



**ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ
A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ**

**Výsledky agrochemického zkoušení
zemědělských půd
za období 2014 – 2019**

Brno, 2020



Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Sekce zemědělských vstupů

**Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd
za období 2014–2019**

Zpracovala: **Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.**

Předkládá: **Ing. Miroslav Florián, Ph.D.**
ředitel Sekce zemědělských vstupů

Schválil: **Ing. Daniel Jurečka**
ředitel ústavu

Brno, srpen 2020

Obsah	strana
1 ÚVOD.....	2
1.1 Metodika vzorkování a hodnocení AZZP	2
1.2 Popis analytických metod.....	3
2 HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ AGROCHEMICKÉHO ZKOUŠENÍ PŮD.....	4
2.1 Půdní reakce	5
2.2 Přístupné živiny	6
2.2.1 Obsah přístupného fosforu	6
2.2.2 Obsah přístupného draslíku	7
2.2.3 Obsah přístupného hořčíku.....	8
2.2.4 Obsah přístupného vápníku	9
2.2.5 Poměr K : Mg	10
2.2.6 Obsah přístupné síry	12
2.3 Mikroelementy	14
2.3.1 Metodika hodnocení mikroelementů.....	14
2.3.2 Bór	15
2.3.3 Měď	16
2.3.6 Železo	18
2.3.5 Mangan.....	19
2.3.4 Zinek.....	21
2.4 Kadmium	23
3 ZÁVĚR.....	26
4 KRITÉRIA HODNOCENÍ AGROCHEMICKÝCH ROZBORŮ PŮD	28
4.1 Kritéria hodnocení obsahu fosforu, draslíku a hořčíku	28
4.2 Kritéria pro hodnocení obsahu uhličitánů v půdách.....	29
4.3 Kritéria pro hodnocení půdní reakce	29
4.4 Potřeba vápnění	30
4.5 Mikroelementy	31
4.6 Síra.....	31
4.7 Kadmium	32
4.8 Hodnocení plošné nevyrovnanosti pozemků.....	32
5 LITERÁRNÍ ZDROJE	32
 Příloha 1 Hodnocení přístupných živin 2014-2019, souhrn tabulkových údajů.....	33
Příloha 2 Hodnocení mikroelementů 2014-2019, souhrn tabulkových údajů.....	127

1 ÚVOD

Agrochemické zkoušení zemědělských půd (dále jen AZZP) představuje pravidelné zjišťování vybraných parametrů půdní úrodnosti s možností usměrňovat používání hnojiv. Výsledky zkoušení jsou pro zemědělce podkladem pro zpracování racionálního systému hnojení. Ministerstvu zemědělství (dále jen MZe) a dalším orgánům státní správy umožňuje AZZP sledovat vývoj půdní úrodnosti v rámci celé České republiky (dále jen ČR). Umožňuje posoudit vliv intenzity hnojení na půdní vlastnosti, předpovídat potřebu hnojení a v obecném pojetí ovlivňovat agrární politiku v oblasti výživy rostlin a hnojení.

Agrochemické zkoušení zemědělských půd je prováděno podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích, substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech) a vyhlášky č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů.

Agrochemické zkoušení zemědělských půd provádí Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (dále jen ÚKZÚZ), který metodicky a organizačně zabezpečuje odběr půdních vzorků, provádí analýzy, zpracovává výsledky a předává je k využití MZe ČR a dalším orgánům státní správy.

Výsledky Agrochemického zkoušení zemědělských půd automaticky a průběžně uveřejňované prostřednictvím LPIS jsou primárně určeny pro zemědělské subjekty, kterým systém umožňuje kontrolovat a zlepšovat kvalitu půdy.

1.1 Metodika vzorkování a hodnocení AZZP

Odběry půdních vzorků provádějí subjekty k této činnosti oprávněné ÚKZÚZ. Odběry probíhají v pravidelných šestiletých cyklech. V průběhu tohoto období je prozkoušena téměř celá výměra zemědělské půdy ČR. Plocha pro odběr jednoho průměrného vzorku je u orné půdy a trvalých travních porostů 7 až 10 ha, u speciálních druhů pozemků (chmelnice, vinice, ovocné sady) 2–3 ha.

Všechny odběrové plochy jsou lokalizovány zeměpisnými souřadnicemi v systému S–JTSK (souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální). Geografické zaměření odběrových ploch umožňuje provádět odběry půdních vzorků opakovaně na stejných plochách a porovnávat získané výsledky se srovnatelnými výsledky z minulých odběrových cyklů a hodnotit vývojové tendence sledovaných půdních parametrů.

Základní půdní vlastnosti jsou hodnoceny samostatně pro ornou půdu, trvalé travní porosty, vinice, sady a chmelnice. Kritéria hodnocení výsledků obsahují pět kategorií. Kategorie nízký obsah vyjadřuje nedostatečnou zásobu živiny v půdě a potřebu jejího dosycení. Vyhovující a dobrý obsah představuje žádoucí zásobu, kterou je třeba hnojením pouze udržovat a v případě ekonomických problémů je možno hnojení (pouze však při dobré zásobě živin v půdě) i krátkodobě vynechat. Obsah vysoký a velmi vysoký je nadměrný a hnojení je v těchto případech zbytečné a z ekologického hlediska až nežádoucí.

Statistické hodnocení a zpracování výsledků je automaticky prováděno webovou aplikací vyvinutou MZe pro AZZP.

Nedílnou součástí AZZP jsou dlouhodobé polní zkoušky, sledující v různých půdně–klimatických podmínkách vliv stupňovaného minerálního hnojení, organického hnojení a vápnění ve vztahu k dosahované produkci a půdním vlastnostem. Ústav zabezpečuje tyto zkoušky čtyřicet pět let s cílem vyhodnocovat vztahy mezi intenzitou hnojení, výnosy, obsahem živin v půdě a příjmem živin rostlinami. Na základě těchto vztahů jsou pak stanovovány nejvhodnější

analytické metody, které by kvantitativně dobře stanovily pro rostliny přístupnou složku půdního fosforu, draslíku a hořčíku a zároveň dovozovaly v několikaletých intervalech hodnotit vývoj zásobenosti půdy těmito živinami podle nastavených kritérií zásoby přístupných živin.

1.2 Popis analytických metod

Půdní vzorky se analyzují výhradně v Národní referenční laboratoři ÚKZÚZ, která má osvědčení o akreditaci podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005.

Do roku 1989 byla pro stanovení obsahu přístupného fosforu v půdě používána metoda podle Egnera a pro stanovení obsahu draslíku a hořčíku metody podle Schachtschabela. Od roku 1990 byl zaveden společný výluh pro stanovení obsahu přístupného P, K, Mg a Ca podle metody Mehlich 2. Od roku 1999 byla tato metoda nahrazena novější modifikací Mehlich 3, která je z hlediska analytických a provozních předností výhodnější.

Mezi základní chemické rozborů patří stanovení výměnné půdní reakce, stanovení obsahu uhličitů (CO_3^{2-}), obsahu přístupného fosforu (P), draslíku (K), hořčíku (Mg) a vápníku (Ca). Dále se provádí výpočet potřeby vápnění na základě hodnoty pH a půdního druhu, vypočítává se aktuální kationtová výměnná kapacita a poměr K:Mg.

Od roku 2014 jsou základní analýzy rozšířeny o stanovení mikroelementů (kapitola 2.3) a od roku 2019 o kadmium (kapitola 2.4).

Stručný popis analytických postupů

- *Orientační určení druhu půdy hmatovou zkouškou*

Roztíráním a mnutím malého množství zeminy mezi prsty za vlhka lze podle drsnosti, mazlavosti a plasticity odhadnout půdní druh podle současně platného třídění.

- *Stanovení pH (0,01M CaCl_2)*

Mezi vyluhovacím roztokem a půdou dojde k ustavení rovnováhy mezi ionty vodíku v roztoku a ionty vodíku vázanými v sorpčním komplexu půdy. Aktivita iontů vodíku se měří v půdní suspenzi skleněnou iontově selektivní elektrodou.

- *Orientační stanovení obsahu uhličitů*

Uhličitany v půdě se rozkládají kyselinou chlorovodíkovou. Objem uvolněného oxidu uhličitého je úměrný obsahu uhličitů ve vzorku, hodnotí se subjektivně.

- *Stanovení obsahu přístupných živin, mikroelementů a kadmia v extraktu Mehlich 3*

Půda se extrahuje kyselým roztokem, který obsahuje fluorid amonný pro zvýšení rozpustnosti různých forem fosforu vázaných na hliník. V roztoku je přítomen i dusičnan amonný, který příznivě ovlivňuje desorpci draslíku, hořčíku a vápníku. Kyselá reakce vyluhovacího roztoku je nastavena kyselinou octovou a kyselinou dusičnou. Přítomnost EDTA zajišťuje dobrou uvolnitelnost nutričně významných mikroelementů. Koncentrace Mg a Ca se stanoví metodou atomové absorpční spektrofotometrie po odstranění rušivých vlivů přidávkem lanthanu. Koncentrace draslíku se stanoví metodou plamenové fotometrie a koncentrace fosforu se stanoví spektrofotometricky po reakci s molybdenanem v kyselém prostředí jako fosfomolybdenová modř. Základní živiny (P, K, Mg, Ca) lze stanovit i metodou optické emisní spektrometrie v indukčně vázaném plazmatu (ICP–OES), kterou lze využít i pro simultánní stanovení prvků B, Cu, Fe, Mn, Fe, Zn, S.

2 HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ AGROCHEMICKÉHO ZKOUŠENÍ PŮD

Statické hodnocení a výpočty za rok 2019 jsou prováděny vždy z 6 předchozích let tj. 2014–2019, toto období označujeme jako plovoucí rok. Výměra prozkoušené půdy za toto šestileté období činí 2 578 238 ha zemědělské půdy. V roce 2019 bylo analyzováno celkem 78 400 vzorků a prozkoušeno 513 590 ha. Přehled za jednotlivá regionální pracoviště uvádí tabulka 1.

V předkládané zprávě jsou zpracované výsledky AZZP za plovoucí odběrový rok 2014–2019. Svoji koncepcí navazuje na výsledky všech předchozích zpráv. Od roku 2012 je hodnocen v obsah přístupné síry (kap. 2.2.6), od roku 2012 mikroelementy (kap. 2.3) a od roku 2019 kadmium (kap. 2.4).

