

Rostlinám přístupné mikroprvky

Obsahy mikroprvků v zemědělských půdách České republiky jsou sledovány nejen díky Agrochemickému zkoušení zemědělských půd (AZZP), ale také díky monitorovací síti ploch, které jsou v pravidelných časových intervalech vzorkovány vždy ze stejných míst. Pracovníci Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ) pověřeni spravováním této sítě ji označili názvem Bazální monitoring půd (BMP).

Monitorovací síť BMP má velký význam z hlediska sledování vývoje agrochemických parametrů (pH, obsah přístupného fosforu, draslíku, hořčíku a vápníku a také obsah mikroprvků), což napomáhá hlubšímu poznání půdního systému a vede k potřebě půdu chránit. Plochy BMP jsou většinovým procentem umístěny na půdách obhospodařovaných konvenčně; část ploch se nalézá na pozemcích, které využívá ÚKZÚZ ke zkušební činnosti. Soubor čítá 214 pozorovacích ploch a zahrnuje orné půdy, trvalé travní

porosty (TTP), sady, vinice a chmelnice. První odběry půd proběhly v roce 1992, v roce 1995 byly zopakovány za použití optimalizované metody vzorkování, podle které probíhají v šestiletých cyklech (1995, 2001, 2007, 2013, 2019, 2025...).

Co přinesly výsledky z let 1995–2019?

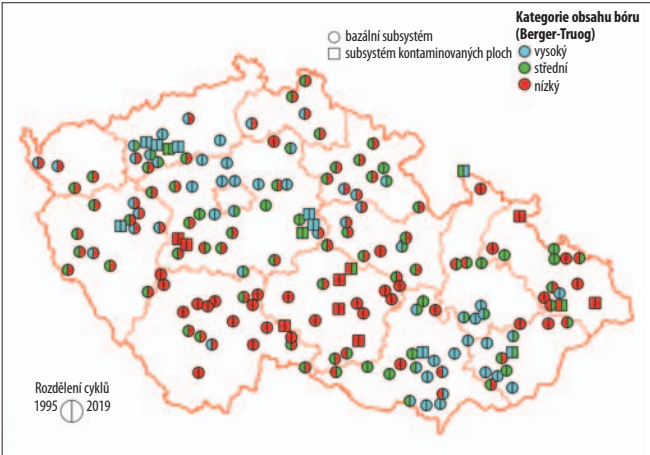
Pro hodnocení změn, ke kterým došlo za uskutečněných pět period odběrů, bylo nutno soubor 214 ploch zúžit na 173 ploch z důvodu porovnatelnosti. Plo-

chy musely splnit několik podmínek, a to 1) všechny plochy musely být ve všech periodách vzorkovány, 2) nezměnily kulturu a 3) nebyly posunuty v prostoru. Celek se tak vymezil na 137 orných půd, 22 TTP, 4 sady, 4 vinice a 6 chmelnic. Údaje z tabulky nám říkají, že na začátku vzorkování v roce 1995 a na konci vzorkování v roce 2019 obsahy poklesly u bóru a manganu, setrvalý stav byl u mědi a nárůst u železa a zinku. Z nich statisticky průkazný byl pouze pokles u bóru a nárůst u železa. Nízká hodnota obsahů bóru v roce 2019 sice naznačuje výrazný pokles, ale příčinou je nastavení analytické meze stanovitelnosti laboratorního přístroje na vyšší hodnotu obsahu bóru v půdě (0,5 mg B/kg).

