomasa, výnos, živiny, pH, půda

V rámci společného řešení projektu s označením QJ 1530171 (NAZV, 2015–2018), na kterém spolupracují VÚRV Praha, v.v.i. (koordinátor), ČZU v Praze a Mendelova univerzita v Brně. V rámci projektu byly ve VÚRV, v.v.i. založeny tříleté nádobové pokusy (5 kg zeminy) se třemi různými půdními typy (černozem - pokusná stanice ÚKZÚZ Žatec, kambizem - ZOD Kámen, hnědozem - VÚRV, v.v.i. - Ruzyně) a s odstupňovanými dávkami fosforu aplikovaného ve formě trojitého superfosfátu (0,3-0,6-1,2 g P/nádoba). Pro pokus byl použit jarní ječmen (odrůda KWS Irina), současně byly nádoby hnojeny dusíkem (1 g N/nádoba). V pokusu byly použity dva půdní testy – Mehlich 3 a výluh octanu amonného. V rámci pokusu byl sledován nejen vliv odstupňovaných dávek fosforu na růst rostlin a příjem fosforu rostlinami, ale také interakce fosforu s dalšími živinami, zvláště bórem. Bór je v našich půdách nedostatkovou živinou, navíc je rostlinami přijímán, podobně jako fosfor, jako aniont. V literatuře jsou jen zřídka popisovány vzájemné interakce mezi bórem a fosforem. Bylo nicméně popsáno, že nadbytek jednoho z těchto prvků může snižovat dostupnost druhého prvku pro rostliny. Dvouleté výsledky ukázaly, že výnos sušiny nadzemní hmoty se prokazatelně zvyšoval u nejvyšších dávek fosforu. Výsledky také ukázaly, že se zvyšující se dávkou fosforu dochází ke zvýšení jak obsahu bóru v rostlinách, tak i ke zvýšení celkového příjmu bóru rostlinami, které bylo prokazatelné v roce 2016 u kambizemě a hnědozemě. Důsledkem bylo námi zaznamenané snížení obsahu bóru v půdě při zvyšujících se dávkách fosforu, které bylo možné prokázat jak půdním testem Mehlich 3, tak především výluhem octanu amonného. Ve vzájemných vztazích mezi fosforem a bórem hrají významnou úlohu individuální půdní vlastnosti jako je zrnitost půdy, hodnota pH, obsah hydroxidů hliníku a železa, jílovitých minerálů, vlhkost a obsah živin v půdním roztoku. Vzájemné interakce mezi obsahem fosforu a bóru v půdě byly při použití půdního testu Mehlich 3 prokazatelné v roce 2015 u černozemě a kambizemě, v roce 2016 u kambizemě a hnědozemě, v případě výluhu octanu amonného byly prokazatelné korelace v půdě zjištěny při všech interakcích mezi bórem a fosforem. Celkově vyšší zásobenost pokusných půd fosforem vedla k vyššímu odběru bóru rostlinami a v důsledku vyšších výnosů i vyššímu příjmu bóru, což vedlo ke snížení obsahu bóru v půdách. Je tedy potřeba při hnojení půd fosforem u rostlin vzít v úvahu i jejich potřebu výživy bórem. Kromě toho byl zjištěn prokazatelný vztah mezi půdním testem Mehlich 3 a výluhem octanu amonného, což umožní predikci zásobenosti bóru také metodou Mehlich 3 v rámci agrochemického zkoušení půd.

Poděkování: Problematika je řešena v rámci projektu QJ 1530171 finančně podporovaném MZe ČR (NAZV).

Využití multispektrálních dat ze satelitních a bezpilotních platform pro odhad výnosu a kvality cukrové řepy

Jan Lukáš¹, Kateřina Křížová^{1,2}, Mikuláš Madaras¹, Eva Kunzová¹, Jitka Kumhálová², Jan Komárek²

¹*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha 6 - Ruzyně*

²*Česká zemědělská univerzita v Praze*

Klíčová slova: cukrová řepa, výživa, DPZ, UAV, SEQUOIA, WorldView-3, multispektrální data, výnos, kvalita

Cukrová řepa je jedna z klíčových plodin pěstovaných v České republice, která realizuje svůj výnosový potenciál i v závislosti na kvalitě řízení její výživy. Možnosti využití prostředků dálkového průzkumu z bezpilotních a satelitních platform v oblasti multispektrálního snímání ve viditelném pásmu nabízí u mnoha zemědělských plodin operativní nástroj pro monitoring jejich růstu.

Cílem práce bylo korelovat dálkově snímaná obrazová multispektrální data s pozemními daty v kontextu výživových situací pro sestavení předpovědních modelů výnosu a kvality cukrové řepy.

Satelitní data z družice WorldView-3 a data z multispektrální kamery Parrot SEQUOIA byla použita k odvození tří druhů indexů (NDVI, SAVI a OSAVI) na experimentálním poli Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni. Variabilita vstupních dat byla založena na 24 způsobech hnojení kombinací různých úrovní minerálního a statkového hnojení, ve 4 opakováních na 96 plochách (10x10m), kdy byl zkoumán vztah mezi výnosovými a kvalitativními parametry s hodnotami vegetačních indexů. Zpracování dat bylo provedeno nástroji zonální statistiky v programu ArcGIS, pro korelační analýzu byl použit program R.

Předběžné výsledky analýzy dat prokázaly vysokou míru korelace všech vegetačních indexů s hodnotami výnosu cukrové řepy a nižší míru korelace v případě cukernatosti. Mezi kvalitou vegetačních indexů nebyl signifikantní rozdíl s tím, že nejvyšších hodnot dosahoval opakovaně vegetační index OSAVI. V případě dat z družice WorldView-3 byla hodnota korelačního indexu mezi výnosem a OSAVI = 0.86, mezi cukernatostí a OSAVI = -0.63, v případě platformy UAV s multispektrální kamerou SEQUOIA byla hodnota korelačního indexu mezi výnosem a OSAVI = 0.81, mezi cukernatostí a OSAVI = -0.77. Získané modely umožňují nově predikovat odhad výnosu cukrové řepy s 80 %, resp. 70% přesností v případě cukernatosti. Výsledky naznačují potenciální směr využití levného řešení bezpilotní platformy osazené multispektrální kamerou pro odhad výnosu a kvality cukrové řepy.

Poděkování: Projekt TRIO č. FV10213 Ministerstva průmyslu a obchodu ČR.

Živiny a rizikové prvky v půdě

Editoři:

Ing. Eva Kunzová, CSc., Ing. Ladislav Menšík, Ph.D., Ing. Milan Vach, CSc.

Vydal:

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

Grafická úprava a sazba:

Ing. Eva Kunzová, CSc., Ing. Ladislav Menšík, Ph.D., Ing. Milan Vach, CSc.

Rok vydání: 2017

Počet stran: 32

Náklad: 200 ks

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

Foto: Ladislav Menšík

Publikace neprošla jazykovou úpravou.

Citace sborníku:

Kunzová, E., Menšík, L., Vach, M. Živiny a rizikové prvky v půdě: Sborník abstraktů ze semináře. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha–Ruzyně, 2017.

© Eva Kunzová, Ladislav Menšík, Milan Vach, 2017

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha–Ruzyně, 2017