Tab. 1: Regiony ÚKZÚZ; prozkoušená výměra a počet vzorků v roce 2019

hodnocení	Praha	Planá	Plzeň	Chrastava	H. Brod	Brno	Opava	Celkem
Výměra (ha)	90 000	63 590	63 000	51 000	72 000	105 000	69 000	513 590
Počet vzorků	12 000	10 300	9 000	7 500	11 500	18 200	9 900	78 400

Tab. 2: Prozkoušená výměra za období 2014–2019 podle jednotlivých zkoušených kultur (v ha)

Kraj	Orná půda	Chmelnice	Vinice	Ovocné sady	TTP	Zemědělská půda
Praha–hl. město	9 434	-	-	11	19	9 464
Středočeský	440 800	1 595	179	3 189	7 337	453 100
Jihočeský	234 278	-	-	856	19 857	254 977
Plzeňský	164 320	-	-	356	64 130	228 782
Karlovarský	28 670	-	-	181	44 394	73 232
Ústecký	137 191	2 373	233	1 466	37 136	178 399
Liberecký	35 406	8	-	812	32 064	68 211
Královéhradecký	159 813	-	-	1 912	19 198	180 916
Pardubický	171 049	-	-	382	12 096	183 527
Vysočina	243 377	-	-	86	8 534	251 997
Jihomoravský	255 213	-	6 541	1 898	1 319	264 947
Olomoucký	171 953	547	-	1 069	18 748	192 308
Moravskoslezský	117 533	-	-	399	30 357	148 290
Zlínský	84 199	-	313	512	8 411	93 434
Česká republika	2 250 232	4 523	7 265	13 129	303 257	2 578 238

Statistické výsledky jsou ve dvou samostatných přílohách hodnoceny v následujícím pořadí za územní celky: souhrnu celé ČR, krajů, okresů:

Příloha 1. Hodnocení přístupných živin 2014–2019

- vážené průměry analyticky stanovených hodnot za průběžné šestileté období,
- hodnocení podle kritérií zásobenosti, členění podle druhů pozemků (orná půda, chmelnice, vinice, ovocné sady, trvalé travní porosty) a souhrnná data za zemědělskou půdu,

Příloha 2. Hodnocení mikroelementů 2014–2019

- vážené průměry analyticky stanovených hodnot za průběžné šestileté období,
- hodnocení podle kritérií zásobenosti, členění podle druhů pozemků (orná půda, chmelnice, vinice, ovocné sady, trvalé travní porosty) a souhrnná data za zemědělskou půdu,

2.1 Půdní reakce

Výměnná půdní reakce je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících půdní úrodnost. Reakce půdy má vliv především na poutání a přístupnost živin, na zlepšení strukturního stavu půdy a tím na lepší koloběh vody a vzduchu v půdě, na mikrobiální aktivitu půdy, tvorbu humusu a pohyblivost rizikových prvků v půdě.

Průměrná hodnota půdní reakce **zemědělské půdy** v ČR je 6,0 stupně pH. Půda s extrémně kyselou, silně kyselou a kyselou půdní reakcí (tj. s pH do 5,5) zaujímá 31,39 % prozkoušené výměry. Dalších 39,17 % výměry zemědělské půdy vykazuje slabě kyselou půdní reakci (pH 5,6 až 6,5). Pravidelně vápnit (alespoň udržovací dávkou) by bylo třeba 70,6 % zemědělské půdy. Podíl alkalických půd s pH nad 7,2 zaujímá asi 12,01 % výměry zemědělské půdy. Průměrné hodnoty pH a procentický podíl kyselých a alkalických půd za územně správné celky České republiky jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3: Půdní reakce (pH/CaCl₂), souhrn výsledků za ČR na zemědělské půdě

Kraj	Průměrná hodnota pH	Podíl půd - % výměry (vážené průměry)	
		Reakce kyselá (do 5,5)	Reakce alkalická (nad 7,2)
Praha–hl. město	6,4	14,32	17,63
Středočeský	6,3	20,65	20,59
Jihočeský	5,6	47,27	0,36
Plzeňský	5,6	50,27	0,14
Karlovarský	5,5	54,61	0,46
Ústecký	6,4	17,77	32,62
Liberecký	4,8	38,04	1,56
Královéhradecký	6,2	21,98	10,13
Pardubický	5,9	45,75	5,47
Vysočina	5,5	48,43	0,64
Jihomoravský	6,4	12,24	36,24
Olomoucký	6,2	24,10	8,98
Moravskoslezský	5,8	39,62	1,37
Zlínský	6,2	23,44	9,87
Česká republika	6,0	31,39	11,98

Průměrná hodnota půdní reakce **orné půdy** ČR je 6,1 stupně pH. Podíl kyselých půd (do pH 5,5) zaujímá 26,99 % výměry. Největší podíl kyselých orných půd se nachází v kraji Vysočina (48,36 %), Jihočeském kraji (47,6 %), Plzeňském (41,91 %) a Karlovarském (36,77 %).

Půdy **trvalých travních porostů** vykazují průměrnou hodnotu 5,2 stupně pH. Kyselé půdy (do pH 5,5) jsou zastoupeny na 65,40 % výměry republiky, nejvíce v kraji Jihočeském (74,65 %), Vysočina (71,86 %), Karlovarském (66,20 %) a Olomouckém (76,86 %).

U **speciálních druhů pozemků** je stav půdní reakce dán výběrem pozemků při jejich zakládání. Nejvyšší průměrnou hodnotu půdní reakce mají vinice (pH 7,1), následují chmelnice (pH 6,3) a ovocné sady (pH 6,2). Podíl kyselých půd je u vinic zanedbatelný (0,83 %), naopak jsou situovány na alkalických půdách (73,64 %). U chmelnic podíl kyselých půd činí 20,95 a ovocných sadů 20,33 %. Podíl sadů na alkalických půdách zaujímá 20,25 a chmelnic 16,69 %.

Vývoj výměnné půdní reakce zaznamenal od roku 1992 do 2010 klesající tendenci. Přibližně od roku 2011 pozorujeme stagnující úroveň pH. Výměra zemědělských půd s extrémně kyselou, silně kyselou a kyselou půdní reakcí (tj. pH <5,5) dlouhodobě zaujímá více 30 % půd.

2.2 Přístupné živiny

2.2.1 Obsah přístupného fosforu

Fosfor má pro rostliny významné postavení v biochemických reakcích a v přenosu energie, je nezbytný pro tvorbu výnosu a kvalitu sklizené produkce. Příjem fosforu rostlinami je výrazně ovlivňován půdní reakcí, optimální přístupnost je kolem pH 6,5 a dostatku organických látek v půdě. V kyselých půdách se fosfor fixuje na ionty Al a Fe a vytváří fosforečnany hlinitý a železitý, blokování P může dosáhnout 70 % i více. V zásaditých půdách vápník reaguje s fosforem (retrogradace) a tvoří fosforečnan vápenatý, blokování P může dosahovat kolem 50 %.

Průměrná zásoba přístupného fosforu v **zemědělské půdě** ČR činí podle aktuálních výsledků 89 mg.kg⁻¹. Zemědělská půda s nízkou zásobou fosforu, která potřebuje intenzivní hnojení, představuje více než 25,19 % výměry ČR. Vyhovující zásoba, která také potřebuje mírné dosycení touto živinou, zahrnuje dalších 26,95 % výměry. Hnojit a zvýšit obsah fosforu by tedy potřebovalo 52,14 % výměry zemědělské půdy ČR. Vysokou a velmi vysokou zásobu přístupného fosforu vyhazuje 24,73 % výměry ČR. Přehled průměrných hodnot přístupného fosforu a podíl půd s nízkou, vysokou a velmi vysokou zásobou za územně správní celky a ČR je uveden v tabulce 4.

Tab. 4: Přístupný fosfor, souhrn výsledků za ČR na zemědělské půdě

Kraj	Vážený průměr P (mg.kg ⁻¹)	Podíl půd - % výměry (vážené průměry)	
		Nízký obsah	Vysoký a velmi vysoký obsah
Praha–hl. město	75	38,42	14,39
Středočeský	93	28,20	24,75
Jihočeský	90	30,13	25,66
Plzeňský	73	35,65	18,49
Karlovarský	90	23,03	31,06
Ústecký	97	24,91	30,64
Liberecký	92	8,61	36,36
Královéhradecký	100	14,08	32,13
Pardubický	85	23,05	22,09
Vysočina	102	16,39	36,67
Jihomoravský	83	28,18	19,41
Olomoucký	90	21,35	23,17
Moravskoslezský	76	25,35	16,41
Zlínský	77	32,92	17,72
Česká republika	89	25,19	24,73

Průměrný obsah přístupného fosforu na **orné půdě** ČR je 90 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem fosforu je zastoupen 26,47 %, naopak vysoký a velmi vysoký obsah je zastoupen na 24,13 % výměry. V regionech byl zjištěn největší podíl ploch s nízkým obsahem fosforu v kraji Libereckém (8,38 %), Královéhradeckém (15,26 %). Největší podíl orných půd s vysokým a velmi vysokým obsahem fosforu vykazuje rovněž kraj Liberecký (47,99 %), Vysočina (31,71 %).

Průměrná hodnota přístupného fosforu u **půd trvalých travních porostů** je 76 mg.kg⁻¹. Nízký obsah fosforu byl zjištěn na 16,31 % výměry ČR. Největší podíl ploch s nízkým obsahem fosforu se nachází v kraji Zlínském 30,51 %, Jihočeském 24,30 % a v kraji Vysočina 24,58 %.

Průměrné hodnoty obsahu fosforu v **půdách speciálních druhů pozemků** jsou výrazně vyšší než na orné půdě. Chmelnice vykazují zásobu přístupného fosforu 303 mg.kg⁻¹, ovocné sady

113 mg.kg⁻¹ a vinice 90 mg.kg⁻¹. Nízký obsah fosforu se pohybuje v intervalu od 7,63 % (chmelnice) do 30,41 % (vinice).

V porovnání s cyklem 2011–2016 obsah přístupného fosforu v absolutních hodnotách na zemědělské půdě se nezměnil (90 mg.kg⁻¹). Podle kategorií zásobenosti je výměra zemědělské i orné půdy s nízkou zásobou fosforu meziročně stejná.

2.2.2 Obsah přístupného draslíku

Draslík má velmi důležitou úlohu při fotosyntéze a vodnímu režimu rostlin, zpevňuje pletiva a napomáhá zvyšovat odolnost rostlin vůči chorobám a škůdcům.

Průměrný obsah přístupného draslíku na **zemědělské půdě** ČR je v současné době 252 mg.kg⁻¹. Zemědělská půda s nízkou zásobou draslíku, která potřebuje intenzivní hnojení, představuje 7,87 % výměry, vyhovující zásoba, která také potřebuje mírné dosycení touto živinou, dalších 26,48 % výměry. Hnojit tedy v současné době vyžaduje asi 34,35 % výměry ČR.

Naproti tomu vysoká a velmi vysoká zásoba draslíku byla zjištěna na 24,29 % výměry. Vzhledem k tomu, že draslík je v porovnání s ostatními kationty rostlinou nejlépe přijímán (aktivní i pasivní transport), působí jeho nadbytek v prostředí negativně na příjem dalších kationtů, zvláště pak hořčíku. Přehled průměrných hodnot přístupného draslíku a podíl půd s nízkou, vysokou a velmi vysokou zásobou za územně správní celky a ČR je uveden v tabulce 5.

