



ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ

Sekce zemědělských vstupů

**Výsledky agrochemického zkoušení
zemědělských půd
za období 2015 – 2020**

Brno, 2021



Č.j. UKZUZ 160404/2021

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Sekce zemědělských vstupů

Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd
za období 2015–2020

Zpracovala: **Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.**
Ing. Renáta Prchalová
Oddělení výživy rostlin

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

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

Brno, září 2021

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	11
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	20
2.3.4 Zinek.....	22
2.4 Kadmium	24
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 2015-2020, souhrn tabulkových údajů.....	33
Příloha 2 Hodnocení mikroelementů 2015-2020, 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 a Cd.

2 HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ AGROCHEMICKÉHO ZKOUŠENÍ PŮD

Statické hodnocení a výpočty za rok 2020 jsou prováděny vždy z 6-ti předchozích let tj. 2015–2020, toto období označujeme jako plovoucí rok. Výměra prozkoušené půdy za toto šestileté období činí 2 666 910 ha zemědělské půdy. V roce 2020 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 2015–2020. Svoji koncepcí navazuje na výsledky všech předchozích zpráv. Od roku 2012 je hodnocen i 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 2020

hodnocení	Praha	Planá	Plzeň	Chrastava	H. Brod	Brno	Opava	Celkem
Výměra (ha)	90 000	63 500	63 000	51 000	72 000	10 500	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 2015–2020 podle jednotlivých zkoušených kultur (v ha)

Kraj	Orná půda	Chmelnice	Vinice	Ovocné sady	TTP	Zemědělská půda
Praha–hl. město	9 687	-	-	-	68	9 755
Středočeský	438 589	1 502	179	2 802	10 619	453 691
Jihočeský	238 287	-	-	663	39 668	278 618
Plzeňský	168 453	-	-	356	73 092	241 901
Karlovarský	31 945	-	-	181	52 304	84 430
Ústecký	134 506	2 070	195	1 358	41 420	179 550
Liberecký	34 327	4	-	802	35 116	70 248
Královéhradecký	159 351	-	-	1 831	20 678	181 860
Pardubický	168 828	-	-	382	14 048	183 258
Vysočina	237 316	-	2	85	12 234	249 637
Jihomoravský	265 440	-	7 537	1 952	2 185	277 115
Olomoucký	169 886	579	-	1 054	30 177	201 696
Moravskoslezský	115 401	-	-	379	41 858	157 638
Zlínský	84 352	-	332	642	12 188	97 514
Česká republika	2 256 369	4 156	8 246	12 485	385 654	2 666 910

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

Příloha 1. Hodnocení přístupných živin 2015–2020

- 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 2015–2020

- 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 33,57 % prozkoušené výměry. Dalších 38,85 % výměry zemědělské půdy vykazuje slabě kyselou půdní reakci (pH 5,6 až 6,5). Pravidelně vápnit (alespoň udržovací dávkou) by bylo třeba 71,64 % zemědělské půdy. Podíl alkalických půd s pH nad 7,2 zaujímá asi 11,93 % 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	13,92	15,04
Středočeský	6,3	21,12	20,15
Jihočeský	5,6	50,45	0,25
Plzeňský	5,6	52,16	0,11
Karlovarský	5,5	56,42	0,44
Ústecký	6,5	20,02	31,23
Liberecký	5,6	50,41	1,77
Královéhradecký	6,2	22,75	9,87
Pardubický	5,9	34,28	5,13
Vysočina	5,6	50,29	0,51
Jihomoravský	6,7	12,72	39,71
Olomoucký	6,1	27,59	8,30
Moravskoslezský	5,8	43,32	1,24
Zlínský	6,2	24,02	9,46
Česká republika	6,0	33,57	11,93

Průměrná hodnota půdní reakce **orné půdy** ČR je 6,1 stupně pH. Podíl kyselých půd (do pH 5,5) zaujímá 27,65 % výměry. Největší podíl kyselých orných půd se nachází v kraji Vysočina (49,1 %), Jihočeském kraji (45,4 %), Plzeňském (43,4 %) a Karlovarském (36,5 %).

Půdy **trvalých travních porostů** vykazují průměrnou hodnotu 5,4 stupně pH. Kyselé půdy (do pH 5,5) jsou zastoupeny na 69,4 % výměry republiky, nejvíce v kraji Jihočeském (81,0 %), Moravskoslezském (79,4 %), Olomouckém (77,4 %), Vysočina (73,9 %) a Plzeňském kraji (72,6 %).

U **speciálních druhů pozemků** je stav půdní reakce dán výběrem pozemků při jejich zakládání. Nejvyšší průměrnou hodnotu půdní reakce mají vinice (pH 7,2), následují chmelnice a ovocné sady (pH 6,3). Podíl kyselých půd je u vinic zanedbatelný (3,3 %), vinice jsou situovány na alkalických půdách (72,1 %). U chmelnic podíl kyselých půd činí 23,6 a u ovocných sadů 21,1 %. Podíl sadů na alkalických půdách zaujímá 19,1 a chmelnic 13,9 %.

