



Čj.: UKZUZ 159655/2019

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Sekce zemědělských vstupů

Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd
za období 2013–2018

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

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

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

Brno, září 2019

Obsah	strana
1 ÚVOD	4
2 HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ AGROCHEMICKÉHO ZKOUŠENÍ PŮD.....	6
2.2.1 Obsah přístupného fosforu	8
2.2.2 Obsah přístupného draslíku	9
2.2.3 Obsah přístupného hořčíku.....	10
2.2.4 Obsah přístupného vápníku.....	11
2.2.5 Poměr K:Mg.....	12
2.2.6 Obsah přístupné síry.....	13
2.3.1 Metodika hodnocení mikroelementů.....	15
2.3.2 Bór.....	16
2.3.3 Měď.....	17
2.3.4 Zinek.....	19
2.3.5 Mangan.....	20
2.3.6 Železo.....	22
2.4.1 Metodika hodnocení organické hmoty	24
2.4.2 Hodnocení Cox.....	24
2.4.3 Klasifikace půd podle obsahu uhlíku	27
3 ZÁVĚR.....	28
4 KRITÉRIA HODNOCENÍ AGROCHEMICKÝCH ROZBORŮ PŮD	30
4.1 Kritéria hodnocení obsahu fosforu, draslíku a hořčíku	30
4.2 Kritéria pro hodnocení obsahu uhličitánů v půdách.....	31
4.3 Kritéria pro hodnocení půdní reakce	31
4.4 Potřeba vápnění	32
4.5 Mikroelementy	33
4.6 Síra	33
4.7 Hodnocení plošné nevyrovnanosti pozemků.....	34
5 LITERÁRNÍ ZDROJE	34
 Příloha 1 Hodnocení přístupných živin 2013-2018, souhrn tabulkových údajů.....	35
Příloha 2 Hodnocení mikroelementů 2013-2018, souhrn tabulkových údajů.....	128

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 pravidelně 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 až 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.

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 uhličitánů (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.

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 uhličitánů

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

Stanovení obsahu přístupných živin 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 přidávkou 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.

Stanovení Cox

Ve vzorcích z vybraných pozemků se zjišťuje i Cox–oxidovatelný organicky vázaný uhlík primární a sekundární půdní organické hmoty metodou NIR spektroskopie v blízké infračervené spektrální oblasti ($4\,000\text{--}10\,000\text{ cm}^{-1}$ tj. $1\,000\text{--}2\,500\text{ nm}$) s reflektanční detekcí (Zbíral a kol. 2011). Vyhodnocení stanoveného parametru se provádí matematickými statistickými postupy z kalibračního modelu. Kalibrační model vyjadřuje míru korelace mezi výsledky získanými NIRS metodou a laboratorní referenční metodou. Měření probíhá v pevném vzorku, který je upravený standardně vysušením na vzduchu. Pro měření se používá prosev 2 mm (úprava pro AZZP). Jedná se o postup podle mezinárodní a evropské normy (EN ISO 17184). Jde o postup screeningový a vhodný především pro rozsáhlé průzkumy (AZZP), kde je provedení analýz referenčními metodami z finančních i časových důvodů nereálné.

2 HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ AGROCHEMICKÉHO ZKOUŠENÍ PŮD

Předkládané výsledky se vztahují k výměře 2 431 171 ha zemědělské půdy, každoročně je pak odebráno a analyzováno přibližně 67 tis. půdních vzorků.

Ve zprávě jsou zpracované výsledky AZPP za plovoucí odběrový rok 2013–2018. Svojí koncepcí navazuje na výsledky všech předchozích zpráv. Nově je hodnocen v obsah přístupné síry (kap. 2.2.6), dále mikroelementů (kap. 2.3) a v neposlední řadě je pozornost věnována půdní organické hmotě (kap. 2.4).

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

1. Hodnocení přístupných živin 2013–2018

- 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. Hodnocení mikroelementů 2013–2018

- 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.

Tab. 1: Prozkoušená výměra za období 2013–2018 podle jednotlivých druhů pozemků (v ha)

Kraj	Orná půda	Chmelnice	Vinice	Ovocné sady	TTP	Zemědělská půda
Praha–hl. město	9 116	-	-	11	10,00	9 137
Středočeský	413 262	1 465	176	3 315	1 130	419 347
Jihočeský	211 029	-	-	703	19 410	231 125
Plzeňský	160 233	-	-	341	63 724	224 198
Karlovarský	23 928	-	-	114	36 516	60 558
Ústecký	129 560	2 412	233	1 463	30 038	163 706
Liberecký	34 538	20	-	737	15 913	51 180
Královéhradecký	159 930	-	-	1 922	14 877	176 729
Pardubický	171 645	-	-	377	9 682	181 704
Vysočina	234 151	-	-	69	9 517	243 737
Jihomoravský	255 752	-	5 682	2 212	2 008	265 628
Olomoucký	166 886	547	-	1 016	7 985	176 428
Moravskoslezský	116 412	-	-	405	19 455	136 272
Zlínský	81 835	-	171	457	8 982	91 437
Česká republika	2 168 260	4 443	6,262	13 143	239 248	2 431 171