Tab. 5: Přístupný draslík, souhrn výsledků za ČR na zemědělské půdě

Kraj	Vážený průměr K (mg.kg ⁻¹)	Podíl půd - % výměry (vážené průměry)	
		Nízký obsah	Vysoký a velmi vysoký obsah
Praha–hl. město	245	7,11	19,98
Středočeský	272	7,47	27,72
Jihočeský	208	15,57	14,43
Plzeňský	226	9,68	19,29
Karlovarský	329	6,16	43,94
Ústecký	408	2,91	59,69
Liberecký	185	9,62	16,73
Královéhradecký	259	6,34	25,63
Pardubický	202	9,69	10,66
Vysočina	221	6,94	16,25
Jihomoravský	276	2,26	30,14
Olomoucký	237	8,57	19,65
Moravskoslezský	202	10,71	13,47
Zlínský	275	5,72	26,74
Česká republika	253	7,87	24,29

Průměrný obsah přístupného draslíku na **orné půdě** je 253 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem zaujímá 7,73 % výměry, vysoký a velmi vysoký obsah byl zjištěn na 22,84 % výměry. V rámci územně správních celků mají největší podíl orných půd s nízkým obsahem kraje Jihočeský (14,62 %), Moravskoslezský (12,58 %). Naopak kraj Ústecký vykazuje pouze 1,05 % výměry s nízkou zásobou draslíku a má zároveň největší podíl ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou draslíku (64,04 %). Jihomoravský kraj vykazuje na orné půdě v průměru 275 mg.kg⁻¹ přístupného draslíku a 2,11 % nízké zásoby a 30,40 % vysoké a velmi vysoké.

Průměrná hodnota přístupného draslíku na **půdě trvalých travních porostů** ČR je 254 mg.kg⁻¹. Podíl půd s nízkým obsahem činí 9,13 %, s vysokým a velmi vysokým obsahem

34,89 % výměry. V regionech je největší podíl trvalých travních porostů s nízkým obsahem draslíku v kraji Jihočeském (27,07 %), Pardubickém (15,52 %), a následuje Liberecký kraj (12,77 %).

U **speciálních druhů pozemků** jsou průměrné hodnoty přístupného draslíku relativně vysoké (chmelnice 473 mg.kg⁻¹, ovocné sady 345 mg.kg⁻¹ a vinice 294 mg.kg⁻¹). Podíl půd s nízkým obsahem se u těchto druhů pozemků pohybuje mezi 3,99 % (sady) do 8,86 % (vinice).

2.2.3 Obsah přístupného hořčíku

Hořčík plní v rostlinných pletivech řadu významných funkcí, které souvisejí s fotosyntézou a následnou produkcí vysokomolekulárních sloučenin. Jeho příjem je výrazně ovlivňován vnějšími podmínkami, především pH půdy a složením půdního roztoku.

Průměrný obsah přístupného hořčíku na **zemědělské půdě** ČR je 198 mg.kg⁻¹. Podíl půd s nízkým obsahem činí 12,94 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 21,30 % výměry. Průměrný obsah přístupného hořčíku v zemědělské půdě a podíl půd s nízkou a vysokou zásobou za územně správní celky a ČR udává tabulka 6.

Tab. 6: Přístupný hořčík, souhrn výsledků za ČR na zemědělské půdě

Kraj	Vážený průměr Mg (mg.kg ⁻¹)	Podíl půd - % výměry (vážené průměry)	
		Nízký obsah	Vysoký a velmi vysoký obsah
Praha–hl. město	168	10,72	3,82
Středočeský	158	21,67	7,49
Jihočeský	173	15,93	13,96
Plzeňský	195	9,40	12,03
Karlovarský	255	9,47	44,30
Ústecký	308	11,72	43,58
Liberecký	152	15,10	21,48
Královéhradecký	203	6,43	19,38
Pardubický	155	17,99	7,37
Vysočina	163	16,49	12,18
Jihomoravský	280	3,81	50,36
Olomoucký	196	11,18	17,09
Moravskoslezský	162	10,19	10,62
Zlínský	258	2,48	34,91
Česká republika	198	12,94	21,30

Průměrný obsah přístupného hořčíku na **orné půdě** ČR je 194 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem činí 13,53 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 17,38 % výměry. V regionech vykazují největší podíl orných půd s nízkým obsahem hořčíku kraje Středočeský (21,94 %) a Pardubický (18,75 %), naopak největší podíl ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou hořčíku má kraj Jihomoravský (50,82 %) a Ústecký (40,56 %).

Průměrný obsah přístupného hořčíku v **půdách trvalých travních porostů** ČR je 220 mg.kg⁻¹. Půdy TTP vykazují oproti orným půdám výrazně lepší poměr zásobenosti hořčíkem. Podíl ploch s nízkou zásobou hořčíku činí jen 9,19 %, vysokou a velmi vysokou zásobu vykazuje 50,41 % výměry.

U **speciálních druhů pozemků** jsou průměrné hodnoty přístupného hořčíku poměrně vysoké (vinice 336 mg.kg⁻¹, chmelnice 316 mg.kg⁻¹ a ovocné sady 243 mg.kg⁻¹). Nízký obsah hořčíku vykazují jen 3,59 % vinic, 7,13 % ovocných sadů a 6,49 % chmelnic.

Vývojový trend obsahu přístupného hořčíku není zcela jednoznačný, vykazuje stagnaci, ale i mírné snížení nebo zvýšení hodnot. Tento stav do jisté míry souvisí se zastoupením jiných kationtů v sorpčním komplexu (především draslíku) a tím lepším nebo horším uplatněním méně aktivního hořčíku.

2.2.4 Obsah přístupného vápníku

Vápník působí nepřímo na výživu a celkový zdravotní stav rostlin. K hodnocení obsahu základních živin v půdě (P, K, Mg) zcela jistě patří i hodnocení obsahu této živiny.

Průměrný obsah přístupného vápníku na **zemědělské půdě** ČR je 2 866 mg.kg⁻¹. Plošně je však jeho obsah velmi variabilní. Mezi jednotlivými kraji existují výrazné difference na úrovni téměř trojnásobku minima (na jedné straně kraj Vysočina 1 649 mg.kg⁻¹ naproti tomu kraj Ústecký 5 497 mg.kg⁻¹). Výše uvedená různorodost výsledků je patrná i při klasifikaci podle kritérií zásobenosti. Průměrné hodnoty pH, průměrný obsah přístupného vápníku a podíl půd s nízkou a vysokou zásobou za územně správní celky a ČR prezentuje tabulka 6.

Tab. 7: Půdní reakce (CaCl₂) – přístupný vápník souhrn výsledků za ČR na zemědělské půdě

Kraj	Vážený průměr pH	Průměrná hodnota Ca (mg.kg ⁻¹)	Podíl půd - % výměry (vážené průměry)	
			Nízký obsah	Vysoký a velmi vysoký obsah
Praha–hl. město	6,4	3 315	3,13	31,76
Středočeský	6,3	3 369	7,68	31,69
Jihočeský	5,6	1 637	21,49	1,55
Plzeňský	5,6	1 711	15,85	1,35
Karlovarský	5,5	2 029	15,39	11,39
Ústecký	6,4	5 497	3,79	64,14
Liberecký	4,8	1 625	15,82	7,40
Královéhradecký	6,2	3 066	7,09	24,72
Pardubický	5,9	2 369	9,36	13,71
Vysočina	5,5	1 649	15,75	2,83
Jihomoravský	6,4	4 553	2,93	57,90
Olomoucký	6,2	2 916	6,17	28,64
Moravskoslezský	5,8	1 925	7,05	3,67
Zlínský	6,2	3 631	2,59	39,02
Česká republika	6,0	2 866	9,96	23,56

Průměrný obsah přístupného vápníku na **orné půdě** ČR činí 2 957 mg.kg⁻¹. Podíl půd s nízkým obsahem vápníku je 9,13 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 24,98 %. Z regionů vykazuje největší podíl orných půd s nízkou zásobou kraj Jihočeský (20,4 %) a kraje Vysočina, Plzeňský, Karlovarský a Liberecký kolem 15–18 % výměry. Naopak v Ústeckém kraji je 72,89 % ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou přístupného vápníku a v Jihomoravském 57,36 %.

Průměrný obsah přístupného vápníku na **půdách trvalých travních porostů** (2 008 mg.kg⁻¹) je nižší než u orné půdy, což je dáno polohou TTP většinou v horských oblastech. Podíl ploch s nízkou zásobou je u trvalých travních porostů téměř dvojnásobný, v porovnání s ornou půdou a činí 16,66 % výměry.

U **speciálních druhů pozemků** jsou průměrné hodnoty přístupného vápníku výrazně vyšší než u orné půdy a TTP. Vinice, které jsou převážně situovány na vápenitých půdách Jihomoravského kraje, vykazují 8 417 mg.kg⁻¹ vápníku a ovocné sady 3 732 mg.kg⁻¹.

2.2.5 Poměr K : Mg

Doplňujícím kritériem pro stanovení dávky draslíku a hořčíku je vzájemný poměr těchto dvou živin. Je vypočítán tak, že se určí poměr K:Mg u každého vzorku, z něj se následně vypočítá vážený průměr za danou výměru dílu půdního bloku a dalších územně správních celků.

Hmotnostní poměr draslíku k hořčíku se výrazně nemění. Zemědělské půdy ČR vykazují průměrnou hodnotu 1,50. Při tomto poměru sice nelze očekávat problémy s výživou hořčíkem, ale nižší poměry (Jihomoravský kraj 1,17) svědčí o nedostatku draslíku a potřebě hnojení touto živinou, zejména v okresech Břeclav (0,99), Znojmo (1,22), Hodonín (1,19), Vyškov (1,12) atd.

Tab. 8: Poměr K : Mg za období 2014-2019, podle kultury (poměr průměrné hodnoty)

Kraj	Orná půda	Chmelnice	Vinice	Ovocné sady	TTP	Zemědělská půda
Praha–hl. město	1,56	-	-	1,59	1,08	1,56
Středočeský	1,88	1,63	2,69	1,80	1,61	1,87
Jihočeský	1,44	-	-	1,36	1,24	1,43
Plzeňský	1,31	-	-	1,81	1,31	1,31
Karlovarský	1,69	-	-	1,35	1,77	1,74
Ústecký	1,92	1,48	2,02	2,17	1,38	1,82
Liberecký	1,58	1,15	-	1,13	1,23	1,46
Královéhradecký	1,37	-	-	1,56	1,23	1,36
Pardubický	1,44	-	-	2,16	1,13	1,42
Vysočina	1,57	-	-	2,36	1,32	1,57
Jihomoravský	1,17	-	0,95	1,08	1,21	1,17
Olomoucký	1,35	1,86	-	1,53	1,46	1,36
Moravskoslezský	1,32	-	-	1,50	1,47	1,34
Zlínský	1,13	-	1,15	1,63	1,25	1,14
Česká republika	1,51	1,57	1,06	1,61	1,40	1,50

Je-li poměr K: Mg menší než 1,6 netřeba očekávat problémy s výživou hořčíkem, je-li v rozmezí 1,6 -3,2 ke hnojení draslíkem je třeba přistupovat opatrně, a předcházet možným problémům především u krmných plodin. Hodnota vyšší než 3,2 je nevyhovující, je důsledkem nevyvážené výživy těmito prvky, zejména nadměrným příjmem draslíku a je třeba vynechat draselné hnojení. Ze statistického hodnocení vyplývá, že 65,17 % orných půd má optimální (dobrý) poměr K : Mg, 29,39 % dobrý a jen 5,44 % nevyhovující. Tento trend je víceméně souhlasný i u dalších kultur.