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 než 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 90 mg.kg⁻¹. Zemědělská půda s nízkou zásobou fosforu, která potřebuje intenzivní hnojení, představuje více než 25,18 % výměry ČR. Vyhovující zásoba, která také potřebuje mírné dosycení touto živinou, zahrnuje dalších 27,42 % výměry. Hnojit a zvýšit obsah fosforu by tedy potřebovalo 52,6 % výměry zemědělské půdy ČR. Vysokou a velmi vysokou zásobu přístupného fosforu vyhazuje 25,21 % 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	74	39,38	14,12
Středočeský	93	27,67	24,93
Jihočeský	90	29,45	26,51
Plzeňský	74	33,91	19,34
Karlovarský	86	24,36	29,55
Ústecký	97	25,24	30,85
Liberecký	107	10,48	42,97
Královéhradecký	101	13,57	32,27
Pardubický	83	23,62	21,66
Vysočina	101	16,50	32,15
Jihomoravský	86	29,54	20,22
Olomoucký	87	20,90	23,02
Moravskoslezský	75	24,33	17,40
Zlínský	75	34,26	16,76
Česká republika	90	25,18	25,21

Průměrný obsah přístupného fosforu na **orné půdě** ČR je 91 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem fosforu je zastoupen 26,73 %, naopak vysoký a velmi vysoký obsah je zastoupen na 24,32 % výměry. V regionech byl zjištěn největší podíl ploch s nízkým obsahem fosforu v kraji Plzeňském (40,88 %), v Praze (39,66 %) a Karlovarském (35,48 %). Největší podíl orných půd s vysokým a velmi vysokým obsahem fosforu vykazuje kraj Liberecký (49,23 %), Vysočina (32,36 %) a Královéhradecký (31,24 %).

Průměrná hodnota přístupného fosforu u **půd trvalých travních porostů** je 79 mg.kg⁻¹. Nízký obsah fosforu byl zjištěn na 16,61 % výměry ČR. Největší podíl ploch s nízkým obsahem fosforu se nachází v kraji Zlínském 35,64 %, Pardubickém 26,72 % a v kraji Vysočina 24,55 %.

Průměrné hodnoty obsahu fosforu v **půdách speciálních druhů pozemků** jsou výrazně vyšší než na orné půdě. Chmelnice vykazují zásobu přístupného fosforu 307 mg.kg^{-1} , ovocné sady 118 mg.kg^{-1} a vinice 94 mg.kg^{-1} . Nízký obsah fosforu se pohybuje v intervalu od 6,94 % (chmelnice) do 30,17 % (vinice).

V porovnání s cyklem 2011–2016 se obsah přístupného fosforu v absolutních hodnotách na zemědělské půdě nezměnil (90 mg.kg^{-1}). V cyklu 2015–2020 je 89 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 259 mg.kg^{-1} . Zemědělská půda s nízkou zásobou draslíku, která potřebuje intenzivní hnojení, představuje 8,68 % výměry, vyhovující zásoba, která také potřebuje mírné dosycení touto živinou, dalších 26,59 % výměry. Hnojit tedy v současné době vyžaduje asi 35,27 % výměry ČR.

Naproti tomu vysoká a velmi vysoká zásoba draslíku byla zjištěna na 25,46 % 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	244	4,67	19,82
Středočeský	277	7,65	28,41
Jihočeský	212	17,33	15,71
Plzeňský	228	10,41	20,06
Karlovarský	313	9,88	40,74
Ústecký	414	3,35	60,97
Liberecký	223	15,44	21,55
Královéhradecký	263	6,94	26,63
Pardubický	207	10,41	11,40
Vysočina	226	7,55	17,14
Jihomoravský	296	2,17	33,81
Olomoucký	238	8,93	20,17
Moravskoslezský	206	11,43	14,78
Zlínský	277	5,28	28,03
Česká republika	259	8,68	25,46

Průměrný obsah přístupného draslíku na **orné půdě** je 258 mg.kg^{-1} . Podíl orných půd s nízkým obsahem zaujímá 8,38 % výměry, vysoký a velmi vysoký obsah byl zjištěn na 23,79 % výměry. V rámci územně správních celků mají největší podíl orných půd s nízkým obsahem kraje Jihočeský (16,85 %), Karlovarský (16,06 %). 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 (65,69 %). Je zde i nejvyšší množství přístupného draslíku na orné půdě (414 mg.kg^{-1}),

v Jihomoravském kraji je to 313 mg.kg⁻¹, ve Středočeském a Zlínském kraji 277 mg.kg⁻¹. Nejnížší množství bylo v Moravskoslezském kraji, 206 mg.kg⁻¹.

Průměrná hodnota přístupného draslíku na **půdě trvalých travních porostů ČR** je 259 mg.kg⁻¹. Nejvyšší průměrné množství bylo ve Zlínském kraji (362 mg.kg⁻¹) a v Karlovarském (340 mg.kg⁻¹). Nejnížší množství bylo v kraji Pardubickém (183 mg.kg⁻¹). Podíl půd s nízkým obsahem činí 10,67 %, s vysokým a velmi vysokým obsahem 35,05 % výměry. V regionech je největší podíl trvalých travních porostů s nízkým obsahem draslíku v kraji Libereckém (20,98 %), Jihočeském (20,43 %), Olomouckém (16,89 %) a Pardubickém kraji (15,45 %).