TTP–trvalý travní porost

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 6,1 stupně pH. Půda s extrémně kyselou, silně kyselou a kyselou půdní reakcí (tj. s pH do 5,5) představuje 30,4 % prozkoušené výměry. Dalších 39,7 % výměry zemědělské půdy vykazuje slabě kyselou půdní reakci (pH 5,6 až 6,5). Pravidelně vápnit (alespoň udržovací dávkou) by bylo třeba 70,1 % zemědělské půdy. Podíl alkalických půd s pH nad 7,2 zaujímá asi 12,99 % výměry zemědělské půdy. Průměrné hodnoty pH a procentický podíl kyselých a alkalických půd za územně správní celky České republiky jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 2: 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	13,82	17,72
Středočeský	6,4	20,31	21,08
Jihočeský	5,6	46,56	0,39
Plzeňský	5,6	50,09	0,19
Karlovarský	5,6	53,70	0,52
Ústecký	6,6	16,79	34,59
Liberecký	5,8	37,46	2,61
Královéhradecký	6,2	20,17	10,44
Pardubický	5,9	32,76	5,94
Vysočina	5,6	49,19	0,69
Jihomoravský	6,7	12,31	40,03
Olomoucký	6,2	20,33	10,09
Moravskoslezský	5,9	35,60	1,14
Zlínský	6,2	22,72	9,94
Česká republika	6,1	30,45	12,99

Průměrná hodnota půdní reakce **orné půdy** ČR je 6,2 stupně pH. Podíl kyselých půd zaujímá 26,77 % výměry. Největší podíl kyselých půd se nachází v kraji Vysočina (48,36 %), Jihočeském kraji (44,17 %), následuje kraj Plzeňský (42,6 %) a Karlovarský (36,56 %).

Půdy **trvalých travních porostů** vykazují průměrnou hodnotu 5,4 stupně pH. Kyselé půdy jsou zastoupeny (do pH 5,5) asi na 65,21 % výměry republiky, nejvíce v kraji Jihočeském (72,42 %), Vysočina (69,32 %), Karlovarském (65,03 %) a Olomouckém (72,91 %).

U **speciálních druhů pozemků** je stav půdní reakce dán výběrem pozemků při jejich zakládání. Nejvyšší průměrnou hodnotu půdní reakce mají vinice (pH 7,3), následují chmelnice (pH 6,4) a ovocné sady (pH 6,4). Podíl kyselých půd je u vinic zanedbatelný (2,89 %), naopak převažují na alkalických půdách (76,96 %). U chmelnic a ovocných sadů je podíl kyselých půd 19,46 a 19,56 %, podíl alkalických 16,60 a 22,3 %.

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 činí téměř 30 %.

2.2 PŘÍSTUPNÉ ŽIVINY

2.2.1 Obsah přístupného fosforu

Fosfor má pro rostliny významné postavení v biochemických reakcích a v přenosu energie. Příjem fosforu rostlinami je výrazně ovlivňován půdní reakcí (optimum je kolem pH 6,0) a dostatkem organických látek v půdě.

Průměrná zásoba přístupného fosforu v **zemědělské půdě** ČR činí podle výsledků této zprávy 91 mg.kg⁻¹. Zemědělská půda s nízkou zásobou fosforu, která potřebuje intenzivní hnojení, představuje více než 25,41 % výměry ČR. Vyhovující zásoba, která také potřebuje mírné dosycení touto živinou, zahrnuje dalších 27,38 % výměry. Hnojit a zvýšit obsah fosforu by tedy potřebovalo 52,79 % výměry zemědělské půdy ČR. Vysokou a velmi vysokou zásobu přístupného fosforu vyhazuje 25,68 % 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 3.

Tab. 3: 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	37,70	13,93
Středočeský	93	28,97	24,45
Jihočeský	92	29,38	26,58
Plzeňský	74	34,44	19,30
Karlovarský	86	25,59	30,12
Ústecký	100	25,10	30,93
Liberecký	114	9,91	45,16
Královéhradecký	99	14,91	30,64
Pardubický	87	22,50	22,32
Vysočina	103	16,28	32,18
Jihomoravský	89	28,87	20,68
Olomoucký	92	21,71	23,52
Moravskoslezský	79	25,13	16,97
Zlínský	77	32,57	17,08
Česká republika	91	25,41	25,08

Průměrný obsah přístupného fosforu na **orné půdě** ČR je 92 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem fosforu je zastoupen 26,36 %, naopak vysoký a velmi vysoký obsah je zastoupen na 24,47 % výměry. V regionech byl zjištěn největší podíl ploch s nízkým obsahem fosforu v kraji Karlovarském (36,49 %), Plzeňském (40,17 %) a Zlínském (32,54 %). Naopak největší podíl půd s vysokým a velmi vysokým obsahem fosforu má kraj Liberecký (50,73 %), Vysočina (32,17 %) a Ústecký (28,56 %).

Průměrná hodnota přístupného fosforu u **půd trvalých travních porostů** je 78 mg.kg⁻¹. Nízký obsah fosforu byl zjištěn na 17,61 % výměry ČR. Největší podíl ploch s nízkým obsahem fosforu se nachází v kraji Zlínském (32,82 %), Jihočeském (25,08 %) a v kraji Vysočina (22,26 %).

Průměrné hodnoty obsahu fosforu v **půdách speciálních druhů pozemků** jsou výrazně vyšší než na orné půdě. Chmelnice vykazují zásobu přístupného fosforu 305 mg.kg⁻¹, ovocné sady 115 mg.kg⁻¹ a vinice 93 mg.kg⁻¹. Nízký obsah fosforu se pohybuje v intervalu od 6,30 % (chmelnice) do 31,46 % (vinice).

V porovnání s plovoucím rokem 2011–2016 se obsah přístupného fosforu v absolutních hodnotách na zemědělské půdě nezměnil (91 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 255 mg.kg^{-1} . Zemědělská půda s nízkou zásobou draslíku, která potřebuje intenzivní hnojení, představuje 7,28 % výměry, vyhovující zásoba, která také potřebuje mírné dosycení touto živinou, dalších 27,10 % výměry. Hnojit tedy v současné době vyžaduje asi 34,38 % výměry ČR.

Naproti tomu vysoká a velmi vysoká zásoba draslíku byla zjištěna na 24,12 % 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 4.