Tab. 9: Poměr K : Mg, základní statistické zpracování za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Poměr K : Mg		
	dobrý	vyhovující	nevyhovující
	< 1,6	1,6-3,2	> 3,2
Orná půda	65,17	29,39	5,44
Chmelnice	61,43	36,72	1,85
Vinice	82,47	14,84	2,69
Ovocný sad	59,36	34,65	6,00
Trvalý travní porost	68,14	26,37	5,49
Zemědělská půda	65,46	29,11	5,43

2.2.6 Obsah přístupné síry

V posledních dvou desetiletích je zaznamenán výrazný úbytek rostlinám přístupné síry v půdě. Hnojení sírou se stává aktuálním problémem. Její obsah, s ohledem na její vysokou rozpustnost a mobilitu, se obvykle hodnotí ve vodném výluhu. V rámci AZZP je možné pro stanovení obsahu přístupné síry v půdě použít extrakční činidlo Mehlich 3. Ve vybraných vzorcích odebíraných je tak touto metodou stanovován od roku 2010 i obsah síry. Předkládané výsledky za období 2014–2019, reprezentují výměru 461 026 ha. Navržená pracovní kritéria jsou uvedena v kapitole 4.6.

Tab. 10: Síra, základní statistické zpracování za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Obsah síry (% výměry)				
	velmi nízký	nízký	vyhovující	dobrý	vysoký
Orná půda	26,38	48,29	14,27	5,12	4,80
Chmelnice	5,24	21,37	25,00	10,26	38,13
Vinice	41,76	50,41	5,61	0,84	1,38
Ovocný sad	31,51	50,43	10,73	3,18	3,42
Trvalý travní porost	16,11	58,50	18,55	3,45	2,88
Zemědělská půda	25,65	48,97	14,56	4,98	4,76

Tab. 11: Síra, deskriptivní statistika za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah síry (mg.kg ⁻¹)				Počet záznamů	Výměra
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum		
Orná půda	Lehké	17,9	14,1	3,0	642	6 047	-
	Střední	17,4	13,3	3,0	4 120	39 262	-
	Těžká	17,6	13,0	3,0	494	7 636	-
	Celkem půdy	17,5	13,3	3,0	4 120	52 946	418 915,9
Chmelnice	Lehké	40,1	22,4	7,2	142	39	-
	Střední	53,1	32,3	3,4	453	696	-
	Těžká	39,3	29,7	7,4	534	75	-
	Celkem půdy	51,2	30,7	3,4	534	810	1 714,0
Vinice	Lehké	15,3	10,2	4,2	171	210	-
	Střední	13,6	10,7	3,0	1 550	1186	-
	Těžká	11,6	11,3	3,5	35,3	406	-
	Celkem půdy	13,4	10,8	3,0	1 550	1 802	1 789,3
Ovocný sad	Lehké	18,2	10,3	4,0	699,0	114	-
	Střední	16,4	12,2	3,2	543,0	1227	-
	Těžká	13,4	11,7	3,1	34,9	273	-
	Celkem půdy	16,2	11,9	3,1	699	1 614	4 574,5
Trvalý travní porost	Lehké	17,2	14,8	3,1	76	421	-
	Střední	18,1	15,5	3,5	2 600	2905	-
	Těžká	17,0	14,6	3,1	899	1602	-
	Celkem půdy	17,7	15,2	3,1	2 600	4 937	34 034,2

Síra se v půdách vyskytuje převážně v síranové vazbě (SO_4^-) a je ovlivněna typem a druhem půdy a průběhem povětrnostních podmínek (zejména srážek) během roku. Proto je třeba brát v úvahu, že naměřená hodnota odkazuje na aktuální situaci v době odběru, která se mohla poměrně rychle změnit.

Na orné půdě, která je z 85,3 % (tj. 52 946 vzorků) převažující hodnocenou kulturou bylo v hodnoceném období stanoveno v průměru $17,5 \text{ mg S.kg}^{-1}$ přístupné síry, což náleží do navrhované kategorie nízkého obsahu. Vyšší obsahy síry byly nalezeny v chmelnicích $51,2 \text{ mg S.kg}^{-1}$, což může souviset s intenzivním používáním přípravků na ochranu rostlin obsahujících síru. Analogie by se dala očekávat i v případě vinic, kde však byly zjištěny celkově nejnižší průměrné obsahy síry $13,4 \text{ mg S.kg}^{-1}$.

Kategorie do 10 mg.kg^{-1} síry, tj. velmi nízký obsah zaujímá 26,38 % výměry orných půd. Kategorie nízkého obsahu od 11–20 mg S.kg^{-1} reprezentuje 48,29 % půd. Vyhovující a dobrou zásobu síry orných půd je vykazuje pouze 9,92 %.

2.3 Mikroelementy

Mezi mikroelementy patří prvky, které z hlediska kvantitativního vztahu tvoří nepatrný podíl ve složení půd, ale jsou velmi významné z pohledu výživy pěstovaných plodin. Jejich potřeba je zpravidla pouze několik gramů na hektar ročně. V relaci k odběru je celková zásoba mikroelementů v půdě přibližně desetkrát vyšší než u makroelementů.

Charakteristickým znakem mikroelementů je poměrně úzké rozmezí mezi optimálním a potenciálně škodlivým obsahem. Všechny tyto prvky mají vysoký faktor účinnosti, jejich celková potřeba je malá, ale někdy již malé zvýšení obsahu určitého mikroelementu může mít za následek překročení fyziologicky únosné hranice a poškození rostlin.

Díky rozsáhlému porovnání extrakčních metod pro stanovení mikroelementů a síry metodou Mehlich 3 a na základě získaných výsledků byla navržena kritéria (kap. 4.5) pro vyhodnocení stanovení prvků v extraktu Mehlich 3. Výsledky tohoto porovnání jsou v současné době základem pro stanovení Ca, Mg, K, P, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B a Al v extraktu Mehlich 3 (stanovený hliník slouží pro výpočet uvolnitelnosti, resp. retence fosforu, tzv. P index). Stanovením uvedených prvků v jednom extraktu a při jednom měření se významně zvýšila efektivita práce laboratorů při současném snížení environmentální zátěže laboratorního odpadu.

2.3.1 Metodika hodnocení mikroelementů

Hodnocení mikroelementů jako součást kontroly základních živin probíhá od roku 2013 ve vybraných vzorcích. Jejich počet od roku 2019 činí téměř 28 tisíc vzorků ročně, což představuje 40,1 % z celkového počtu hodnocených vzorků. Výběr se provádí systémem tzv. zahušťování, tedy cílení odběrů u zemědělských subjektů, u nichž nebyly v minulosti mikroelementy stanovovány.

V následujících kapitolách jsou předloženy výsledky 62 162 vzorků za celou ČR, jako vážené průměry a dále provedeno základní statistické zpracování podle kultur a půdního druhu.

Tab.12: B, Cu, Zn, Mn, Fe (mg.kg⁻¹); vážené průměry za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	prozkoušená výměra v ha	B	Cu	Fe	Mn	Zn
orná půda	419 016	1,06	3,7	317	126	5,9
chmelnice	1 714	1,36	43,3	360	134	16,6
vinice	1 789	1,46	15,8	121	169	6,8
ovocné sady	4 585	1,37	7,6	265	140	9,0
trvalé travní porosty	34 034	0,68	3,0	367	80	8,1
zemědělská půda	461 134	1,03	3,9	320	123	6,1

Tab.13: B, Cu, Zn, Mn, Fe; % zastoupení v kategoriích za období 2014–2019, orná půda

Analyt	Procenta výměry v kategoriích zásobenosti		
	Nízká	Střední	Vysoká
B	44,22	21,10	33,87
Cu	10,30	70,38	18,51
Fe	0,12	82,64	16,43
Mn	0,73	87,71	10,75
Zn	5,15	55,80	38,24

2.3.2 Bór

V půdách je bór (B) přítomen jako trojmocný, ve sloučeninách nejčastěji jako sůl kyseliny ortoborité (H_3BO_3), ale i metaborité, a některých kyselin polyboritých. Celkový přirozený obsah v ornících činí 5–100 mg B.kg⁻¹ převážně v anorganické formě; v organických vazbách je ho v půdě velmi málo. Průměrný obsah výměnného bóru činí asi 1,0–4,0 mg.kg⁻¹, více než polovina je ve vodorozpustné formě. Nejčastěji se vyskytují deficity v lehkých půdách, které se mohou snadno přehnojit.

Rozpustnost B v půdách je závislá na pH, nejvíce je rozpustný při pH 5–7 a nad pH 8,5. Značný význam kromě pH má i zrnitostní složení a obsah organické půdní hmoty. Vysoký obsah jílovitých částic snižuje příjem B rostlinami. S organickými sloučeninami vytváří komplexy, které jsou oproti minerálním sloučeninám pro rostliny přijatelnější. Většina přijatelného B se proto uvolňuje rozkladem organické půdní hmoty, zvláště v kyselejších půdách.

Nedostatek B se často vyskytuje v půdách převápněných a přehnojených draslíkem. Analýzami půdy bylo zjištěno, že průměrný obsah B na orné půdě je 1,06 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem bóru je zastoupen 44,22 %, kategorie středního obsahu zaujímá 21,10 % a vysoký obsah představuje 33,87 % výměry. Ve speciálních kulturách (chmelnicích, vinicích, ovocných sadech) jsou vyšší výměry v kategorii vysokého obsahu bóru.