U **speciálních druhů pozemků** jsou průměrné hodnoty přístupného draslíku relativně vysoké (chmelnice 478 mg.kg⁻¹, ovocné sady 369 mg.kg⁻¹ a vinice 308 mg.kg⁻¹). Podíl půd s nízkým obsahem se u těchto druhů pozemků pohybuje mezi 3,4 % (sady) do 8,52 % (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 203 mg.kg⁻¹. Podíl půd s nízkým obsahem činí 13,22 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 22,63 % 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	166	10,8	3,03
Středočeský	161	20,99	7,85
Jihočeský	172	16,95	14,73
Plzeňský	195	8,81	26,43
Karlovarský	244	11,34	41,66
Ústecký	317	12,12	44,98
Liberecký	193	19,31	30,07
Královéhradecký	202	7,03	19,22
Pardubický	158	17,16	7,87
Vysočina	167	17,05	13,10
Jihomoravský	301	3,70	55,61
Olomoucký	192	2,34	16,94
Moravskoslezský	162	11,72	12,19
Zlínský	260	2,39	36,93
Česká republika	203	13,22	22,63

Průměrný obsah přístupného hořčíku na orné půdě ČR je 199 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem činí 13,58 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 18,08 % výměry. V regionech vykazují největší podíl orných půd s nízkým obsahem hořčíku kraje Středočeský (21,35 %) a Liberecký (18,99 %), naopak největší podíl ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou hořčíku má kraj Jihomoravský (56,11 %) a Ústecký (41,41 %).

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 11,62 %, vysokou a velmi vysokou zásobu vykazuje 49,04 % výměry.

U speciálních druhů pozemků jsou průměrné hodnoty přístupného hořčíku poměrně vysoké (vinice 356 mg.kg⁻¹, chmelnice 319 mg.kg⁻¹ a ovocné sady 260 mg.kg⁻¹). Nízký obsah hořčíku vykazují jen 3,24 % vinic, 6,44 % ovocných sadů a 6,36 % 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 2 907 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 Jihočeský 1 638 mg.kg⁻¹ naproti tomu kraj Ústecký 5 616 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 7.

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	3 333	2,55	33,04
Středočeský	6,3	3 389	8,05	31,76
Jihočeský	5,6	1 638	24,17	1,53
Plzeňský	5,6	1 703	17,38	1,13
Karlovarský	5,5	1 975	19,99	10,25
Ústecký	6,5	5 616	4,34	64,87
Liberecký	5,6	1 979	21,69	8,96
Královéhradecký	6,2	3 070	7,89	24,44
Pardubický	5,9	2 391	10,52	13,55
Vysočina	5,6	1 659	17,94	2,70
Jihomoravský	6,7	4 912	2,93	62,59
Olomoucký	6,1	2 837	7,70	26,63
Moravskoslezský	5,8	1 919	9,01	3,44
Zlínský	6,2	3 621	2,38	38,49
Česká republika	6,0	2 907	11,42	23,70

Průměrný obsah přístupného vápníku na orné půdě ČR činí 3 023 mg.kg⁻¹. Podíl půd s nízkým obsahem vápníku je 10,09 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 25,64 %. Z regionů vykazuje největší podíl orných půd s nízkou zásobou kraj Karlovarský (24,43 %) a Jihočeský (22,42 %). Naopak v Ústeckém kraji je 74,36 % ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou přístupného vápníku a v Jihomoravském 62,25 %.

Průměrný obsah přístupného vápníku na půdách trvalých travních porostů ($2\,070\text{ mg.kg}^{-1}$) 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 dvojnásobný v porovnání s ornou půdou a činí 19,7 % 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 $8\,381\text{ mg.kg}^{-1}$ vápníku, chmelnice $3\,583\text{ mg.kg}^{-1}$ a ovocné sady $3\,859\text{ mg.kg}^{-1}$.

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 1,51. Při tomto poměru sice nelze očekávat problémy s výživou hořčíkem, ale nižší poměry (Zlínský kraj 1,13 a Jihomoravský kraj 1,17) svědčí o nedostatku draslíku a potřebě hnojení touto živinou, zejména v okresech Kroměříž, Karviná a Břeclav (0,98), Semily (1,11), Vyškov (1,12) a Vsetín (1,13).

Tab. 8: Poměr K:Mg za období 2015-2020, podle kultury (poměr průměrné hodnoty)

Kraj	Orná půda	Chmelnice	Vinice	Ovocné sady	TTP	Zemědělská půda
Praha–hl. město	1,57	-	-	-	1,30	1,57
Středočeský	1,90	1,62	2,63	1,89	1,54	1,89
Jihočeský	1,45	-	-	1,58	1,43	1,45
Plzeňský	1,34	-	-	1,81	1,35	1,35
Karlovarský	1,58	-	-	1,09	1,71	1,66
Ústecký	1,91	1,49	2,19	2,05	1,38	1,79
Liberecký	1,54	1,63	-	1,16	1,25	1,39
Královéhradecký	1,42	-	-	1,52	1,21	1,40
Pardubický	1,47	-	-	2,12	1,09	1,44
Vysočina	1,62	-	1,41	3,11	1,35	1,61
Jihomoravský	1,17	-	1,01	1,13	1,37	1,16
Olomoucký	1,35	1,83	-	1,73	1,72	1,41
Moravskoslezský	1,33	-	-	1,42	1,56	1,39
Zlínský	1,13	-	1,18	1,56	1,28	1,15
Česká republika	1,51	1,58	1,08	1,63	1,44	1,51