Přístupný bór (B)

Bór významně působí na kvalitu produkce, zvláště na obsah

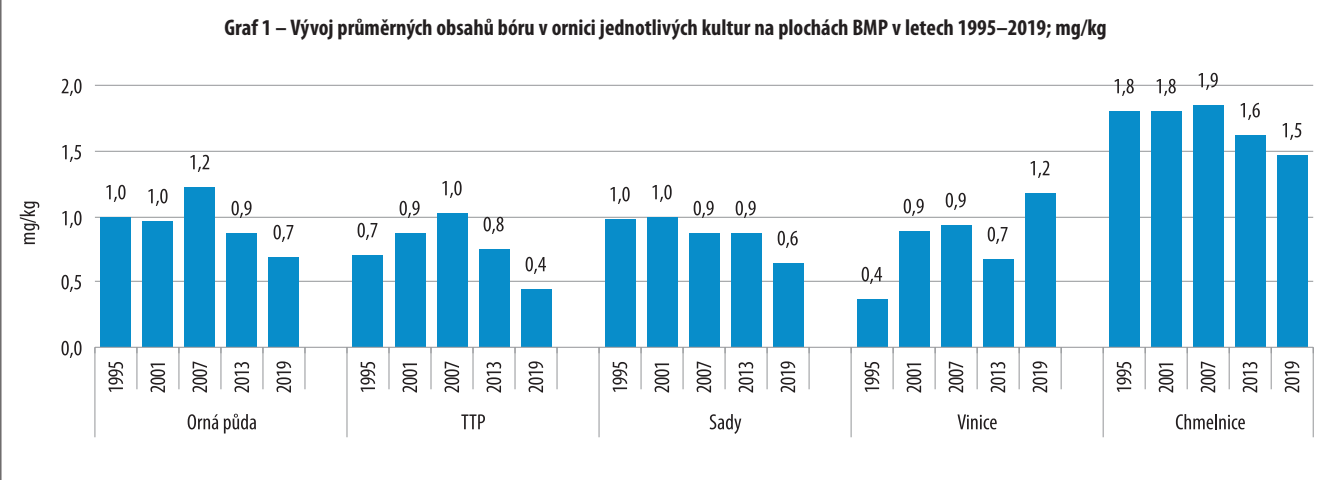
cukrů v řepě a ovoci, na množství vitamínů a na odolnost proti bakteriálním chorobám (Beněš 1994).



Obr. 1 – Kategorie obsahu bóru stanoveného ve výluhu podle Berger-Truog na monitorovacích plochách BMP v roce 1995 a 2019 podle Kritérií pro hodnocení obsahu bóru v půdě (Neuberg 1990).

Mezi prvním a posledním cyklem vzorkování nastal pokles u všech kultur kromě vinic, a to o 0,3–0,4 mg B/kg (graf 1). Pokles byl statisticky průkazný pouze u orných půd a trvalých travních porostů. U vinic došlo ke zvýšení (navýšení bylo o 0,8 mg B/kg). V souboru jsou obsaženy čtyři vinice s velmi rozdílným obsahem B v jednotlivých letech, proto tento rozdíl nebyl vyhodnocen jako statisticky významný. Chmelnice se od všech ostatních kultur statisticky významně lišily vyšším obsahem. V mapě na obrázku 1 je barevně zobrazen stav obsahu bóru na jednotlivých plochách na počátku monitorování v roce 1995 a pak v roce 2019 podle kategorií. (Pokračování na str. 27)

Mediány přístupných mikroprvků v letech 1995, 2001, 2007, 2013 a 2019 v ornici 173 pozorovacích ploch					
Cyklus	Bór (mg/kg)	Měď (mg/kg)	Železo (mg/kg)	Mangan (mg/kg)	Zinek (mg/kg)
1995	0,82	1,92	58,3	38,8	2,25
2001	0,80	2,25	89,1	37,5	2,93
2007	0,95	1,99	70,1	38,2	2,33
2013	0,84	1,98	85,2	44,5	2,78
2019	< 0,5	1,92	76,2	37,4	2,45



(Pokračování ze str. 26)

Z mapy jsou patrné nízké obsahy bóru v Kraji Vysočina, kde i Nerad (1994) při třetím průzkumu obsahu mikroelementů v půdě uváděl, že v okresech Žďár nad Sázavou, Jihlava a Třebíč byl zjištěn největší podíl půd s nízkým obsahem B (asi přes 30 % půdy v jednotlivých okresech); jako další oblast s poměrně velkým podílem půd s nízkým obsahem B zmiňuje jižní Čechy. Naše aktuální zjištění tomuto odpovídá a rovněž také plně koresponduje s výsledky AZZP (Smatanová 2023).