Tab. 14: Bor; základní statistické zpracování za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu bóru (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	44,22	21,10	33,87
chmelnice	17,07	20,56	62,37
vinice	12,16	18,62	69,22
ovocné sady	18,32	20,16	60,79
trvalé travní porosty	74,37	15,44	9,72
zemědělská půda	45,96	20,66	32,60

Tab. 15: Bór; základní statistické zpracování za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah bóru mg.kg ⁻¹				Počet záznamů	Výměra ha
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum		
Orná půda	Lehké	0,85	0,54	0,50	12,57	6 047	-
	Střední	1,04	0,72	0,50	12,81	39 298	-
	Těžká	1,23	0,90	0,50	6,33	7 638	-
	Celkem půdy	1,06	0,71	0,50	12,81	52 984	419 008
Chmelnice	Lehké	1,25	0,89	0,50	4,50	39	-
	Střední	1,37	1,21	0,50	4,84	696	-
	Těžká	1,36	1,33	0,50	4,33	75	-
	Celkem půdy	1,36	1,21	0,50	4,84	810	1 713,9
Vinice	Lehké	1,13	1,06	0,50	2,65	212	-
	Střední	1,56	1,57	0,50	6,22	1 193	-
	Těžká	1,40	1,23	0,55	5,70	418	-
	Celkem půdy	1,46	1,43	0,50	6,22	1 823	1 789,3
Ovocný sad	Lehké	1,11	0,90	0,50	3,03	114	-
	Střední	1,30	1,16	0,50	5,04	1 231	-
	Těžká	1,66	1,82	0,50	5,31	273	-
	Celkem půdy	1,37	1,23	0,50	5,31	1 618	4 585,1
TTP	Lehké	0,63	0,50	0,50	2,62	421	-
	Střední	0,66	0,50	0,50	3,62	2 905	-
	Těžká	0,71	0,50	0,50	5,51	1 602	-
	Celkem půdy	0,68	0,50	0,50	5,51	4 937	34 034,2
Zemědělská půda	Lehké	0,84	0,55	0,50	12,57	6 833	-
	Střední	1,02	0,73	0,50	12,81	4 5323	-
	Těžká	1,17	0,83	0,50	6,33	10 006	-

2.3.3 Měď

V půdách je měď (Cu) přítomna z nejčastěji jako dvojmocný kation, v organických vazbách často vystupuje jako jednomocná, přičemž má značný sklon k tvorbě komplexních sloučenin (chelatazi). Do půdy se kromě zvětvávání příslušných minerálů obsahujících měď dostává statkovými a minerálními hnojivy a poměrně značně i prostředky na ochranu rostlin. Celkový přirozený obsah v ornicích činí 5–100 mg.kg⁻¹ v naprosté většině v anorganické formě. Průměrný obsah výměnné mědi je pro půdy udáván v rozmezí 0,2–2,0 mg.kg⁻¹, z čehož vodorozpustný podíl činí 1–10 % této hodnoty.

Nedostatek Cu je nejčastější na lehkých podzolových půdách, v oblastech s vysokými srážkami, na půdách rendzin, na vápnitých sedimentech, ale také na půdách přehnojených dusíkem, fosforem, zinkem a při převápnění. Vysoké obsahy Cu v půdě jsou také časté v půdách hnojených čistírenskými kaly. Nadměrný obsah Cu snižuje přijatelnost Fe. Vysoké obsahy Cu v půdním roztoku jsou pro rostliny toxické, toto nebezpečí je možné omezit vápněním a zvýšením hnojením organickými hnojivy.

Měď se hnojí půdy s nízkým obsahem, kladný účinek lze očekávat až do obsahu přístupné mědi 10 mg.kg⁻¹ půdy. Dávky se pohybují podle půdy do 20 kg Cu.ha⁻¹, nejčastěji ve formě síranu měďnatého.

Analýzami půdy bylo zjištěno, že průměrný obsah Cu na orné půdě je 3,7 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem Cu činí 10,30 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 70,38 % a vysoký obsah zaujímá 18,51 % výměry. Ve speciálních kulturách, zejména v chmelnicích (v průměru 43,3 mg.kg⁻¹), vinicích, ovocných sadech jsou významnější výměry v kategorii vysokého obsahu Cu, což souvisí s používanými přípravky na ochranu rostlin obsahujícími měď.

Tab. 16: Měď; základní statistické zpracování za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu mědi (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
Orná půda	10,30	70,38	18,51
Chmelnice	0,56	2,44	97,00
Vinice	1,64	10,79	87,58
Ovocný sad	1,26	33,52	64,49
Trvalý travní porost	21,73	64,68	13,13
Zemědělská půda	10,98	69,11	19,13

Tab. 17: Měď; deskriptivní statistika za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah mědi mg.kg ⁻¹				Počet záznamů	Výměra ha
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum		
Orná půda	Lehké	3,13	2,24	0,30	80,20	6 047	-
	Střední	3,72	2,88	0,30	119,00	39 298	-
	Těžká	3,69	3,07	0,30	189,00	7 638	-
	Celkem půdy	3,71	2,83	0,30	189,00	52 984	419 008
Chmelnice	Lehké	43,40	41,00	16,80	75,50	39	-
	Střední	43,83	41,20	0,87	153,00	696	-
	Těžká	38,36	38,30	6,49	108,00	75	-
	Celkem půdy	43,31	40,95	0,87	153,00	810	1 713,9
Vinice	Lehké	19,84	14,90	0,65	108,00	212	-
	Střední	15,75	13,00	0,55	116,00	1 193	-
	Těžká	11,79	11,05	1,04	67,30	418	-
	Celkem půdy	15,84	12,90	0,55	116,00	1 823	1 789,3
Ovocný sad	Lehké	7,16	5,95	1,65	28,30	114	-
	Střední	7,59	5,80	1,14	71,80	1 231	-
	Těžká	7,49	7,31	1,80	24,60	273	-
	Celkem půdy	7,59	6,06	1,14	71,80	1 618	4 585,1
TTP	Lehké	2,44	1,96	0,33	25,10	421	-
	Střední	2,99	2,40	0,30	59,10	2 905	-
	Těžká	2,89	2,19	0,30	63,10	1 602	-
	Celkem půdy	2,95	2,29	0,30	63,10	4 937	34 034,2
Zemědělská půda	Lehké	3,21	2,29	0,30	108,00	6 833	-
	Střední	3,91	2,95	0,30	153,00	45 323	-
	Těžká	3,71	3,05	0,30	189,00	10 005	-

2.3.6 Železo

V chemismu půdy sehraává železo důležitou úlohu. Jeho oxidační stupně, hlavně Fe^{2+} a Fe^{3+} , 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. Obsah přístupného železa pro rostliny je ve srovnání s celkovým obsahem velmi nízký a vyskytuje se hlavně jako $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$. Rozpustnost sloučenin Fe je značně závislá na pH. V kyselých a periodicky zavlažovaných půdách je Fe značně mobilní, může působit i toxicky na rostliny. Mimo to při nadbytku Fe je snížen příjem Ca, Mn a B, ale také P a K. S přibývajícím alkalitou se snižuje rozpustnost a tím i přijatelnost Fe. Vyšší koncentrace HCO_3^- omezuje rozpustnost Fe v půdě, ale také omezuje i transport v nadzemních orgánech. Ke snížení přijatelnosti Fe v půdách dochází i v provzdušených půdách v důsledku oxidace.

Nedostatek Fe se vyskytuje zřídka, v oblastech alkalických, rašelinných a karbonátových půd a na půdách přehnojených P, kde zvláště na lehkých půdách vznikají málo pohyblivé Fe–fosfáty. Nedostatek Fe může být způsoben i nadbytkem Mn, Cu, Ni, Cr, které působí konkurenčně tím, že vytvářejí cheláty a omezují tvorbu chelátů Fe.

Hnojení půdy anorganickými rozpustnými solemi je málo účinné, zvláště na alkalických půdách. Důležité je odstranění nebo alespoň omezení faktorů, které blokují příjem Fe (alkalita půdy, přehnojení P apod.). V těchto podmínkách se používají kyselý působící hnojiva, pravidelně se organicky hnojí a Fe se hnojí mimokořenově.

Analýzami půdy v agendě AZPP bylo zjištěno, že průměrný obsah Fe na orné půdě je 317 mg.kg^{-1} . Podíl orných půd s nízkým obsahem Fe činí 0,12 %. V kategorii středního obsahu je hodnoceno 82,64 %, vysoký obsah Fe zaujímá 16,43 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené Fe.

Tab. 18: Železo; základní statistické zpracování za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu železa (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	0,12	82,64	16,43
chmelnice	-	71,90	28,10
vinice	15,24	84,29	0,47
ovocné sady	0,26	90,58	8,43
trvalé travní porosty	-	73,46	26,07
zemědělská půda	0,17	82,01	17,04

Tab. 19: Železo; deskriptivní statistika za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah železa mg.kg ⁻¹				Počet záznamů	Výměra ha
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum		
Orná půda	Lehké	333,9	338,0	32,0	821,0	6 047	-
	Střední	317,9	326,0	5,0	1 750,0	39 298	-
	Těžká	297,9	308,0	29,0	1 470,0	7 638	-
	Celkem půdy	317,0	325,0	5,0	1 750,0	52 984	419 008
Chmelnice	Lehké	353,1	358,0	144,0	484,0	39	-
	Střední	365,0	370,0	104,0	826,0	696	-
	Těžká	313,7	319,0	133,0	584,0	75	-
	Celkem půdy	359,8	366,0	104,0	826,0	810	1 713,9
Vinice	Lehké	182,3	182,5	33,0	468,0	212	-
	Střední	116,3	95,0	14,0	537,0	1 193	-
	Těžká	106,0	92,0	27,0	625,0	418	-
	Celkem půdy	121,3	99,0	14,0	625,0	1 823	1 789,3
Ovocný sad	Lehké	236,4	222,5	63,0	559,0	114	-
	Střední	268,9	272,0	53,0	578,0	1 231	-
	Těžká	250,4	236,0	53,0	564,0	273	-
	Celkem půdy	265,0	263,0	53,0	578,0	1 618	4 585,1
Trvalý travní porost	Lehké	346,1	338,0	132,0	637,0	421	-
	Střední	366,4	358,0	104,0	2 020,0	2 905	-
	Těžká	372,5	372,0	138,0	650,0	1 602	-
	Celkem půdy	366,8	361,0	104,0	2 020,0	4 937	34 034,2
Zemědělská půda	Lehké	333,6	334,0	32,0	821,0	6 833	-
	Střední	320,0	324,0	5,0	2 020,0	45 323	-
	Těžká	306,8	314,0	27,0	1 470,0	10 005	-

2.3.5 Mangan

Mangan (Mn) je přítomen v půdách ve formě Mn^{2+} , Mn^{3+} a Mn^{4+} , z nichž pouze Mn^{2+} , který je buď vázaný v sorpčním komplexu, nebo se vyskytuje jako volný ion v půdním roztoku, je přijímán rostlinami. Celkový obsah manganu v ornicích činí asi 100–4000 mg.kg⁻¹, z čehož může výměnný mangan tvořit až 80 %.

Nejvíce ovlivňují rozpustnost a pohyblivost Mn v půdách pH a oxidačně–redukční podmínky. V půdách kyselých s nízkým redoxpotenciálem převládá Mn^{2+} . Tato forma Mn je nejlépe přístupná rostlinám, je jeho příjem na těchto půdách, zvláště na jaře podstatně vyšší než na půdách neutrálních a alkalických.