Tab. 4: 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	246	7,01	20,50
Středočeský	271	7,08	26,94
Jihočeský	210	13,07	15,43
Plzeňský	223	8,91	18,69
Karlovarský	331	4,08	44,82
Ústecký	420	1,98	61,19
Liberecký	218	11,32	17,92
Královéhradecký	255	6,46	23,84
Pardubický	201	9,78	9,85
Vysočina	219	7,08	15,61
Jihomoravský	293	2,45	32,06
Olomoucký	236	7,03	19,17
Moravskoslezský	201	10,32	12,79
Zlínský	267	5,95	25,08
Česká republika	255	7,28	24,12

Průměrný obsah přístupného draslíku na **orné půdě** je 253 mg.kg^{-1} . Podíl orných půd s nízkým obsahem zaujímá 7,14 % výměry, vysoký a velmi vysoký obsah byl zjištěn na 22,7 % výměry. V rámci územně správních celků mají největší podíl ploch s nízkým obsahem kraje Jihočeský (12,10 %), Moravskoslezský (11,54 %). Naopak kraj Ústecký vykazuje pouze 0,9 % výměry s nízkou zásobou draslíku a má zároveň největší podíl ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou draslíku (64,65 %). Jihomoravský kraj vykazuje na orné půdě v průměru 293 mg.kg^{-1} přístupného draslíku a 2,31 % nízké zásoby a 32,44 % vysoké a velmi vysoké.

Průměrná hodnota přístupného draslíku na **půdě trvalých travních porostů** ČR je 263 mg.kg^{-1} . Podíl půd s nízkým obsahem činí 8,62 %, s vysokým a velmi vysokým obsahem 36,76 % výměry. V regionech je největší podíl ploch s nízkým obsahem draslíku v kraji Jihočeském (23,75 %), Pardubickém (16,97 %), a následuje Liberecký kraj (21,99 %).

U **speciálních druhů pozemků** jsou průměrné hodnoty přístupného draslíku relativně vysoké (chmelnice 465 mg.kg⁻¹, ovocné sady 349 mg.kg⁻¹ a vinice 293 mg.kg⁻¹). Podíl půd s nízkým obsahem se u těchto druhů pozemků pohybuje mezi 3,65 % (sady) do 10,26 % u vinic.

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 201 mg.kg⁻¹. Podíl půd s nízkým obsahem činí 13,10 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 21,55 % výměry. Průměrný obsah přístupného hořčíku v zemědělské půdě a podíl půd s nízkou a vysokou zásobou za územně správní celky a ČR udává tabulka 5.

Tab. 5: 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	10,93	3,89
Středočeský	158	22,13	6,90
Jihočeský	173	14,95	14,98
Plzeňský	193	10,47	26,41
Karlovarský	246	9,28	43,72
Ústecký	308	12,12	43,19
Liberecký	176	17,65	23,76
Královéhradecký	199	6,93	17,53
Pardubický	152	20,21	6,58
Vysočina	164	16,80	12,39
Jihomoravský	298	3,89	53,91
Olomoucký	199	9,20	17,42
Moravskoslezský	162	9,67	9,61
Zlínský	253	2,83	33,62
Česká republika	201	13,10	21,55

Průměrný obsah přístupného hořčíku na **orné půdě** ČR je 196 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem činí 13,75 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 17,8 % výměry. V regionech vykazují největší podíl půd s nízkým obsahem hořčíku kraje Středočeský (22,3 %) a Pardubický (20,94 %), naopak největší podíl ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou hořčíku má kraj Jihomoravský (55,28 %) a Ústecký (40,02 %).

Průměrný obsah přístupného hořčíku v **půdách trvalých travních porostů** ČR je 232 mg.kg⁻¹. Půdy TTP vykazují oproti orným půdám výrazně lepší poměr zásobenosti hořčíkem. Podíl ploch s nízkou zásobou hořčíku činí jen 7,93 %, vysokou a velmi vysokou zásobu vykazuje 55,47 % výměry.

U **speciálních druhů pozemků** jsou průměrné hodnoty přístupného hořčíku poměrně vysoké (vinice 358 mg.kg⁻¹, chmelnice 313 mg.kg⁻¹ a ovocné sady 250 mg.kg⁻¹). Nízký obsah hořčíku vykazují jen 4,32 % vinic, 7,20 % ovocných sadů a 6,31 % 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 2 965 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 1 680 mg.kg⁻¹ a na straně druhé kraj Ústecký 5 660 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. 6: 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	3 331	3,24	31,99
Středočeský	6,4	3 439	6,88	32,34
Jihočeský	5,6	1 643	17,97	1,82
Plzeňský	5,6	1737	14,22	1,61
Karlovarský	5,6	2 027	12,26	12,21
Ústecký	6,6	5 660	3,04	66,17
Liberecký	5,8	1 990	14,90	9,84
Královéhradecký	6,2	3 075	6,98	25,11
Pardubický	5,9	2 380	9,08	14,08
Vysočina	5,6	1 680	14,58	3,02
Jihomoravský	6,7	4 914	2,89	62,69
Olomoucký	6,2	3 007	3,57	30,4
Moravskoslezský	5,9	1 950	5,00	3,85
Zlínský	6,2	3 582	2,37	38,14
Česká republika	6,1	2 965	8,63	24,86

Průměrný obsah přístupného vápníku na **orné půdě** ČR činí 3 032 mg.kg⁻¹. Podíl půd s nízkým obsahem vápníku je 8,14 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 25,97 %. Z regionů vykazuje největší podíl ploch s nízkou zásobou kraj Jihočeský (17,20 %) a kraj Vysočina (14,57 %), naopak v Ústeckém kraji je 73,59 % ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou přístupného vápníku a v Jihomoravském 62,34 %.