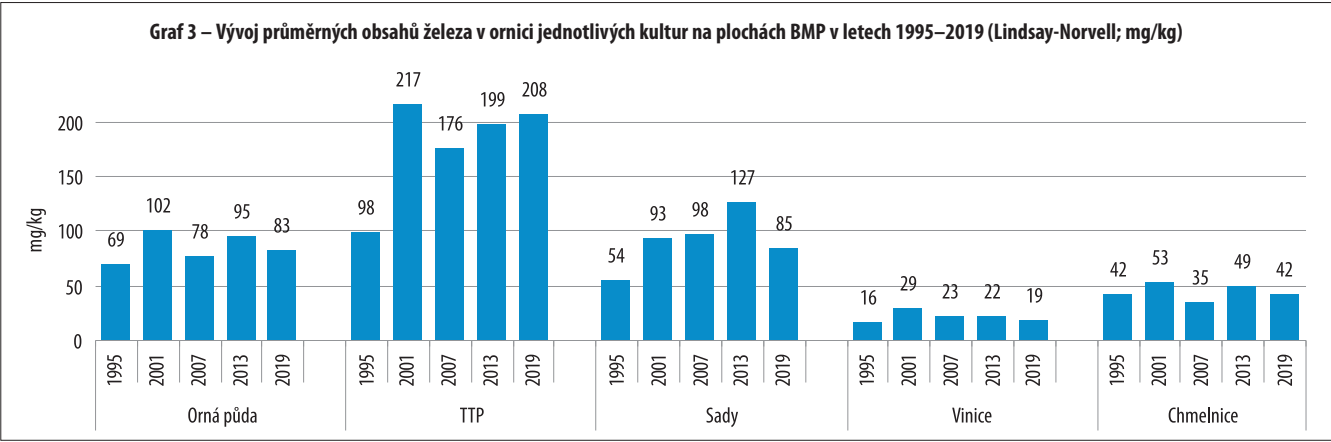
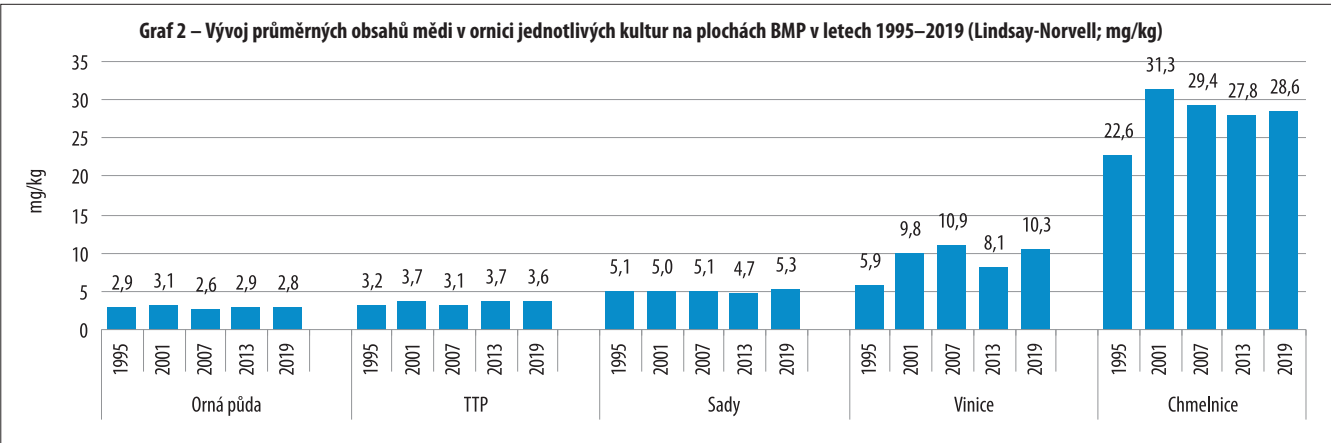
Pozemky, které se vyznačují nízkým obsahem bóru, by bylo vhodné před pěstováním plodiny náročné na bór ošetřit hnojivem obsahujícím bór či aplikovat přímo na plodinu foliární hnojivo. Náročné na bór jsou cukrovka, krmná řepa, mák, řepka, vojtěška, len, salát, jablono,

hrušeň, bobovité rostliny (Beneš 1994).