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 a v půdách, kde je malá aktivita mikroorganismů oxidujících Mn^{2+} na méně přístupný Mn^{3+} a Mn^{4+} . Nadbytek Mn^{2+} v půdách omezuje příjem hořčíku a železa rostlinami. Nadbytek Mn v půdním roztoku, působí na rostliny toxicky, zvláště na ty, které vyžadují vyšší hodnotu pH.

Manganem se hnojí na půdách s nízkým obsahem Mn. V suchých letech, zejména na neutrálních a alkalických půdách, lze očekávat příznivý účinek foliárního hnojení až do obsahu

150 mg Mn.kg⁻¹ v půdě. Při základním hnojení do půdy přichází v úvahu hlavně síran manganatý v dávkách 20–80 kg.ha⁻¹.

Analýzami půdy v agendě AZPP bylo zjištěno, že průměrný obsah Mn na orné půdě je 126 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem manganu činí 0,73 %, největší výměry půd v kategorii středního obsahu zaujímají 87,71 % a vysoký obsah Mn zaujímá 10,75 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené manganem.

Tab. 20: Mangan; základní statistické zpracování za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu manganu (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	0,73	87,71	10,75
chmelnice	-	91,66	8,34
vinice	0,64	65,63	33,73
ovocné sady	0,25	83,75	15,27
trvalé travní porosty	6,84	90,65	2,05
zemědělská půda	1,17	87,82	10,23

Tab. 21: Mangan; deskriptivní statistika za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah manganu mg.kg ⁻¹					
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum	Počet záznamů	Výměra ha
Orná půda	Lehké	97,2	86,9	5,3	795,4	6 047	-
	Střední	128,9	120,2	3,5	522,4	39 298	-
	Těžká	118,9	107,5	5,3	774,6	7 638	-
	Celkem půdy	125,8	114,3	3,5	795,4	52 984	419 008
Chmelnice	Lehké	118,8	103,9	51,4	282,9	39	-
	Střední	133,0	128,2	39,4	282,1	696	-
	Těžká	149,2	145,9	73,3	228,0	75	-
	Celkem půdy	133,8	128,9	39,4	282,9	810	1 713,9
Vinice	Lehké	127,0	121,3	25,4	314,3	212	-
	Střední	173,5	180,4	17,1	392,7	1 193	-
	Těžká	172,4	180,7	28,7	420,2	418	-
	Celkem půdy	169,1	174,6	17,1	420,2	1 823	1 789,3
Ovocný sad	Lehké	123,7	126,0	37,1	238,6	114	-
	Střední	140,3	135,9	27,7	373,1	1 231	-
	Těžká	138,1	133,1	27,1	311,2	273	-
	Celkem půdy	139,5	134,5	27,1	373,1	1 618	4 585,1
Trvalý travní porost	Lehké	75,7	67,9	9,0	520,3	421	-
	Střední	84,2	73,7	8,3	607,1	2 905	-
	Těžká	66,3	56,6	3,5	659,4	1 602	-
	Celkem půdy	79,8	67,0	3,5	659,4	4 937	34 034,2
Zemědělská půda	Lehké	96,1	87,0	5,3	795,4	6 833	-
	Střední	126,3	118,9	3,5	607,1	45 323	-
	Těžká	112,2	100,8	3,5	774,6	10 005	-

2.3.4 Zinek

V půdách je zinek (Zn) přítomen převážně jako dvojmocný kation Zn^{2+} v sloučeninách. Sorbuje se hlavně na jílnaté částice, na druhotné oxidy Fe, Mn, Al a na organickou hmotu. Částečně může být vysrážen i na místech styku s uhlíčitany nebo v silně redukčním prostředí. V kyselém prostředí může být adsorpce Zn^{2+} snížena konkurujícími kationty, což vede ke snadné mobilizaci a vymývání. V alkalickém prostředí je rozpustnost silně ovlivňována i organickými látkami, které mají za následek větší rozpustnost.

Přístupnost zinku rostlinám je značně ovlivňována i hnojením dusíkatými a fosforečnými hnojivy, použitím dusičnanu amonného nebo síranu amonného se sníží pH a tím se zpřístupní zinek. Jeho nedostatek v minerálních půdách je většinou způsoben nízkým obsahem v matečné hornině, silnou fixací jílovými nerosty s vyšším obsahem vápníku a vysokým odnosem z půdy. Nejčastěji se vyskytuje nedostatek 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 Ca může být vápník přímo odpovědný za nedostatek Zn v rostlinách, zvláště v půdách s pH přes 6, kde se může příjem Zn v důsledku tvorby nerozpustných sloučenin snížit až na polovinu. Vysoké obsahy Zn se vyskytují v půdách městských aglomerací, v blízkosti důlních hald a úpraven rud. Toxicitu může způsobit i používání čistírenských kalů a městských odpadů jako hnojiva. V běžných podmínkách přichází toxicita v úvahu tam, kde se značně zvýší kyselost půdy. K zvýšenému příjmu Zn dochází i při nadbytku Fe.

Hnojení zinkem provádíme v půdách s nízkým obsahem, při základním hnojení do půdy se nejčastěji používá síran zinečnatý v dávce 5–25 kg Zn.ha⁻¹. Podobně jako měď má sklon k tvorbě komplexních sloučenin. Celkový přirozený obsah v ornících činí 10–300 mg.kg⁻¹ z převážné části v anorganické vazbě. Průměrný obsah výměnného Zn činí přibližně 0,2–2,0 mg.kg⁻¹, z čehož vodorozpustný podíl činí pouze 1–10 %.

Analýzami půdy bylo zjištěno, že průměrný obsah Zn na orné půdě je 5,9 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem Zn činí 5,15 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 55,80 % a vysoký obsah zaujímá 38,24 % ploch. Ve speciálních kulturách je převážná většina půd s vysokým obsahem Zn.

Tab. 22: Zinek; základní statistické zpracování za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu zinku (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
Orná půda	5,15	55,80	38,24
Chmelnice	-	5,85	94,15
Vinice	7,34	42,59	50,08
Ovocný sad	1,33	31,51	66,43
Trvalý travní porost	3,54	45,75	50,24
Zemědělská půda	4,98	54,58	39,66

Tab. 23: Zinek; deskriptivní statistika za období 2014–2019, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah zinku mg.kg ⁻¹				Počet záznamů	Výměra ha
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum		
Orná půda	Lehké	6,45	4,01	1,00	2 490	6 047	-
	Střední	5,71	4,40	1,00	2 300	39 298	-
	Těžká	5,93	4,42	1,00	642	7 638	-
	Celkem půdy	5,85	4,35	1,00	2 490	52 984	419 008
Chmelnice	Lehké	16,19	16,50	5,16	53,9	39	-
	Střední	16,48	13,90	2,50	52,1	696	-
	Těžká	17,93	14,40	3,77	45,8	75	-
	Celkem půdy	16,62	14,00	2,50	53,9	810	1 713,9
Vinice	Lehké	8,95	7,00	1,29	49,5	212	-
	Střední	6,97	5,21	1,00	181,0	1 193	-
	Těžká	5,09	4,14	1,24	110,0	418	-
	Celkem půdy	6,79	5,17	1,00	181,0	1 823	1 789,3
Ovocný sad	Lehké	11,43	6,98	2,73	110,0	114	-
	Střední	9,03	6,66	1,23	645,0	1 231	-
	Těžká	8,43	5,73	2,23	67,9	273	-
	Celkem půdy	9,02	6,57	1,23	645,0	1 618	4 585,1
Trvalý travní porost	Lehké	9,04	4,82	1,02	221,0	421	-
	Střední	6,29	4,78	1,11	556,0	2 905	-
	Těžká	9,70	6,74	1,00	160,0	1 602	-
	Celkem půdy	8,14	5,18	1,00	556,0	4 937	34 034,2
Zemědělská půda	Lehké	6,65	4,13	1,00	2 490	6 833	-
	Střední	5,83	4,51	1,00	2 300	45 323	-
	Těžká	6,49	4,66	1,00	642	10 005	-

2.4 Kadmium

Kadmium (Cd) se od roku 2019 stanovuje ve vybraných vzorcích v extraktu Mehlich 3 současně s přístupnými živinami a mikroelementy. Hodnocené výsledky reprezentují výměru 56 212, tj. 7 632 vzorků. V prvním roce zavádění tohoto dalšího parametru byla převaha odběrů soustředěna na ornou půdu a trvalé travní porosty. Pro hodnocení obsahu Cd jsou navržena kritéria stejná pro všechny kultury, pro lehké půdy 0,25 mg.kg⁻¹, pro střední a těžké půdy 0,3 mg.kg⁻¹.

Kadmium se v půdě nachází v průměru mezi 0,1–0,5 mg.kg⁻¹. Do půdy se dostává zejména atmosférickou depozicí, dále aplikací čistírenských kalů, v minulosti také používáním fosfátů kontaminovaných kadmiiem. Cd se v půdě kumuluje nejvíce ve vrstvě do 5 cm, s hloubkou klesá, jeho pohyb v půdě ovlivňuje pH, koncentrace Cl⁻ iontů, obsah jílových minerálů, dále kvalita a množství organických látek.

Kadmium je kumulativní karcinogenní prvek, s klesající hodnotou pH stoupá silně jeho rozpustnost a pohyblivost v půdě. Nejpohyblivější je při pH 4,5–5,5. V pH nad 7,5 není téměř rozpustné a je málo pohyblivé. Zvýšená koncentrace iontů Cd v půdním roztoku má silný inhibiční efekt na půdní mikroorganismy, může omezit i fixaci vzdušného dusíku a mineralizaci.

Kořeny rostlin je kadmium z kontaminované půdy s kyselým pH snadno přijímáno a může tak přecházet do potravního řetězce. Toxicita kadmia se projevuje omezeným růstem, poškozením kořenů, červenohnědým zbarvením listů, které přechází v chlorózu. Vegetativní části rostlin kadmium kumulují více než semena a plody. V takových půdních podmínkách se nedoporučuje pěstovat plodiny, které Cd ve zvýšené míře kumulují. Jde zejména o listovou zeleninu (špenát), kořenovou (celer) a některé olejninu (mák, len, slunečnice), sóju.

Tab. 24: Kadmium; základní statistické zpracování za rok 2019, podle kultur

Kultura	půdní druh LST	Pod limit		Nad limitem	
		Počet záznamů	Průměrný obsah Cd mg.kg ⁻¹	Počet záznamů	Průměrný obsah Cd mg.kg ⁻¹
Orná půda	L 0,25 mg Cd.kg ⁻¹	369	0,106	6	0,479
	ST 0,3 mg Cd.kg ⁻¹	4 307	0,109	53	0,537
TTP	L 0,25 mg Cd.kg ⁻¹	189	0,107	2	0,483
	ST 0,3 mg Cd.kg ⁻¹	2 679	0,109	27	0,537

Screeningová metoda stanovení Cd extrakcí Mehlich 3 bude využita k upozornění uživatele PB na možná rizika při překročení limitu. Z výsledků prvního roku vyplývá, že na orné půdě pouze u 1,32 % prozkoušené výměny byl překročen tento neoficiální pracovní limit. U trvalých travních porostů jen 1,25 % plochy nevyhovělo navrženým limitům pro kadmium. V absolutních hodnotách se jedná o 88 vzorků z celkového počtu 7 632, tj. 1,06 %.