Průměrný obsah přístupného vápníku na **půdách trvalých travních porostů** (2 129 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 13,58 % 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 9 071 mg.kg⁻¹ vápníku a ovocné sady 3 891 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 1,16) svědčí o nedostatku draslíku a potřebě hnojení touto živinou, zejména v okresech Břeclav (1,01), Znojmo (1,21), Hodonín (1,24), Vyškov (1,11) atd.

Tab. 7: Poměr K:Mg za období 2013–2018, 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	1,87	1,62	2,69	1,80	1,78	1,87
Jihočeský	1,45	-	-	1,36	1,24	1,43
Plzeňský	1,35	-	-	1,79	1,35	1,35
Karlovarský	1,68	-	-	1,35	1,76	1,73
Ústecký	1,95	1,48	2,02	2,19	1,41	1,85
Liberecký	1,56	2,28	-	1,13	1,17	1,43
Královéhradecký	1,38	-	-	1,56	1,23	1,37
Pardubický	1,48	-	-	2,14	1,12	1,46
Vysočina	1,59	-	-	2,36	1,24	1,58
Jihomoravský	1,17	-	0,96	1,07	1,16	1,16
Olomoucký	1,32	1,80	-	1,55	1,41	1,33
Moravskoslezský	1,31	-	-	1,52	1,47	1,34
Zlínský	1,12	-	1,13	1,63	1,34	1,15
Česká republika	1,51	1,57	1,05	1,60	1,39	1,50

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. V ČR je pro stanovení obsahu přístupné síry v půdě používáno činidlo Mehlich 3. Ve vybraných vzorcích odebíraných je touto metodou stanovován od roku 2010 i obsah síry. Předkládané výsledky za období 2013–2018, reprezentují výměru 318 746 ha. Navržená pracovní kritéria jsou uvedena v kapitole 4.6.

Tab. 8: Síra, základní statistické zpracování za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Obsah síry (% výměry)				
	velmi nízký	nízký	vyhovující	dobrý	vysoký
Orná půda	34,66	48,06	10,85	3,26	3,17
Chmelnice	9,64	29,87	24,05	9,76	26,68
Vinice	47,94	44,81	5,05	1,04	1,15
Ovocný sad	33,89	52,27	8,74	2,55	2,55
Trvalý travní porost	12,46	65,97	15,61	3,02	2,95
Zemědělská půda	33,68	48,74	11,05	3,26	3,27

Tab. 9: Síra, deskriptivní statistika za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah síry (mg.kg ⁻¹)			
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum
Orná půda	Lehké	17,2	14,1	3,1	332
	Střední	16,1	12,6	3,0	743
	Těžká	16,7	12,5	3,0	293
	Celkem půdy	16,3	12,7	3,0	743
Chmelnice	Lehké	30,2	18,5	5,7	142
	Střední	44,8	25,6	3,4	453
	Těžká	36,1	24,9	7,4	534
	Celkem půdy	43,4	24,9	3,4	534
Vinice	Lehké	14,9	10,1	4,2	171
	Střední	13,3	10,7	3,0	1 550
	Těžká	11,9	11,4	3,5	35,3
	Celkem půdy	13,3	10,8	3,0	1 550
Ovocný sad	Lehké	14,1	10,3	3,0	699
	Střední	15,9	12,1	3,4	543
	Těžká	13,8	11,8	4,9	34,9
	Celkem půdy	15,7	11,7	3,0	699
Trvalý travní porost	Lehké	18,6	16,3	4,7	134
	Střední	18,6	15,9	3,8	242
	Těžká	18,0	16,3	4,1	49
	Celkem půdy	18,4	16,0	3,8	242

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 89,6 % převažující kulturou bylo v hodnoceném období stanoveno v průměru $16,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ přístupné síry, což náleží do navrhované kategorie nízkého obsahu. Vyšší obsahy síry byly nalezeny v chmelnicích $43,4 \text{ mg.kg}^{-1}$, 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 nejnížší průměrné obsahy síry.

V navrhované kategorii do 10 mg.kg^{-1} síry, tj. velmi nízký obsah bylo zjištěno 15 830 vzorků, což reprezentuje 29,54 %. Kategorie nízkého obsahu od 11–20 mg.kg^{-1} byla zastoupena polovinou vzorků, tj. 50,6 %. Vyhovující zásobu od 21–30 mg.kg^{-1} přístupné síry reprezentovalo 6 843 vzorků, což je 12,8 %. Dobrý obsah, v průměru $34,32 \text{ mg.kg}^{-1}$ je zastoupeno 1 970 vzorky a vysoký obsah $74,54 \text{ mg.kg}^{-1}$ představuje (3,71 %), tj. 1 970 vzorků.

Tab. 10: Síra, kategorizace obsahu v půdě v odběrových letech 2013–2018

Kategorie obsahu	Návrh rozpětí kategorií hodnocení (mg.kg^{-1})	Počet vzorků	Vážený průměr	Procento zastoupení
Velmi nízký	<10	15 830	8,06	29,54
Nízký	11–20	26 954	14,04	50,60
Vyhovující	21–30	6 843	23,83	12,77
Dobrý	31–40	1 970	34,32	3,67
Vysoký	> 40	1 993	74,54	3,71

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 škodlivým obsahem. Všechny tyto prvky mají vysoký faktor účinnosti, jejich celková potřeba je malá, ale většinou již nepatrné 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 se v průběhu minulých let ustálil na 7 tisících vzorků ročně, což představuje přibližně 9 % z celkového počtu. 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 téměř 54 tis. vzorků za celou ČR, a to