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 % **orné půdy** má optimální poměr K : Mg (do 1,6) a 29 % vyhovující poměr (od 1,6 do 3,2). Nejvyšší poměr K:Mg na orné půdě je v Ústeckém kraji (1,91). V **ovocných sadech a na vinicích** je poměr v některých krajích nad 2,0. U sadů jsou to kraje Vysočina (3,11), Pardubický (2,12) a Ústecký (2,05), u vinic Středočeský (2,63) a Ústecký (2,65).

Tab. 9: Poměr K : Mg, základní statistické zpracování za období 2015–2020, podle kultur v %

Kultura	Poměr K : Mg		
	dobry	vyhovující	nevyhovující
	< 1,6	1,6-3,2	> 3,2
Orná půda	65,12	29,11	5,77
Chmelnice	58,89	39,41	1,70
Vinice	81,44	16,33	2,23
Ovocný sad	59,23	34,18	6,59
Trvalý travní porost	66,67	27,22	6,12
Zemědělská půda	65,35	28,84	5,81

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 2015–2020, reprezentují výměru 689 897 ha. Navržená pracovní kritéria jsou uvedena v kapitole 4.6.

Tab. 10: Síra, základní statistické zpracování za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Obsah síry (% výměry)				
	velmi nízký	nízký	vyhovující	dobry	vysoký
Orná půda	19,02	53,48	16,75	5,66	5,09
Chmelnice	4,88	17,54	23,03	9,77	44,78
Vinice	42,25	48,72	6,07	1,45	1,52
Ovocný sad	18,22	57,08	13,67	5,53	5,50
Trvalý travní porost	9,54	61,83	22,35	3,84	2,44
Zemědělská půda	17,81	54,51	17,45	5,42	4,82

Tab. 11: Síra, deskriptivní statistika za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah síry (mg.kg ⁻¹)				Počet záznamů	Výměra
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum		
Orná půda	Lehké	17,8	14,8	3,0	734,3	8 153	59 778
	Střední	18,6	14,7	3,0	4 120,0	52 980	418 126
	Těžká	19,5	14,8	3,0	2 900,0	14 578	114 855
	Celkem půdy	18,7	14,8	3,0	4 120,0	75 724	592 851
Chmelnice	Lehké	37,9	21,9	7,2	132,0	36	74
	Střední	58,5	37,6	3,4	453,0	578	1 229
	Těžká	53,5	33,0	13,0	534,0	25	52
	Celkem půdy	57,2	35,3	3,4	534,0	639	1 354
Vinice	Lehké	14,7	10,0	4,7	171,0	238	246
	Střední	14,1	10,8	3,0	1 550,0	958	957
	Těžká	12,5	11,7	3,5	62,5	338	358
	Celkem půdy	13,8	10,9	3,0	1 550,0	1 534	1 561
Ovocný sad	Lehké	30,9	12,9	4,0	699,0	62	156
	Střední	19,6	14,9	3,2	543,0	1 234	3 526
	Těžká	15,9	14,5	3,1	68,7	219	683
	Celkem půdy	19,4	14,7	3,1	699,0	1 515	4 365
Trvalý travní porost	Lehké	16,2	15,1	3,1	76,4	920	6 371
	Střední	18,7	16,9	3,0	2 600,0	8 060	56 688
	Těžká	18,3	16,0	3,1	899,0	4 018	26 572
	Celkem půdy	18,4	16,6	3,0	2 600,0	13 018	89 765
Zemědělská půda	Lehké	17,7	14,7	3,0	734,3	9 409	66 625
	Střední	18,7	15,1	3,0	4 120,0	63 810	480 526
	Těžká	19,2	15,0	3,0	2 900,0	19 178	142 519
	Celkem půdy	18,7	15,0	3,0	4 120,0	92 430	689 897

Síra se v půdách vyskytuje převážně v síranové vazbě (SO₄⁻) 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 85,9 % (tj. 75 724 vzorků) převažující hodnocenou kulturou bylo v hodnoceném období stanoveno v průměru 18,7 mg S.kg⁻¹ přístupné síry, což náleží do navrhované kategorie nízkého obsahu. Vyšší obsahy síry byly nalezeny v **chmelnicích** 57,2 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 13,8 mg S.kg⁻¹.

Kategorie do 10 mg.kg⁻¹ síry, tj. velmi nízký obsah zaujímá 19,02 % výměry orných půd. Kategorie nízkého obsahu od 11–20 mg S.kg⁻¹ reprezentuje 53,48 % půd. Vyhovující a dobrou zásobu síry orných půd vykazuje pouze 22,41 % a vysokou zásobu pouze 5,09 %.

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 (Malý et. al. 2021).