Přístupná měď (Cu)

Nedostatek Cu je nejčastější na lehkých podzolových půdách, v oblastech s vysokými srážkami, na půdách přehnojených dusíkem, fosforem, zinkem a při převápnění. Vysoké obsahy Cu v půdě jsou časté v půdách hnojených čistírenskými kalů. Nadměrný obsah Cu snižuje přijatelnost Fe (Beneš 1994). Pokud je zvýšená koncentrace Cu v prostředí, zůstává většinou měď lokalizována v kořenech. Proto nebývá časté nebezpečí jejího průniku do potravního řetězce (Vaněk et al. 1999).

U kultur orná půda, TTP a sady byly mezi cykly vzorkování hodnoty vyrovnané. Zvyšující se obsahy jsou patrné u vinic a chmelnic (graf 2); nicméně tyto hodnoty nejsou



statisticky průkazné. Vinice a chmelnice se od ostatních kultur statisticky významně lišily vyšším obsahem Cu. Je to dáno tím, že v těchto kulturách jsou poměrně značně používány prostředky na ochranu rostlin obsahující měď. Průměrné hodnoty mědi za jednotlivé cykly se nacházely v rozmezí 5,90–10,9 mg Cu/kg – vinice, 22,6–31,3 mg Cu/kg – chmelnice.

V mapě na obrázku 2 je zobrazen stav obsahu mědi na jednotlivých

plochách v roce 1995 a pak v roce 2019 podle kategorií.

Přístupné železo (Fe)

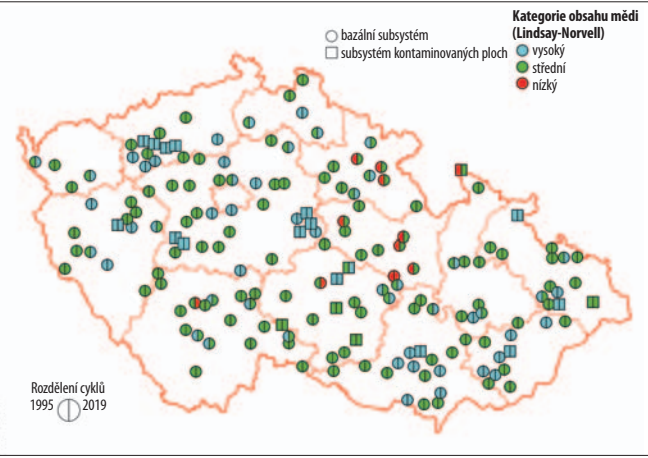
V chemismu půdy sehrává železo důležitou úlohu. Jeho oxidační stupně, hlavně Fe²⁺ a Fe³⁺, se účastní různých půdních reakcí, významně ovlivňují fyzikální a chemické vlastnosti půdy, a tím i rozpustnost a přijatelnost živin rostlinami. Převážná část Fe je v půdě ve formě málo rozpustného oxidu a hydroxidu

železitého. Rozpustnost sloučenin Fe je značně závislá na pH. V kyselých a periodicky zavlažovaných půdách je Fe značně mobilní. Při nadbytku Fe je snížen příjem Ca, Mn a B, ale také P a K. S přibývajícím alkalitou se značně snižuje rozpustnost, a tím i přijatelnost Fe (Beneš 1994).

Orná půda a trvalé travní porosty zaznamenaly nárůst obsahů, který byl v porovnání roku 1995 s ostatními roky statisticky významný. Sady, vinice a chmel-

nice mají v souboru obsažen nízký počet ploch s vysokou variabilitou obsahů Fe a nebyl u nich zjištěn statisticky významný rozdíl v jednotlivých cyklech. Vinice a chmelnice se od ostatních kultur lišily výrazně nižším obsahem Fe. Může to být dáno i tím, že v těchto kulturách jsou poměrně značně používány prostředky na ochranu rostlin obsahující měď; nedostatek Fe může být způsoben jejím nadbytkem.