- vážené průměry
- základní statistické zpracování podle kultur a půdního druhu

Tab.11: B, Cu, Zn, Mn, Fe (mg.kg⁻¹); vážené průměry za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	prozkoušená výměra v ha	B	Cu	Fe	Mn	Zn
orná půda	354 447	1,07	3,88	327	131	5,62
chmelnice	1 806	1,34	45,78	358	137	17,08
vinice	2 240	1,47	15,12	132	165	6,41
ovocné sady	4 878	1,37	5,83	277	143	8,84
trvalé travní porosty	14 845	0,72	2,72	394	104	7,12
zemědělská půda	378 211	1,10	4,2	328	130	5,8

Tab.12: B, Cu, Zn, Mn, Fe (mg.kg⁻¹); zastoupení v kategoriích za období 2013–2018, orná půda

Analyt	Nízká	Střední	Vysoká
B	42,15	23,45	34,40
Cu	8,26	71,73	20,01
Fe	0,17	81,78	18,04
Mn	0,74	87,23	12,03
Zn	4,15	59,99	35,86

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 orních 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 kyselějších půdách.

Nedostatek B se často vyskytuje v půdách převápněných a přehnojených draslíkem. Analýzami půdy bylo zjištěno, že průměrný obsah B na orné půdě je 1,07 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem bóru je zastoupen 42,15 %, kategorie středního obsahu zaujímá 23,45 % a vysoký obsah představuje 34,4 % výměry. Ve speciálních kulturách (chmelnicích, vinicích, ovocných sadech) jsou vyšší výměry v kategorii vysokého obsahu bóru.

Tab. 13: Bor; základní statistické zpracování za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu bóru (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	42,15	23,45	34,40
chmelnice	14,56	22,27	63,17
vinice	14,12	18,29	67,59
ovocné sady	17,05	19,98	62,97
trvalé travní porosty	66,03	21,70	12,27
zemědělská půda	42,46	23,30	34,23

Tab. 14: Bór; základní statistické zpracování za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah bóru mg.kg ⁻¹			
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum
Orná půda	Lehké	0,79	0,55	0,50	5,93
	Střední	1,05	0,74	0,50	9,58
	Těžká	1,42	1,21	0,50	7,23
	Celkem půdy	1,07	0,73	0,50	9,58
Chmelnice	Lehké	1,06	0,80	0,55	2,96
	Střední	1,35	1,23	0,50	3,98
	Těžká	1,33	1,33	0,50	4,33
	Celkem půdy	1,34	1,22	0,50	4,33
Vinice	Lehké	1,14	1,08	0,50	2,65
	Střední	1,53	1,51	0,50	7,52
	Těžká	1,45	1,27	0,55	5,70
	Celkem půdy	1,47	1,41	0,50	7,52
Ovocný sad	Lehké	1,04	0,91	0,50	3,03
	Střední	1,32	1,18	0,50	5,04
	Těžká	1,74	1,87	0,50	5,31
	Celkem půdy	1,37	1,21	0,50	5,31
Trvalý travní porost	Lehké	0,63	0,55	0,50	2,57
	Střední	0,71	0,58	0,50	3,62
	Těžká	0,85	0,66	0,50	3,58
	Celkem půdy	0,72	0,57	0,50	3,62
Zemědělská půda	Lehké	0,79	0,55	0,50	5,93
	Střední	1,04	0,76	0,50	9,58
	Těžká	1,40	1,22	0,50	7,23

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 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 zvýšeným 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 3,88 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem Cu činí 8,26 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 71,73 % a vysoký obsah zaujímá 20,01 % výměry. Ve speciálních kulturách, zejména v chmelnicích (v průměru 45,8 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. 15: Měď; základní statistické zpracování za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu mědi (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	8,26	71,73	20,01
chmelnice	0,62	2,05	97,34
vinice	1,41	13,44	85,16
ovocné sady	1,37	34,54	64,09
trvalé travní porosty	13,20	68,35	18,45
zemědělská půda	8,29	70,44	21,27

Tab. 16: Měď; deskriptivní statistika za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah mědi mg.kg ⁻¹			
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum
Orná půda	Lehké	3,18	2,32	0,30	80,20
	Střední	3,84	2,90	0,30	119,00
	Těžká	4,31	3,59	0,30	189,00
	Celkem půdy	3,88	2,88	0,30	189,00
Chmelnice	Lehké	43,53	41,00	14,70	75,50
	Střední	46,45	45,60	0,87	153,00
	Těžká	40,40	40,90	6,49	108,00
	Celkem půdy	45,78	44,75	0,87	153,00
Vinice	Lehké	17,11	13,45	0,65	108,00
	Střední	14,84	12,60	0,55	116,00
	Těžká	12,35	11,20	1,04	67,30
	Celkem půdy	15,12	12,40	0,55	116,00
Ovocný sad	Lehké	6,34	4,70	1,39	30,40
	Střední	7,53	5,78	0,94	71,80
	Těžká	7,48	7,24	1,77	24,60
	Celkem půdy	7,54	5,83	0,94	71,80
Trvalý travní porost	Lehké	2,57	2,18	0,59	9,07
	Střední	3,58	2,79	0,30	77,10
	Těžká	4,44	2,93	0,61	63,10
	Celkem půdy	3,58	2,72	0,30	77,10
Zemědělská půda	Lehké	3,33	2,44	0,30	108,00
	Střední	4,14	3,02	0,30	153,00
	Těžká	4,53	3,86	0,30	189,00

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 ornicích 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 5,6 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem Zn činí 4,48 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 57,87 % a vysoký obsah zaujímá 37,65 % ploch. Ve speciálních kulturách je převážná většina půd s vysokým obsahem Zn.