Tab. 25: Kadmium; deskriptivní statistika za rok 2019; orná půda, sady, TTP

Kultura	Půdní druh	Obsah kadmia mg.kg ⁻¹					
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum	Počet záznamů	Výměra ha
Orná půda	Lehké	0,09	0,10	0,10	0,65	402	-
	Střední	0,12	0,10	0,10	1,19	2 690	-
	Těžká	0,11	0,10	0,10	5,94	1 621	-
	Celkem půdy	0,12	0,10	0,10	5,94	4 714	37 050,9
Ovocný sad	Lehké	-	-	-	-		-
	Střední	0,11	0,10	0,10	0,12	5	-
	Těžká	0,13	0,11	0,10	0,23	8	-
	Celkem půdy	0,12	0,11	0,10	0,23	13	86,9
Trvalý travní porost	Lehké	0,11	0,10	0,10	0,66	191	-
	Střední	0,12	0,10	0,10	0,85	1 452	-
	Těžká	0,11	0,10	0,10	1,24	1 263	-
	Celkem půdy	0,12	0,10	0,10	1,24	2 912	19 074,3
Zemědělská půda	Lehké	0,10	0,10	0,10	0,66	593	-
	Střední	0,12	0,10	0,10	1,19	4 147	-
	Těžká	0,11	0,10	0,10	5,94	2 892	-

Plošné stanovení kadmia metodou Mehlich 3 upozornilo na nadlimitní obsahy v katastrech, které byly následně došetřeny stanovením celkového obsahu Cd extrakcí lučavkou královskou. Tab. 26 prezentuje porovnání souhrnů průměrných obsahů Cd měřených dvěma metodami v hodnocených katastrech, ve všech případech se jedná o půdy jejichž pH nepřekročilo hodnotu 6,0.

Stanovení celkového obsahu Cd lučavkou ukazuje na překročení preventivních hodnot ve všech případech. Podle vyhlášky č.153/2016 je preventivní hodnota pro Cd v lehkých půdách 0,4 mg.kg⁻¹ a v běžných půdách 0,5 mg.kg⁻¹.

Uživatel půdního bloku, na kterém bylo zaznamenáno překročení preventivní hodnoty jak extrakcí Mehlich 3, tak lučavkou královskou je ve zprávě o výsledcích Agrochemických vlastností pozemků (volně dostupná v LPIS) na tuto skutečnost automaticky upozorněn.

Tab. 26: Kadmium; porovnání průměrného obsahu Cd metodami M3 a AR

Název katastrálního území	okres	kultura	Obsah Cd (mg.kg ⁻¹)	
			Metoda Mehlich 3 (M 3)	Metoda lučavka královská (AR)
Brázdim	Praha-východ	OP	0,32	0,45
Dolní Dlouhá Loučka	Olomouc	OP	0,57	0,89
Havlíčkův Brod	Havl. Brod	OP	0,31	1,08
Chlum nad Berounkou	Rokycany	OP	0,39	0,94
Kravaře ve Slezsku	Opava	OP	0,32	0,48
Malé Svatoňovice	Trutnov	OP	0,48	0,98
Markoušovice	Trutnov	TTP	0,42	0,74
Melč	Opava	OP	0,31	0,59
Mírovka	Havl. Brod	OP	0,50	1,36
Pohoř	Nový Jičín	OP	0,32	0,53
Pořešín	Český Krumlov	TTP	1,24	1,85
Pozorka u Kladrub	Tachov	OP	0,58	1,07
Prameny	Cheb	TTP	0,42	0,74
Pudlov	Karviná	OP	0,32	0,51
Radkov u Vítkova	Opava	OP	0,34	0,46
Starý Bohumín	Karviná	OP	0,35	0,73
Strážnice na Moravě	Hodonín	OP	0,42	0,88
Suchá u Havl. Brodu	Havl. Brod	OP	0,33	1,49
Suchovršíce	Trutnov	OP	0,41	0,76
Teplá	Cheb	TTP	0,51	2,25
Veleň	Praha-východ	OP	0,70	0,92
Velešín	Český Krumlov	OP	0,82	1,28
Vysoká u Havl. Brodu	Havl. Brod	TTP	0,32	1,32
Záblatí u Bohumína	Karviná	OP	0,33	0,45
Zlukov	Tábor	TTP	0,60	0,91

3 ZÁVĚR

Půda vyžaduje soustavnou péči v komplexu půdoochranných opatření, včetně optimalizace jejího chemizmu. Významným indikátorem péče o půdu je pravidelná, státem garantovaná kontrola agrochemickým zkoušením půd. Pravidelně aktualizované výsledky AZPP, hodnocení obsahu přístupných živin a mikroelementů umožňují na základě vápnění a racionálního hnojení půdy, účelnou regulaci chemizmu půdy a optimalizaci stanovištních podmínek pro pěstování rostlin.

Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd za období 2014–2019

1. Přístupné živiny a síra

- Průměrná hodnota půdní reakce zemědělské půdy v ČR je 6,0 stupně pH, orné půdy 6,1 pH. Vývoj výměnné půdní reakce v posledních čtyřech letech stagnuje.
- Průměrná zásoba přístupného fosforu na zemědělské půdě činí v tomto odběrovém roce 89 mg.kg⁻¹, na orné půdě 90 mg.kg⁻¹, výraznější změny v obsahu fosforu nebyly v posledních čtyřech letech zaznamenány, stav je poměrně vyrovnaný.
- Průměrný obsah přístupného draslíku na zemědělské půdě je 253 mg.kg⁻¹, na orné půdě 252 mg.kg⁻¹, stagnuje přibližně od roku 2009.
- Průměrný obsah přístupného hořčíku na zemědělské půdě ČR činí 198 mg.kg⁻¹, a na orné 194 mg.kg⁻¹. Vývojový trend obsahu přístupného hořčíku není zcela vyrovnaný, vykazuje kolísání. Tento stav souvisí se zastoupením draslíku a dalších kationtů v sorpčním komplexu a tím lepším nebo horším uplatněním méně aktivního hořčíku.
- Průměrný obsah přístupného vápníku na zemědělské půdě ČR je 2 957 mg.kg⁻¹. Půdní zásoba přístupného vápníku je v posledních letech vyrovnaná a neměnná.
- Současný stav zásobenosti zemědělských půd ČR draslíkem a hořčíkem se projevuje pozvolným zužováním poměru těchto dvou kationtů (1,5). 65,2 % orných půd vykazuje dobrý poměr, 29,3 % vyhovující. Jen 5,44 % má nevyhovující poměr těchto dvou prvků.
- Průměrný obsah síry na orné půdě je 17,5 mg.kg⁻¹, v navržené kategorii velmi nízkého a nízkého obsahu do 20 mg.kg⁻¹ se nachází 74,67 % analyzovaných vzorků.

2. Mikroelementy

- Průměrný obsah B na orné půdě, je 1,06 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem bóru je zastoupen 44,15 %, kategorie středního obsahu zaujímá 21,1 % a vysoký obsah pokrývá 33,87 % výměry. Ve speciálních kulturách jsou vyšší výměry v kategorii vysokého obsahu bóru.
- Průměrný obsah Cu na orné půdě je 3,7 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem činí 10,3 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 70,38 %, vysoký obsah zaujímá 18,51 % výměry.
- Průměrný obsah Fe na orné půdě je 317 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem železa činí pouze 0,12 %, pozemky v kategorii středního obsahu zaujímají 82,64 % a vysoký obsah Fe zaujímá 16,43 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené Fe.
- Průměrný obsah Mn na orné půdě je 126 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem manganu činí nepatrných 0,73 %, v kategorii středního obsahu dosahují výměry zemědělské půdy 87,71 % a vysoký obsah Mn zaujímá 10,75 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené Mn.

- Průměrný obsah Zn na orné půdě je $5,9 \text{ mg.kg}^{-1}$. Podíl orných půd s nízkým obsahem Zn činí 5,15 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 55,8 % a vysoký obsah zaujímá 38,24 % ploch. Ve speciálních kulturách je převážná většina půd s vysokým obsahem Zn.

3. Kadmium

- Průměrný obsah přístupného Cd stanoveného extrakcí Mehlich 3 na orné půdě činí $0,12 \text{ mg.kg}^{-1}$. Pouze u 1,32 % doposud prozkoušené výměny byl překročen pracovní limit a u trvalých travních porostů jen 1,25 % ploch nevyhovělo limitům. Následné stanovení celkového obsahu lučavkou královskou potvrdilo překročení preventivních hodnot, což znamená riziko pro pěstování citlivých plodin a popřípadě spásání travních porostů.

Podíl Na základě výsledků z dlouhodobých polních zkoušek je prokázáno, že pro udržení obsahu fosforu v půdě na počátečním stavu postačuje v řepařské i bramborářské výrobní oblasti průměrná roční dávka přibližně $30 \text{ kg P}_2\text{O}_5.\text{ha}^{-1}$. Obdobně pro udržení počátečního stavu přístupného draslíku v půdě postačuje v řepařské oblasti dávka asi $100 \text{ kg K}_2\text{O}.\text{ha}^{-1}$ a v bramborářské až $150 \text{ kg K}_2\text{O}.\text{ha}^{-1}$. Při zpětném zapravení vedlejších produktů do půdy je dostatečná (podle výrobních oblastí) hladina hnojení na úrovni 40 až $60 \text{ kg K}_2\text{O}.\text{ha}^{-1}$.

Pro stanovení úrovně minerálního hnojení je možné považovat za účelnou, z hlediska dosahované produkce i zásobenosti půdy průměrnou roční dávku 100 až 120 kg N , $30 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ a 50 až $150 \text{ kg K}_2\text{O}$. Horní hranice uvedeného rozpětí by měla být s ohledem na draslík preferována na půdách v bramborářské výrobní oblasti.