(Pokračování na str. 28)



Obr. 2 – Kategorie obsahu mědi stanovené ve výluhu podle Lindsay-Norvell na monitorovacích plochách BMP v roce 1995 a 2019 podle Kritérií pro hodnocení obsahu mědi v půdě (Neuberg 1990)

Rostlinám ...

(Dokončení ze str. 27)

Rovněž nadbytek Mn, Ni, Cr působí konkurenčně tím, že vytváří cheláty a omezuje tak tvorbu chelátů Fe. Nedostatek Fe se projevuje také v oblastech alkalických, rašelinných a karbonátových půd a půd přehnojených P, kde zvláště na lehkých půdách vznikají málo pohyblivé Fe-fosfáty (Vaněk et al. 1999).

Nedostatek Mn se projevuje na suchých stanovištích, neutrálních až alkalických půdách s pH nad 7. Nadbytek Mn je patrný většinou na silně kyselých stanovištích, po hnojení kyselé působícími hnojivy (Vaněk et al. 1999).

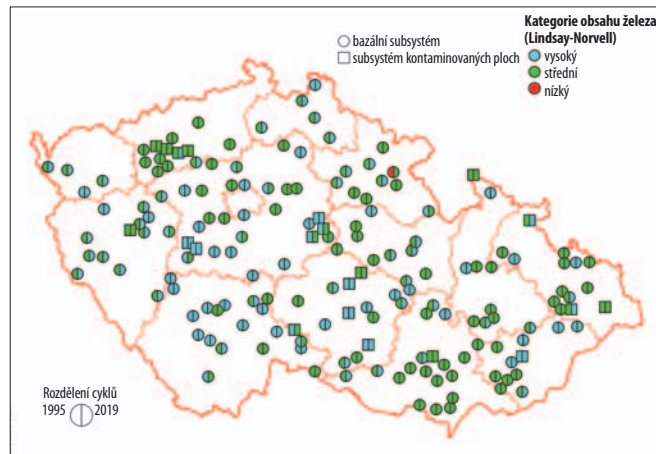
U orné půdy, TTP a sadů byly mezi cykly vzorkování hodnoty vyrovnané. Pouze u orné půdy

jílraté částice, na druhotné oxidy Fe, Mn, Al a na organickou hmotu. Nejčastěji se nedostatek vyskytuje v kyselých písčitých půdách humidních oblastí, v půdách s vysokým obsahem jílu s fosforem, v půdách karbonátových a v půdách s vysokým podílem organické hmoty. Při vysokém obsahu vápníku v půdě může být vápník přímo odpovědný za nedostatek zinku v rostlinách. Vysoké obsahy zinku se vyskytují v půdách městských aglomerací, v blízkosti

K zvýšenému příjmu zinku dochází i při nadbytku Fe (Beneš 1994).

Náročními plodinami na obsah zinku jsou kukuřice, chmel, bob, obiloviny, mrkev, salát (Vaněk et al. 1999).

Vývoj průměrných obsahů přístupného zinku zaznamenal statisticky průkazný rozdíl pouze na orných půdách v roce 2001 a 2013; tyto roky vykázaly průkazně vyšší obsahy oproti roku 1995. Sady, vinice a chmelnice mají v souboru obsažen



Obr. 3 – Kategorie obsahu železa stanovené ve výluhu podle Lindsay-Norvell na monitorovacích plochách BMP v roce 1995 a 2019 podle Kritérií pro hodnocení obsahu železa v půdě (Neuberg 1990)

V mapě na obrázku 3 je barevně zobrazen stav obsahu železa na jednotlivých plochách v roce 1995 a pak v roce 2019 podle kategorií.