Tab. 17: Zinek; základní statistické zpracování za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu zinku (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
Orná půda	4,48	57,87	37,65
Chmelnice	-	4,24	95,76
Vinice	7,87	44,58	47,54
Ovocný sad	1,81	32,20	65,98
Trvalý travní porost	4,91	48,86	46,23
Zemědělská půda	4,46	56,85	38,69

Tab. 18: Zinek; deskriptivní statistika za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah zinku mg.kg ⁻¹			
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum
Orná půda	Lehké	5,80	3,89	1,19	2 490
	Střední	5,59	4,42	1,00	2 300
	Těžká	5,53	4,43	1,00	642
	Celkem půdy	5,62	4,36	1,00	2 490
Chmelnice	Lehké	15,91	15,30	6,77	53,90
	Střední	16,92	14,90	2,36	52,10
	Těžká	18,97	17,30	3,77	45,80
	Celkem půdy	17,08	15,00	2,36	53,90
Vinice	Lehké	8,04	6,31	1,29	49,50
	Střední	6,50	4,95	1,00	181,00
	Těžká	5,09	4,26	1,24	110,00
	Celkem půdy	6,41	4,94	1,00	181
Ovocný sad	Lehké	8,44	6,12	2,20	110,00
	Střední	8,81	6,60	1,23	645,00
	Těžká	8,76	5,76	2,23	67,90
	Celkem půdy	8,84	6,42	1,23	645
Trvalý travní porost	Lehké	6,74	3,57	1,68	124
	Střední	7,19	4,81	1,33	556
	Těžká	6,61	5,51	1,36	160
	Celkem půdy	7,12	4,74	1,33	556
Zemědělská půda	Lehké	5,91	4,01	1,19	2 490
	Střední	5,75	4,53	1,00	2 300
	Těžká	5,65	4,55	1,00	642

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 131 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem manganu činí 0,74 %, největší výměry půd v kategorii středního obsahu zaujímají 87,23 % a vysoký obsah Mn zaujímá 12,3 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené manganem.

Tab. 19: Mangan; základní statistické zpracování za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu manganu (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	0,74	87,23	12,03
chmelnice	-	89,84	10,16
vinice	0,53	69,27	30,20
ovocné sady	0,04	85,20	14,76
trvalé travní porosty	1,93	94,20	3,88
zemědělská půda	0,78	87,38	11,84

Tab. 20: Mangan; deskriptivní statistika za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah manganu mg.kg ⁻¹			
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum
orná půda	Lehká	100,4	90,5	8,9	347,0
	Střední	132,8	121,8	3,5	522,4
	Těžká	133,4	124,1	12,5	774,6
	celkem	131,1	118,1	3,5	774,6
chmelnice	Lehká	121,3	108,9	51,4	282,9
	Střední	136,8	132,7	39,4	306,7
	Těžká	141,2	135,5	73,3	228,0
	celkem	136,5	131,5	39,4	306,7
vinice	Lehká	127,1	124,1	25,4	314,3
	Střední	166,5	169,5	17,1	392,7
	Těžká	172,5	180,7	28,7	420,2
	celkem	164,5	165,6	17,1	420,2
ovocné sady	Lehká	119,9	117,3	37,1	238,6
	Střední	143,7	140,1	28,1	373,1
	Těžká	144,7	141,9	30,8	311,2
	celkem	142,6	135,7	28,1	373,1
trvalé travní porosty	Lehká	91,6	84,6	11,1	520,3
	Střední	104,8	98,9	8,3	396,3
	Těžká	102,4	91,7	20,9	659,4
	celkem	104,3	96,7	8,3	659,4
zemědělská půda	Lehká	100,4	92,6	8,9	520,3
	Střední	132,1	122,7	3,5	522,4
	Těžká	132,6	126,7	12,5	774,6

2.3.6 Železo

V chemismu půdy sehrává 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 327 mg.kg^{-1} . Podíl orných půd s nízkým obsahem Fe činí 0,17 %. V kategorii středního obsahu je hodnoceno 81,78 %, vysoký obsah Fe zaujímá 18,04 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené Fe.

Tab. 21: Železo; základní statistické zpracování za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Hodnocení obsahu železa (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	0,17	81,78	18,04
chmelnice	-	74,97	25,03
vinice	13,61	85,55	0,84
ovocné sady	0,25	88,71	11,04
trvalé travní porosty	-	64,28	35,72
zemědělská půda	0,25	81,18	18,58

Tab. 22: Železo; deskriptivní statistika za období 2013–2018, podle kultur

Kultura	Půdní druh	Obsah železa mg.kg ⁻¹			
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum
orná půda	Lehká	346	348	32	1 940
	Střední	329	335	5	1 800
	Těžká	299	300	29	867
	celkem	327	334	5	1 940
chmelnice	Lehká	362	358	252	512
	Střední	360	356	104	826
	Těžká	332	331	133	584
	celkem	358	355	104	826
vinice	Lehká	190	188	33	505
	Střední	131	102	14	578
	Těžká	107	93	27	625
	celkem	132	107	14	625
ovocné sady	Lehká	285	276	63	603
	Střední	284	288	53	638
	Těžká	242	215	53	564
	celkem	277	278	53	638
trvalé travní porosty	Lehká	378	373	169	605
	Střední	398	391	158	791
	Těžká	396	405	138	637
	celkem	394	390	138	791
zemědělská půda	Lehká	346	342	32	1 940
	Střední	330	332	5	1 800
	Těžká	301	290	27	867

2.4 PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

Organická hmota v půdě je neobyčejně heterogenní zahrnuje všechny přírodní a přeměněné látky biologického původu, které se nacházejí v půdě nebo na půdním povrchu, jakéhokoliv původu, živých nebo odumřelých organismů v jakékoliv fázi rozkladu, s výjimkou nadzemních částí živých rostlin. Zahrnuje živé organismy, kořeny rostlin, mikroorganismy, odumřelé mikro a makroorganismy a jejich části, rozpustné organické látky, humus, humusové látky jako huminové kyseliny, fulvokyseliny, humin a zuhelnatělé organické látky (Kubát et al. 2008). Půdní organická hmota tvoří pouze 2–5 % z celkové hmotnosti půdy významně ovlivňuje řadu půdních vlastností. Jde o retenci vody, pevnost a tvorbu agregátů, které jsou základem půdní struktury, a tím i náchylnosti k erozi. Dále je to sorpční schopnost půdy, vyrovnání kolísání pH, zvýšení kationtové výměnné kapacity.