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 48 tisíc vzorků ročně, což představuje 72 % 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 92 500 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 2015–2020, podle kultur

Kultura	prozkoušená výměra v ha	B	Cu	Fe	Mn	Zn
orná půda	593 520	1,05	3,5	313	123	5,9
chmelnice	1 354	1,33	43,6	377	126	15,6
vinice	1 561	1,36	14,0	132	157	6,7
ovocné sady	4 376	1,46	8,2	277	139	9,4
trvalé travní porosty	89 782	0,68	2,8	359	85	6,0
zemědělská půda	690 593	1,01	3,6	318	118	6,0

Tab.13: B, Cu, Zn, Mn, Fe; % zastoupení v kategoriích za období 2015–2020, orná půda

Analyt	Procenta výměry v kategoriích zásobenosti		
	Nízká	Střední	Vysoká
B	46,65	19,03	32,32
Cu	10,70	72,91	16,38
Fe	0,10	84,64	15,27
Mn	0,73	89,94	9,33
Zn	6,75	56,81	36,44

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 ornicích 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 1,05 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem bóru je zastoupen 46,65 %, kategorie středního obsahu zaujímá 19,03 % a vysoký obsah představuje 32,32 % výměry. Ve speciálních kulturách (**chmelnicích, vinicích, ovocných sadech**) jsou vyšší výměry v kategorii vysokého obsahu bóru (kolem 60 %).

Tab. 14: Bor; základní statistické zpracování za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu bóru (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	48,65	19,03	32,32
chmelnice	20,87	18,58	60,56
vinice	19,31	18,14	62,55
ovocné sady	18,82	20,21	60,97
trvalé travní porosty	80,70	12,41	6,89
zemědělská půda	52,51	18,17	29,32

Tab. 15: Bór; základní statistické zpracování za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah bóru mg.kg ⁻¹				Počet záznamů	Výměra ha
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum		
Orná půda	Lehké	0,84	0,51	0,50	12,61	8 172	59 901
	Střední	1,02	0,69	0,50	14,29	53 137	418 602
	Těžká	1,27	0,75	0,50	10,91	14 598	114 920
	Celkem půdy	1,05	0,67	0,50	14,29	75 920	593 515
Chmelnice	Lehké	1,22	0,89	0,50	4,50	36	74
	Střední	1,34	1,20	0,50	4,84	578	1 229
	Těžká	1,20	1,26	0,50	2,30	25	52
	Celkem půdy	1,33	1,20	0,50	4,84	639	1 354
Vinice	Lehké	0,97	0,88	0,50	2,65	240	246
	Střední	1,46	1,42	0,50	6,22	965	956
	Těžká	1,37	1,23	0,50	5,70	350	358
	Celkem půdy	1,36	1,32	0,50	6,22	1 555	1 561
Ovocný sad	Lehké	1,10	0,83	0,50	3,50	62	156
	Střední	1,44	1,23	0,50	5,04	1 238	3 537
	Těžká	1,64	1,53	0,50	5,31	219	683
	Celkem půdy	1,46	1,24	0,50	5,31	1 519	4 376
Trvalý travní porost	Lehké	0,60	0,50	0,50	4,73	921	6 371
	Střední	0,62	0,50	0,50	4,16	8 062	56 705
	Těžká	0,83	0,50	0,50	158,50	4 018	26 572
	Celkem půdy	0,68	0,50	0,50	158,50	13 021	89 782
Zemědělská půda	Lehké	0,82	0,51	0,50	12,61	9 431	66 748
	Střední	0,98	0,66	0,50	14,29	63 980	481 028
	Těžká	1,19	0,68	0,50	158,50	19 210	142 585
	Celkem půdy	1,01	0,64	0,50	158,50	92 654	690 588

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 zvětrávání příslušných minerálů obsahujících měď dostává statkovými a minerálními hnojivy a poměrně značně i prostředky na ochranu rostlin. Celkový přirozený obsah v ornících 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 zvýšeným hnojením organickými hnojivy.

Mědí 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 $3,5 \text{ mg.kg}^{-1}$. Podíl orných půd s nízkým obsahem Cu činí 10,70 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 72,91 % a vysoký obsah zaujímá 16,38 % výměry. Ve **speciálních kulturách**, zejména v chmelnicích (v průměru $43,6 \text{ mg.kg}^{-1}$), vinicích, ovocných sadech jsou významnější výměry v kategorii vysokého obsahu Cu (kolem 60 %), což souvisí s používanými přípravky na ochranu rostlin obsahujícími měď.