Přístupný mangan (Mn)

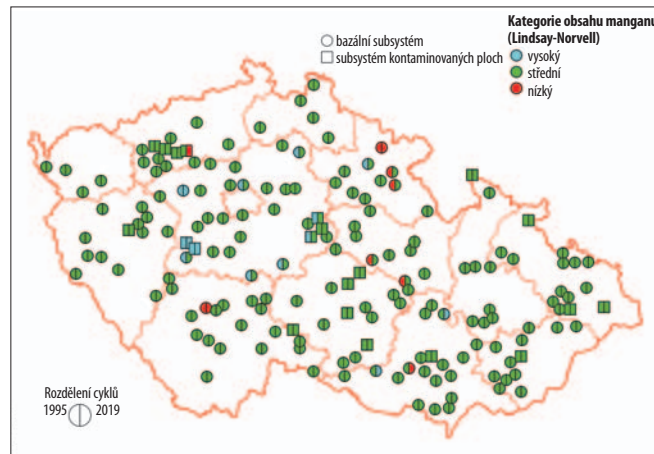
Nejlépe přístupnou formou pro rostliny je kation Mn^{2+} . V této formě je vázán na sorpční komplex nebo se vyskytuje jako volný ion v půdním roztoku. Z faktorů, které nejvíce ovlivňují rozpustnost a pohyblivost manganu v půdách, má největší význam pH a oxidačně-redukční podmínky. V půdách kyselých s nízkým redoxpotenciálem převládá Mn^{2+} . Vzhledem k tomu, že je tato forma nejlépe přístupná rostlinám, je jeho příjem na těchto půdách, zvláště na jaře podstatně vyšší než na půdách neutrálních a alkalických (Beneš 1994).

rozdíl mezi rokem 2007 a 2013 byl statisticky průkazný rozdíl. Zvyšující se obsahy jsou patrné u trvalých travních porostů (graf 4); nicméně tyto hodnoty nejsou statisticky průkazné. Stejně jako v případě Fe, tak i v případě Mn se vinice a chmelnice od ostatních kultur statisticky významně lišily nižším obsahem Mn. Průměrné hodnoty manganu za jednotlivé cykly se nacházely v rozmezí 15–22 mg Mn/kg – vinice, 22–29 mg Mn/kg – chmelnice.

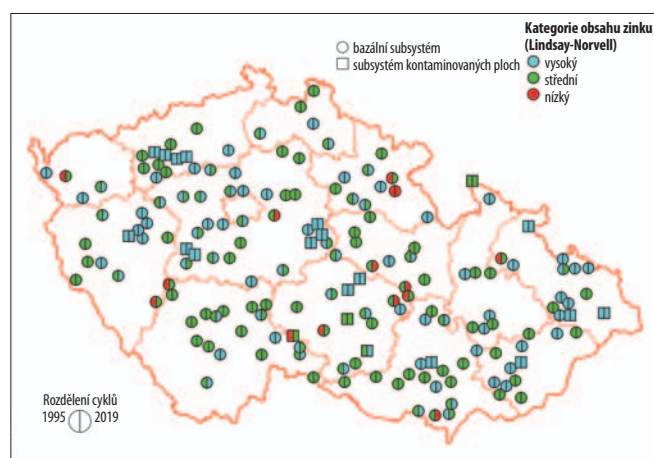
V mapě na obrázku 4 je zobrazen stav obsahu Mn na jednotlivých plochách v roce 1995 a pak v roce 2019 podle kategorií.

Přístupný zinek (Zn)

V půdách a rostlinách je Zn přítomen převážně jako dvojmocný kation Zn^{2+} v sloučeninách. Sorbuje se hlavně na



Obr. 4 – Kategorie obsahu manganu stanovené ve výluhu podle Lindsay-Norvell na monitorovacích plochách BMP v roce 1995 a 2019 podle Kritérií pro hodnocení obsahu manganu v půdě (Neuberg 1990)