Oxidovatelný uhlík (Cox), který představuje primární organickou hmotu v podobě rozložených i nerozložených kořenů, kořenového vlášení, exudátů, posklizňových zbytků odumřelých mikroorganismů dodaných organických hnojiv a dále humusové kyseliny a fulvokyseliny.

2.4.1 Metodika hodnocení organické hmoty

Vzorky na stanovení Cox se vybírají jednotlivě podle kódu BPEJ tak, aby ve výběru byly zastoupeny půdy odlišných půdních typů i druhů a pokud možno i z různých klimatických regionů. Ze vzorkování se vynechávají mimoprodukční plochy.

Výsledky 14 553 vzorků, které představují plochu 304 tis. ha jsou vyhodnoceny podle kultur, hlavních půdních jednotek (HPJ) a podle klimatických regionů.

2.4.2 Hodnocení Cox

Pro zhodnocení Cox se použila kategorizace podle pěti základních kultur, které jsou rozlišovány v AZZP. Z předkládaného hodnocení pěti hlavních hodnocených kultur, vyplývá, že medián Cox se v celém souboru dat pohybuje v intervalu 1,51–2,14 %. Průměrný obsah Cox na orné půdě, která je zastoupena 12 952 vzorky, tj. 88,9 % všech analyzovaných vzorků činí 1,49 %. Obsah Cox na orné půdě se nachází v rozpětí 0,17 % (min.) do 5,06 % (max.).

Tab.23: Deskriptivní charakteristika obsahu Cox (%) podle kultur v AZZP, za období 2013-2018

Kultura	Půdní druh	Cox %			
		Vážený průměr	Medián	Minimum	Maximum
Orná půda	Lehké	1,64	1,69	0,35	3,39
	Střední	1,50	1,48	0,00	5,05
	Těžká	1,79	1,69	0,47	4,78
	Celkem půdy	1,55	1,52	0,00	5,05
Chmelnice	Lehké	1,53	1,45	1,08	1,98
	Střední	1,50	1,52	0,39	2,57
	Těžká	1,42	1,43	1,39	1,46
	Celkem půdy	1,50	1,51	0,39	2,57
Vinice	Lehké	1,47	1,59	0,99	2,31
	Střední	1,59	1,52	0,35	2,66
	Těžká	2,10	1,53	1,17	2,28
	Celkem půdy	1,58	1,52	0,35	2,66
Ovocný sad	Lehké	1,26	1,46	0,75	2,44
	Střední	1,55	1,51	0,77	3,35
	Těžká	1,60	1,67	0,92	3,20
	Celkem půdy	1,55	1,53	0,75	3,35
Trvalý travní porost	Lehké	1,90	1,95	0,45	3,97
	Střední	2,18	2,14	0,35	4,15
	Těžká	2,06	2,11	0,76	3,78
	Celkem půdy	2,14	2,13	0,35	4,15
Zemědělská půda	Lehké	1,66	1,68	0,35	3,97
	Střední	1,55	1,51	0,00	5,05
	Těžká	1,80	1,71	0,47	4,78

Pro další zhodnocení Cox byla použita kategorizace rozlišující 6 skupin hlavních půdních jednotek (HPJ). Deskriptivní charakteristika obsahu Cox podle hlavní půdní jednotky (HPJ) je uvedena v tabulce 24.

Tab. 24: Deskriptivní charakteristika obsahu Cox (%), orná půda podle HPJ

Skupiny HPJ	Vážený průměr	Minimum	Medián	Maximum
Černozeň	1,88	1,77	0,44	4,80
Hnědozemě a luvisoly	1,31	1,28	0,35	3,22
Rendziny a pararendziny	1,74	1,75	0,64	4,10
Hnědé půdy	1,50	1,55	-	4,23
Oglejené půdy	1,46	1,45	-	4,46
Nivní a glejové půdy	1,85	1,76	0,35	5,05

Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím obsah půdní organické hmoty v půdě je kromě zemědělských kultur a hlavní půdní jednotky nadmořská výška, která charakterizuje klimatické podmínky daného stanoviště. Rozlišuje se 10 klimatických regionů, které jsou navrženy výhradně pro účely BPEJ (VT: velmi teplý, suchý; T 1: teplý, suchý; T 2: teplý, mírně suchý; T 3: teplý, mírně vlhký; MT 1: mírně teplý, suchý; MT 2: mírně teplý, mírně vlhký; MT 3: mírně teplý až teplý; MT 4: mírně teplý vlhký; MCH: mírně chladný, vlhký, CH: chladný).

Je-li tentýž soubor vzorků zkoumán podle klimatického regionu, pak se průměrný obsah Cox pohybuje v rozmezí 1,43–2,10 %, přičemž nejvyšší hodnoty byly dosaženy v chladném regionu (Ch), kde se nachází převážně trvalé travní porosty. Na tvorbě stabilních frakcí organické hmoty (OH) pod travními porosty se významně podílí kořenový systém, který se během humifikace hromadí jako půdní organická hmota.

V klimatických regionech s největším počtem vzorků (T 3, MT 1, MT 2, MT 4) se průměrný obsah Cox pohybuje v rozmezí 1,43–1,51 %.