Tab. 16: Měď; základní statistické zpracování za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu mědi (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
Orná půda	10,70	72,91	16,38
Chmelnice	0,35	1,39	98,26
Vinice	1,10	12,85	86,05
Ovocný sad	1,26	32,29	66,46
Trvalý travní porost	22,61	66,16	11,23
Zemědělská půda	12,15	71,50	16,35

Tab. 17: Měď; deskriptivní statistika za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah mědi mg.kg ⁻¹				Počet záznamů	Výměra ha
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum		
Orná půda	Lehké	2,93	2,24	0,30	80,20	8 172	59 904
	Střední	3,61	2,81	0,30	119,00	53 137	418 602
	Těžká	3,58	2,88	0,32	189,00	14 597	114 917
	Celkem půdy	3,53	2,76	0,30	189,00	75 919	593 515
Chmelnice	Lehké	43,37	40,75	16,80	67,50	36	74
	Střední	44,05	41,20	0,87	153,00	578	1 228
	Těžká	33,30	35,90	6,49	108,00	25	52
	Celkem půdy	43,61	40,90	0,87	153,00	639	1 354
Vinice	Lehké	18,90	13,70	1,21	108,00	240	246
	Střední	12,86	10,80	0,55	70,80	965	956
	Těžká	13,84	12,20	1,04	67,30	350	358
	Celkem půdy	14,04	11,60	0,55	108,00	1 555	1 561
Ovocný sad	Lehké	7,93	5,81	1,65	28,30	62	156
	Střední	8,30	6,22	0,84	71,80	1 238	3 537
	Těžká	7,57	7,13	1,80	22,42	219	683
	Celkem půdy	8,17	6,34	0,84	71,80	1 519	4 376
Trvalý travní porost	Lehké	2,25	1,84	0,33	25,10	921	6 371
	Střední	2,71	2,18	0,30	246,20	8 062	56 705
	Těžká	3,07	2,47	0,30	63,10	4 018	26 572
	Celkem půdy	2,79	2,24	0,30	246,20	13 021	89 782
Zemědělská půda	Lehké	2,98	2,25	0,30	108,00	9 431	66 751
	Střední	3,66	2,79	0,30	246,20	63 980	481 028
	Těžká	3,54	2,85	0,30	189,00	19 209	142 582
	Celkem půdy	3,57	2,75	0,30	246,20	92 653	690 588

2.3.6 Železo

V chemismu půdy sehrává železo důležitou úlohu. Jeho oxidační stupně, hlavně Fe²⁺ a Fe³⁺, 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 Fe(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 HCO₃⁻ 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 kysele 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 313 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem Fe činí 0,10 %. V kategorii středního obsahu je hodnoceno 84,64 %, vysoký obsah Fe zaujímá 15,27 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené Fe.

Tab. 18: Železo; základní statistické zpracování za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu železa (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	0,10	84,64	15,27
chmelnice	-	67,96	32,04
vinice	15,3	83,74	0,96
ovocné sady	0,42	90,04	9,54
trvalé travní porosty	-	77,18	22,82
zemědělská půda	0,12	83,67	16,21

Tab. 19: Železo; deskriptivní statistika za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah železa mg.kg ⁻¹					
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum	Počet záznamů	Výměra ha
Orná půda	Lehké	323,7	326,0	32,0	821,0	8 172	59 904
	Střední	311,9	313,0	5,0	1 750,0	53 137	418 602
	Těžká	310,3	312,0	29,0	1 470,0	14 597	114 917
	Celkem půdy	312,8	314,0	5,0	1 750,0	75 919	593 515
Chmelnice	Lehké	356,6	359,5	144,0	484,0	36	74
	Střední	379,8	382,5	104,0	826,0	578	1 229
	Těžká	329,3	331,0	168,0	517,0	25	52
	Celkem půdy	376,6	380,0	104,0	826,0	639	1 354
Vinice	Lehké	193,2	181,4	32,3	719,6	240	246
	Střední	121,7	94,0	14,0	537,0	965	956
	Těžká	117,4	96,8	27,0	411,0	350	358
	Celkem půdy	132,0	103,0	14,0	719,6	1 555	1 561
Ovocný sad	Lehké	279,1	270,5	135,0	559,0	62	156
	Střední	276,2	270,0	52,4	735,5	1 238	3 537
	Těžká	283,0	288,0	53,0	564,0	219	683
	Celkem půdy	277,3	273,0	52,4	735,5	1 519	4 376
Trvalý travní porost	Lehké	334,5	331,0	95,0	637,0	921	6 371
	Střední	356,5	345,8	92,9	2 020,0	8 062	56 705
	Těžká	370,7	365,0	79,2	1 150,0	4 018	26 572
	Celkem půdy	359,2	350,0	79,2	2 020,0	13 021	89 782
Zemědělská půda	Lehké	324,1	323,4	32,0	821,0	9 431	66 751
	Střední	316,7	316,0	5,0	2 020,0	63 980	481 028
	Těžká	320,9	322,0	27,0	1 470,0	19 209	142 582
	Celkem půdy	318,3	318,0	5,0	2 020,0	92 653	690 588

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 ornících 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 kysele 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 123 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem manganu činí 0,73 %, největší výměru půd v kategorii středního obsahu zaujímá 89,94 % a vysoký obsah Mn zaujímá 9,33 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené manganem.