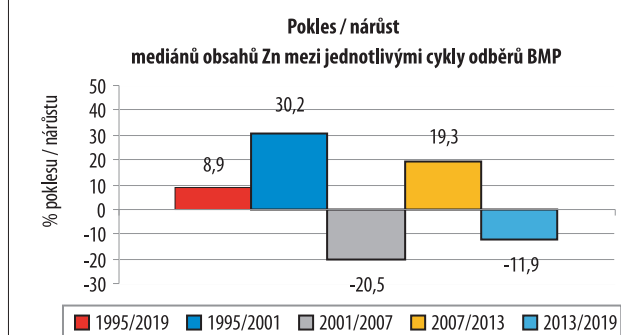
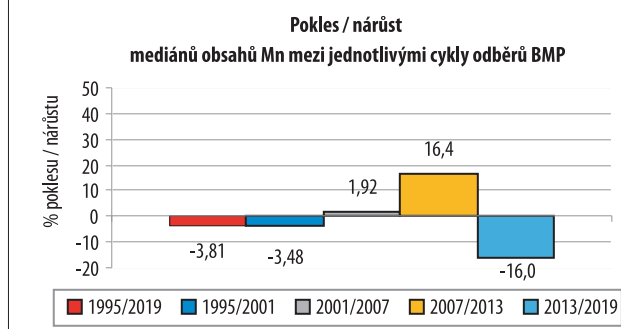
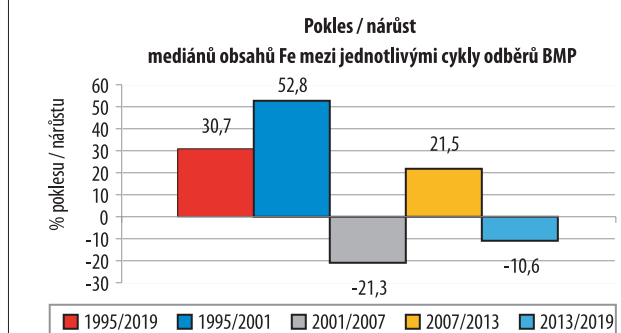
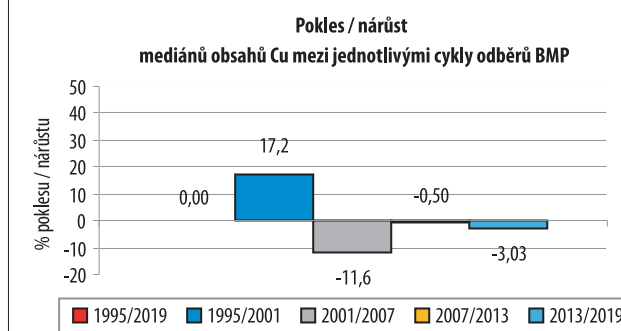
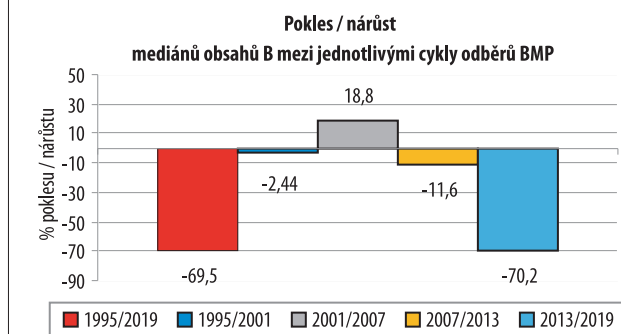


Obr. 5 – Kategorie obsahu zinku stanovené ve výluhu podle Lindsay-Norvell na monitorovacích plochách BMP v roce 1995 a 2019 podle Kritérií pro hodnocení obsahu zinku v půdě (Neuberg 1990)

důlních hald a úpraven rud. Toxicitu může způsobit i používání čistírenských kalů a městských odpadů jako hnojiva. V normálních podmínkách přichází toxicita v úvahu tam, kde se značně zvýší kyselost půdy.

malý počet ploch s vysokou variabilitou obsahů Zn, a proto u nich nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v jednotlivých cyklech. Nejvyšší průměrné obsahy Zn byly pro jednotlivé roky vypočteny pro sady (graf 5). Ty-

Graf 6 – Procentické změny mediánů obsahů mikroelementů mezi odběrovými cykly: 1995 a 2019; 1995 a 2001; 2001 a 2007; 2007 a 2013; 2013 a 2019. Červeně je označena změna mezi počátečním (1995) a dosud posledním (2019) cyklem vzorkování. V obrázku v legendě je vždy cyklus, který je z obou cyklů uveden jako první, je položen = 100 %



to hodnoty jsou však silně ovlivněny vysokým obsahem na ploše 2014B (obrázek 5). Tato plocha dosáhla za roky 1995, 2001, 2007, 2013, 2019 průměrné hodnoty 99,1 mg Zn/kg; ostatní tři plochy sadů nabyly následující průměrné hodnoty: 2,33 mg/kg; 3,14 mg/kg; 1,51 mg/kg.