4 KRITÉRIA HODNOCENÍ AGROCHEMICKÝCH ROZBORŮ PŮD

4.1 Kritéria hodnocení obsahu fosforu, draslíku a hořčíku

Orná půda

obsah	FOSFOR (mg.kg ⁻¹)	DRASLÍK (mg.kg ⁻¹)			HOŘČÍK (mg.kg ⁻¹)		
		půda			půda		
		lehká	střední	těžká	lehká	střední	těžká
N nízký	do 50	do 100	do 105	do 170	do 80	do 105	do 120
VH vyhovující	51–80	101–160	106–170	171–260	81–135	106–160	121–220
D dobrý	81–115	161–275	171–310	261–350	136–200	161–265	221–330
V vysoký	116–185	276–380	311–420	351–510	201–285	266–330	331–460
VV velmi vysoký	nad 185	nad 380	nad 420	nad 510	nad 285	nad 330	nad 460

Trvalé travní porosty

obsah	FOSFOR (mg.kg ⁻¹)	DRASLÍK (mg.kg ⁻¹)			HOŘČÍK (mg.kg ⁻¹)		
		půda			půda		
		lehká	střední	těžká	lehká	střední	těžká
N nízký	do 25	do 70	do 80	do 110	do 60	do 85	do 120
VH vyhovující	26–50	71–150	81–160	111–210	61–90	86–130	121–170
D dobrý	51–90	151–240	161–250	211–300	91–145	131–170	171–230
V vysoký	91–150	241–350	251–400	301–470	146–220	171–245	231–310
VV velmi vysoký	nad 150	nad 350	nad 400	nad 470	nad 220	nad 245	nad 310

Sady a vinice (speciální kultury)

obsah	FOSFOR (mg.kg ⁻¹)	DRASLÍK (mg.kg ⁻¹)			HOŘČÍK (mg.kg ⁻¹)		
		půda			půda		
		lehká	střední	těžká	lehká	střední	těžká
N nízký	do 55	do 100	do 125	do 180	do 80	do 105	do 170
VH vyhovující	56–100	101–220	126–250	181–310	81–180	106–225	171–300
D dobrý	101–170	221–340	251–400	311–490	191–320	226–365	301–435
V vysoký	171–245	341–500	401–560	491–680	321–425	366–480	436–580
VV velmi vysoký	nad 245	nad 500	nad 560	nad 680	nad 425	nad 480	nad 580

Chmelnice

obsah	FOSFOR (mg.kg ⁻¹)	DRASLÍK (mg.kg ⁻¹)			HOŘČÍK (mg.kg ⁻¹)		
		půda			půda		
		lehká	střední	těžká	lehká	střední	těžká
N nízký	do 155	do 170	do 220	do 290	do 135	do 160	do 210
VH vyhovující	156–220	171–275	221–370	291–400	136–210	161–250	211–300
D dobrý	221–290	276–400	371–515	401–570	211–300	251–350	301–395
V vysoký	291–390	401–560	516–650	571–680	301–400	351–460	396–530
VV velmi vysoký	nad 390	nad 560	nad 650	nad 680	nad 400	nad 460	nad 530

Kritéria hodnocení poměru K : Mg v zemědělských půdách (hmotnostní poměr)

Poměr	Hodnota K : Mg	Hodnocení
D dobrý	do 1,6	nelze očekávat problémy s výživou hořčíkem
VH vyhovující	1,6–3,2	ke hnojení draslíkem je třeba přistupovat opatrně, problémy se mohou vyskytnout především u krmných plodin
NVH nevyhovující	nad 3,2	jedná se o špatný poměr, který způsobuje nadměrný příjem draslíku–je třeba vypustit draselné hnojení

4.2 Kritéria pro hodnocení obsahu uhličitánů v půdách

% uhličitánů	hodnocení obsahu uhličitánů
0	žádný
0,1–05	nízký
0,6–3,0	střední
3,1–5,0	vysoký
nad 5,0	velmi vysoký

4.3 Kritéria pro hodnocení půdní reakce

hodnota pH	půdní reakce
do 4,5	(EK) extrémně kyselá
4,6–5,0	(SilK) silně kyselá
5,1–5,5	(K) kyselá
5,6–6,5	(SlaK) slabě kyselá
6,6–7,2	(N) neutrální
7,3–7,7	(A) alkalická
nad 7,7	(SilA) silně alkalická

4.4 Potřeba vápnění

Orná půda a ovocné sady

lehká půda		střední půda		těžká půda	
pH	t CaO.ha ⁻¹	pH	t CaO.ha ⁻¹	pH	t CaO.ha ⁻¹
do 4,4	1,20	do 4,5	1,50	do 4,5	1,70
4,6–5,0	0,80	4,6–5,0	1,00	4,6–5,0	1,25
5,1–5,5	0,60	5,1–5,5	0,70	5,1–5,5	0,85
5,6–5,7	0,30	5,6–6,0	0,40	5,6–6,0	0,50
		6,1–6,5	0,20	6,1–6,5	0,25
				6,6–6,7	0,20

Trvalé travní porosty

lehká půda		střední půda		těžká půda	
pH	t CaO.ha ⁻¹	pH	t CaO.ha ⁻¹	pH	t CaO.ha ⁻¹
do 4,5	0,50	do 4,5	0,70	do 4,5	0,90
4,6–5,0	0,30	4,6–5,0	0,50	4,6–5,0	0,70

Vinice

lehká půda		střední půda		těžká půda	
pH	t CaO.ha ⁻¹	pH	t CaO.ha ⁻¹	pH	t CaO.ha ⁻¹
do 4,5	0,60	do 4,5	1,00	do 4,5	1,30
4,6–5,0	0,45	4,6–5,0	0,70	4,6–5,0	0,90
5,1–5,5	0,30	5,1–5,5	0,50	5,1–5,5	0,60
5,6–6,0	0,20	5,6–6,5	0,30	5,6–6,5	0,40
				6,6–6,9	0,20

Chmelnice

pH	lehká půda	střední půda	těžká půda
	t CaO.ha ⁻¹		
do 4,5	0,60	1,00	1,30
4,6–5,0	0,45	0,70	0,90
5,1–5,5	0,30	0,50	0,60
5,6–6,5	0,20	0,30	0,40
6,6–6,9	0,20	0,20	0,20

4.5 Mikroelementy

Návrh pracovních kritérií

Mikroelement	Půdní druh	Obsah (mg.kg ⁻¹)		
		nízký	dobrý	vysoký
Bor (B)	L	do 0,55	0,56–0,75	nad 0,75
	S	do 0,70	0,71–1,00	nad 1,00
	T	do 0,85	0,86–1,40	nad 1,40
Měď (Cu)	L, S, T	do 1,6	1,61–4,5	nad 4,5
Zinek (Zn)	L, S, T	do 2,2 ¹⁾	2,21–5,0	nad 5,0
Mangan (Mn)	L, S, T	do 30,0 ($< 45,0$) ²⁾	30,1–200	nad 200
Železo (Fe)	L, S, T	do 60,0	60,0–420	nad 420

¹⁾ Doporučení pro obiloviny

²⁾ Doporučení hnojit na půdách obsahujících méně než 15 mg.kg⁻¹

Kategorie obsahů mikroelementů v zemědělských půdách

Obsah	Hodnocení + korekce dávky živin pro výživářský zásah
N nízký	potřeba dosycení příslušnou živinou, povýšit vypočtenou dávku o 50 %
VH vyhovující	potřeba mírného dosycení příslušnou živinou, povýšit vypočtenou dávku o 20–30 %
D dobrý	příznivý obsah, jehož udržení je třeba zajistit nahrazovacím hnojením příslušnou živinou, dodávat živinu podle odběrových normativů
V vysoký	vypustit hnojení příslušnou živinou na přechodnou dobu (asi 2–3 roky), než bude dosaženo kategorie dobré
VV velmi vysoký	zvyšování tohoto obsahu je nevhodné z ekologického hlediska, hnojení příslušnou živinou je nepřipustné, vypustit hnojení příslušnou živinou na dobu, než budou k dispozici nové výsledky AZPP

4.6 Síra

Návrh pracovních kritérií

S (mg.kg ⁻¹) metoda Mehlich 3	Kategorie
< 10	Velmi nízká (VN)
11–20	Nízká (N)
21–30	Vyhovující (VH)
31–40	Dobrá (D)
> 40	Vysoká (V)

4.7 Kadmium

Kategorie půdy	Mehlich 3 (odhad limitní hodnoty) mg.kg ⁻¹	Lučavka královská (preventivní hodnota) mg.kg ⁻¹
Lehké půdy	0,25	0,4
Střední a těžké půdy	0,3	0,5

4.8 Hodnocení plošné nevyrovnanosti pozemků

Vliv agrochemických vlastností půdy na celkový výnos pěstovaných plodin z pozemku (honu) snižuje kromě jiných faktorů také jejich plošná nevyrovnanost. Nevyrovnanost agrochemických vlastností na jednotlivých pozemcích (kde byly odebrány minimálně 2 průměrné půdní vzorky) je charakterizována variačním koeficientem. Výsledky slouží jako základní podklad pro případné diferencování dávek jednotlivých živin při výživářském zásahu na pozemcích, resp. jejich částech.

Kritéria pro hodnocení variačního koeficientu

výměra pozemku (ha)	variační koeficient (%) pozemku					
	vyrovnaný		nevyrovnaný		silně nevyrovnaný	
	pH	P, K, Mg, Ca	pH	P, K, Mg, Ca	pH	P, K, Mg, Ca
do 20,0	do 5	do 20	6–12	21–50	nad 12	nad 50
20,1–30,0	do 6	do 25	7–15	26–60	nad 15	nad 60
nad 30,0	do 7	do 30	8–20	31–65	nad 20	nad 65

Ve stručném zhodnocení stavu a vývoje agrochemických vlastností půd (zpráva o výsledcích dostupná na LPIS pro vlastníky a uživatele půdy) se poukazuje na plochy s nepříznivými hodnotami agrochemických vlastností a upozorňuje na jejich případný nežádoucí vývoj.

5 LITERÁRNÍ ZDROJE

- Beneš, S. 1993. Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí. I. část. Ministerstvo zemědělství České republiky. Agrospoj. Praha. 88 s. ISBN 80-7084-051-X
- Beneš, S. 1994. Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí. II. část. Ministerstvo zemědělství České republiky. Agrospoj. Praha. 159 s. ISBN 80-7084-090-0
- Smatanová M., 2020: Jednotné pracovní postupy pro AZPP v České republice v období 2018 až 2022. Metodický pokyn ÚKZÚZ č.01/AZZP.
- Čermák P., Mühlbachová G., Káš M., Vavera R., Pechová M. (2018): Metodický postup pro stanovení obsahu mikroelementů metodou Mehlich 3 a návrh hodnocení kritérií jejich obsahu v zemědělských půdách; 2018 VURV, v.v.i. Praha, ISBN 978-80-7427-266-0
- Zbiral J. (2016): Determination of plant-available micronutrients by the Mehlich 3 soil extractant - a proposal of critical values Plant Soil Environmental (Vol. 62, 2016, No. 11: 527–531.

Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd za období 2014–2019

Autor:	Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.
Vydavatel:	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Sekce zemědělských vstupů
Rok vydání:	2020
Náklad:	10 ks
Počet stran:	32
Přílohy počet stran:	187
Tisk:	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Hroznová 2, 656 06 Brno, tel.: 543 548 111 e-mail: ukzuz@ukzuz.cz

ISBN: 978-80-7401-191-7

Zpráva neprošla jazykovou úpravou.