Tab. 20: Mangan; základní statistické zpracování za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu manganu (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	0,73	89,94	9,33
chmelnice	-	93,56	6,44
vinice	1,32	69,30	29,37
ovocné sady	0,22	84,51	15,27
trvalé travní porosty	6,33	90,42	3,25
zemědělská půda	1,45	89,93	8,62

Tab. 21: Mangan; deskriptivní statistika za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah manganu mg.kg ⁻¹					
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum	Počet záznamů	Výměra ha
Orná půda	Lehké	95,7	85,9	5,3	795,4	8 172	59 904
	Střední	129,3	118,0	3,5	736,8	53 137	418 602
	Těžká	114,6	102,0	5,3	493,8	14 597	114 917
	Celkem půdy	123,1	111,2	3,5	795,4	75 919	593 515
Chmelnice	Lehké	114,3	101,0	51,4	282,9	36	74
	Střední	126,6	119,6	39,4	282,1	578	1 229
	Těžká	135,3	125,8	73,3	225,1	25	52
	Celkem půdy	126,2	118,8	39,4	282,9	639	1 354
Vinice	Lehké	113,3	107,1	25,7	314,3	240	246
	Střední	162,4	167,0	10,0	367,7	965	956
	Těžká	170,9	172,6	25,1	420,2	350	358
	Celkem půdy	156,6	158,2	10,0	420,2	1 555	1 561
Ovocný sad	Lehké	110,7	101,7	44,5	408,4	62	156
	Střední	140,5	135,6	27,7	331,7	1 238	3 537
	Těžká	138,7	125,1	27,1	411,1	219	683
	Celkem půdy	139,2	132,4	27,1	411,1	1 519	4 376
Trvalý travní porost	Lehké	69,1	61,0	9,0	520,3	921	6 371
	Střední	89,7	75,0	3,5	607,1	8 062	56 705
	Těžká	78,6	64,1	3,5	659,4	4018	26 572
	Celkem půdy	85,0	69,9	3,5	659,4	13 021	89 782
Zemědělská půda	Lehké	93,3	83,7	5,3	795,4	9 431	66 751
	Střední	124,8	113,6	3,5	736,8	63 980	481 028
	Těžká	108,1	95,0	3,5	659,4	19 209	142 582
	Celkem půdy	118,3	106,5	3,5	795,4	92 653	690 588

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 uhličitany 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 6,75 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 56,81 % a vysoký obsah zaujímá 36,44 % ploch. Ve speciálních kulturách je převážná většina půd s vysokým obsahem Zn.

Tab. 22: Zinek; základní statistické zpracování za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu zinku (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
Orná půda	6,75	56,81	36,44
Chmelnice	-	5,28	94,72
Vinice	9,25	39,26	51,49
Ovocný sad	1,17	29,95	68,88
Trvalý travní porost	7,35	56,22	36,43
Zemědělská půda	6,78	56,42	36,79

Tab. 23: Zinek; deskriptivní statistika za období 2015–2020, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah zinku mg.kg ⁻¹					
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum	Počet záznamů	Výměra ha
Orná půda	Lehké	6,76	4,03	1,00	2 490,00	8 172	59 904
	Střední	5,65	4,21	1,00	2 300,00	53 137	418 602
	Těžká	6,58	4,27	1,00	3 210,00	14 597	114 917
	Celkem půdy	5,94	4,20	1,00	3 210,00	75 919	593 515
Chmelnice	Lehké	15,23	16,40	5,16	30,50	36	74
	Střední	15,74	13,75	2,98	52,10	578	1 228
	Těžká	12,24	11,90	3,77	34,40	25	52
	Celkem půdy	15,58	13,70	2,98	52,10	639	1 354
Vinice	Lehké	7,85	6,42	1,15	49,50	240	246
	Střední	6,77	5,18	1,00	83,70	965	956
	Těžká	5,83	4,72	1,00	110,00	350	358
	Celkem půdy	6,72	5,25	1,00	110,00	1 555	1 561
Ovocný sad	Lehké	12,03	6,87	2,48	110,00	62	156
	Střední	9,73	7,19	1,23	645,00	1 238	3 537
	Těžká	7,23	5,50	2,23	39,10	219	683
	Celkem půdy	9,42	6,86	1,23	645,00	1 519	4 376
Trvalý travní porost	Lehké	6,54	3,97	1,02	221,00	921	6 371
	Střední	5,18	4,04	1,00	556,00	8 062	56 705
	Těžká	7,72	4,52	1,00	491,00	4 018	26 572
	Celkem půdy	6,03	4,17	1,00	556,00	13 021	89 782
Zemědělská půda	Lehké	6,77	4,09	1,00	2 490,00	9 431	66 751
	Střední	5,66	4,25	1,00	2 300,00	63 980	481 028
	Těžká	6,79	4,34	1,00	3 210,00	19 209	142 582
	Celkem půdy	6,00	4,25	1,00	3 210,00	92 653	690 588

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 308 181 ha, což představuje 42 838 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 $0,25 \text{ mg.kg}^{-1}$, pro střední a těžké půdy $0,30 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Kadmium se v půdě nachází v průměru mezi $0,1\text{--}0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$. 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 olejniny (mák, len, slunečnice), sóju.