V mapě na obrázku 5 je zobrazen stav obsahu Zn na jednotlivých plochách v roce 1995 a pak v roce 2019 podle kategorií. Nedostatek Zn se u nás vyskytuje zřídka.

Závěr

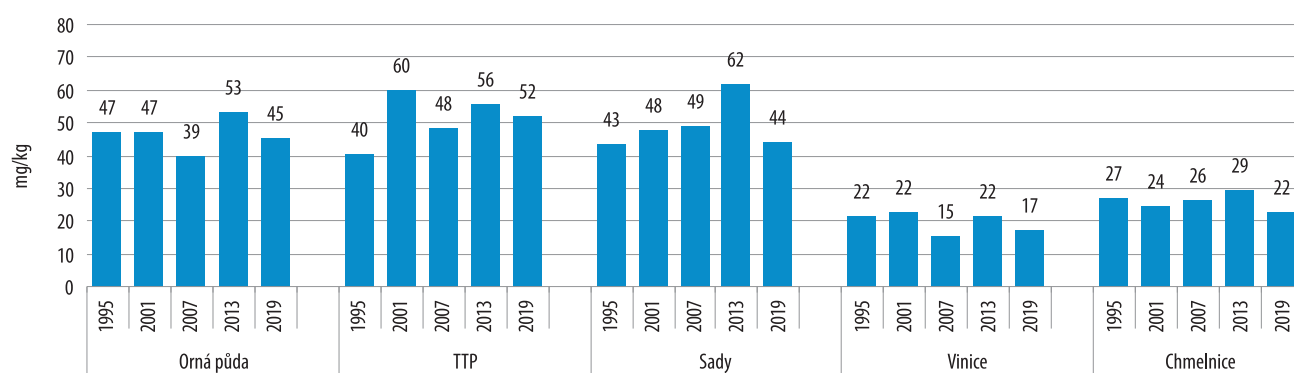
Hodnocení obsahu mikroelementů B, Cu, Fe, Mn, Zn za uskutečněných pět period odběrů (rok 1995, 2001, 2007, 2013 a 2019) bylo z důvodu porovnatelnosti provedeno na souboru 173 ploch BMP, které jsou za dobu sledování prostorově identické a nezměnily způsob obdělávání. Od roku 1995 nelze

u mikroelementů v porovnání cyklů vysledovat jednoznačný vývoj směrem k nárůstu nebo poklesu obsahů. Obsahy na začátku sledování a na konci vzorkování v roce 2019 (v grafu označeno červeně) ukázaly pokles u bóru a manganu, setrvalý stav u mědi a nárůst u železa a zinku. Z nich statisticky průkazný byl pokles u bóru a nárůst u železa.

Odběry půdních vzorků prováděné v pravidelných cyklech napomáhají poznávat půdu a jsou možným klíčem k odhalení nepříznivých vlivů a neuvážených zásahů, které ohrožují její kvalitu. Mezi správnou péčí o půdu patří i doplňování všech živin, aby nebyly čerpány jejich půdní rezervy a nebylo ohrožováno zachování půdní úrodnosti.

Ing. Lenka Prášková, Ph.D.
Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Graf 4 – Vývoj průměrných obsahů manganu v ornici jednotlivých kultur na plochách BMP v letech 1995–2019 (Lindsay-Norvell; mg/kg)



Graf 5 – Vývoj průměrných obsahů zinku v ornici jednotlivých kultur na plochách BMP v letech 1995–2019 (Lindsay-Norvell; mg/kg)