Tab. 24: Kadmium; základní statistické zpracování za rok 2019-2020, podle kultur

Kultu ra	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 $0,25 \text{ mg Cd.kg}^{-1}$	2 919	0,12	40	0,36
	ST $0,30 \text{ mg Cd.kg}^{-1}$	27 460	0,12	254	0,35
TTP	L $0,25 \text{ mg Cd.kg}^{-1}$	681	0,12	11	0,28
	ST $0,30 \text{ mg Cd.kg}^{-1}$	9 886	0,14	198	0,36

Screeningová metoda stanovení Cd extrakcí Mehlich 3 se využívá k upozornění uživatele PB na možná rizika při překročení limitu. Z výsledků prvních dvou let vyplývá, že na **orné půdě** pouze u 0,96 % prozkoušené výměny byl překročen tento neoficiální pracovní limit. U **trvalých travních porostů** jen 2,03 % plochy nevyhovělo navrženým limitům pro kadmium.

Uživatel půdního bloku, na kterém bylo zaznamenáno překročení preventivní hodnoty (kapitola 4.7) jak extrakcí Mehlich 3, tak lučavkou královskou je ve zprávě o výsledcích Agrochemických vlastností pozemků (volně dostupná v LPIS) na tuto skutečnost a rizika s tím spojená automaticky upozorněn.

Tab. 25: Kadmium; deskriptivní statistika za roky 2019-2020; orná půda, sady, TTP

Kultura	Půdní druh	Obsah kadmia mg.kg ⁻¹					
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum	Počet záznamů	Výměra ha
Orná půda	Lehké	0,12	0,10	0,10	0,65	2 982	22 421
	Střední	0,13	0,11	0,10	3,51	19 944	150 283
	Těžká	0,13	0,10	0,10	5,94	8 282	60 315
	Celkem půdy	0,13	0,11	0,10	5,94	31 219	233 091
Ovocný sad	Lehké	0,23	0,11	0,10	0,79	20	60
	Střední	0,20	0,13	0,10	1,03	394	1 006
	Těžká	0,13	0,11	0,10	0,48	53	215
	Celkem půdy	0,19	0,13	0,10	1,03	467	1 282
Trvalý travní porost	Lehké	0,13	0,10	0,10	0,66	693	4 557
	Střední	0,16	0,14	0,10	5,16	6 543	45 846
	Těžká	0,14	0,11	0,10	2,28	3 531	22 889
	Celkem půdy	0,15	0,13	0,10	5,16	10 782	73 388
Zemědělská půda	Lehké	0,12	0,10	0,10	0,79	3 741	27 093
	Střední	0,14	0,12	0,10	5,16	27 125	197 417
	Těžká	0,13	0,11	0,10	5,94	11 946	83 503
	Celkem půdy	0,14	0,11	0,10	5,94	42 838	308 181

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 2015–2020

1. Výměnná půdní reakce, 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 90 mg.kg⁻¹, na orné půdě 91 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 259 mg.kg⁻¹, na orné půdě 258 mg.kg⁻¹, stagnuje přibližně od roku 2009.
- Průměrný obsah přístupného hořčíku na zemědělské půdě ČR činí 203 mg.kg⁻¹, a na orné 199 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 2 907 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 % orných půd vykazuje dobrý poměr, 29 % vyhovující. Jen necelých 6 % půd má nevyhovující poměr těchto dvou prvků.
- Průměrný obsah síry na orné půdě je 18,7 mg.kg⁻¹, v navržené kategorii velmi nízkého a nízkého obsahu do 20 mg.kg⁻¹ se nachází 72,5 % analyzovaných vzorků.

2. Mikroelementy

- Průměrný obsah B na orné půdě, je 1,05 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem bóru je zastoupen 46,65 %, kategorie středního obsahu zaujímá 19,03 % a vysoký obsah pokrývá 32,32 % výměry. Ve speciálních kulturách jsou vyšší výměry v kategorii vysokého obsahu bóru (asi 60 %).
- Průměrný obsah Cu na orné půdě je 3,5 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem činí 10,70 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 72,91 %, vysoký obsah zaujímá 16,38 % výměry.
- Průměrný obsah Fe na orné půdě je 313 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem železa činí pouze 0,10 %, pozemky v kategorii středního obsahu zaujímají 84,64 % a vysoký obsah Fe zaujímá 15,27 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené Fe.
- Průměrný obsah Mn na orné půdě je 123 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem manganu činí nepatrných 0,73 %, v kategorii středního obsahu dosahují výměry zemědělské půdy 89,94 % a vysoký obsah Mn zaujímá 9,33 % 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 6,75 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 56,81 % a vysoký obsah zaujímá 36,44 % 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 $0,13 \text{ mg.kg}^{-1}$. Pouze u 0,96 % doposud prozkoušené výměny byl překročen pracovní limit a u trvalých travních porostů 2,03 % ploch nevyhovělo limitům.

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	0,30	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
- 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
- Malý S., Zbiral J., Čižmarová E. (2021): Is Mehlich 3 soil extraction a suitable screening method for determination of some risk elements, Plant, Soil Environment (Published online on August 13, 2021)
- Smatanová M., 2020: Jednotné pracovní postupy pro AZPP v České republice v období 2018 až 2022. Metodický pokyn ÚKZÚZ č.01/AZPP.
- Zbiral J. (2016): Determination of plant-available micronutrients by the Mehlich 3 soil extractant - a proposal of critical values. Plant, Soil Environment (Vol. 62, 2016, No. 11: 527–531)