Tab. 25: Deskriptivní charakteristika obsahu Cox (%), orná půda podle klimatického regionu

Klimatické regiony	Vážený průměr	Minimum	Medián	Maximum
VT	1,93	1,87	1,05	3,57
T 1	1,76	1,70	0,44	3,51
T 2	1,91	1,85	0,33	3,83
T 3	1,63	1,56	0,57	4,80
MT 1	1,46	1,47	0,35	3,07
MT 2	1,40	1,42	0,35	5,05
MT 3	1,49	1,37	0,76	3,22
MT 4	1,69	1,50	0,95	3,80
MCh	1,62	1,72	0,18	2,99
Ch	2,03	2,09	0,72	2,88

Medián Cox na orné půdě zjištěný činí 1,59 %. Obsah Cox pod travními porosty je vyšší a dosahuje hodnoty 2,18 %, v ostatních kulturách jsou obsahy v úzkém rozmezí od 1,53–1,68 %. Na tvorbě stabilních frakcí organické hmoty pod travními porosty se významně podílí bohatý kořenový systém, který se během humifikace hromadí jako půdní organická hmota.

Nižší obsah 1,4–1,58 % Cox charakterizuje mírně teplé oblasti (MT1–MT4), v teplejších klimatických regionech naopak stoupá a pohybuje od 1,42 do 1,78 %.

Vyšší obsah 2,0 % zjištěný v chladných oblastech (Ch) koreluje s se zastoupením TTP v půdním fondu. Nejnižší obsah Cox je v luvisolech 1,3 %, naopak nevyšší obsah 1,9 % mají černozemě a nivní půdy.

2.4.3 Klasifikace půd podle obsahu uhlíku

Na základě výsledků dlouhodobých polních pokusů VÚRV a ÚKZÚZ Kubát a kol. (2008) uvádí, že množství organického uhlíku v půdě se ve svrchní vrstvě (0–20 cm) pohybuje v širokém intervalu od 0,60 % C do 3,23 % C. Velká většina z celého spektra orných půd ČR (téměř 85 %) se však nachází v intervalu od 1 % do 2 % C. Převážná většina analyzovaných vzorků se podle kategorizace obou autorů nachází v intervalu obsahu Cox 1–2 %.

Klasifikace obsahu půdního oxidovatelného uhlíku, podle Kubáta

Tab. 26: Kategorie obsahu Cox podle Kubáta (2008), orná půda

Kategorie obsahu oxidovatelného uhlíku (% Cox, NIRS)	Počet vzorků	Procento zastoupení (%)	Vážený průměr (%)
pod 1,0	926	7,15	0,79
1,0–2,0	10 100	77,98	1,48
nad 2,0	1 928	14,88	2,35

Klasifikace obsahu půdního oxidovatelného uhlíku, podle Jandáka

Tab. 27: Kategorie Cox podle Jandáka (2009), orná půda

Kategorie obsahu oxidovatelného uhlíku (% Cox, NIRS)	Počet vzorků	Procento zastoupení (%)	Vážený průměr (%)
pod 0,6	156	0,79	0,42
0,6–1,1	1 506	9,26	0,98
1,2–1,8	7 131	56,28	1,49
1,8–2,9	3 271	27,53	2,11
nad 2,9	140	1,49	3,24

Z výsledků screeningu, prováděného od roku 2014 vyplývá, že medián obsahu organického uhlíku na orné půdě je 1,51 %. Toto zjištění je v souladu s klasifikacemi navrženými Kubátem (2008) a Jandákem (2008), kdy u orných půd s majoritním zastoupením vzorků se obsah pohybuje mezi 1–2 % Cox. Na obsah půdní organické hmoty má zásadní vliv intenzita a způsob hospodaření na půdě, ale také lokalita, se kterou dále souvisí klimatické a ostatní půdotvorné faktory.

Nejvyšší hodnota Cox byla zjištěna pod travními porosty, kde je organická hmota doplňována rozkladem kořenového systému a hmotou po sečení. TTP převažují ve vyšších nadmořských výškách, na méně kvalitních půdách, v chladnějších a vlhčích oblastech což jsou faktory, které mají vliv na vyšší akumulaci organické hmoty v půdě a její pomalejší rozklad.

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 včetně bilancování živin umožňují na základě vápnění a racionálního hnojení půdy, účelnou regulaci chemizmu půdy a optimalizaci stanovištních podmínek rostlin.

Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd za období 2013–2018

1. Přístupné živiny a síra

- Průměrná hodnota půdní reakce zemědělské půdy v ČR je 6,1 stupně pH. Vývoj výměnné půdní reakce v posledních čtyřech letech stagnuje.
- Průměrná zásoba přístupného fosforu na zemědělské půdě činí v tomto odběrovém roce 91 mg.kg⁻¹, na orné půdě 92 mg.kg⁻¹, změny v obsahu fosforu nebyly v posledních čtyřech letech zaznamenány.
- Průměrný obsah přístupného draslíku na zemědělské půdě je 255 mg.kg⁻¹, na orné půdě 253 mg.kg⁻¹, stagnuje od roku 2009.
- Průměrný obsah přístupného hořčíku na zemědělské půdě ČR činí 201 mg.kg⁻¹. Vývojový trend obsahu přístupného hořčíku není zcela jednoznačný, vykazuje kolísání. Tento stav do 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 3 032 mg.kg⁻¹. Půdní zásoba přístupného vápníku v posledních čtyřech letech stagnuje.
- Současný stav zásobenosti zemědělských půd ČR draslíkem a hořčíkem se projevuje v zužování poměru těchto dvou kationtů (1,5), což signalizuje problém ve výživě draslíkem a potřebu zvýšeného hnojení touto živinou.
- Průměrný obsah síry na orné půdě je 16,3 mg.kg⁻¹, v navržené kategorii velmi nízkého a nízkého obsahu do 20 mg.kg⁻¹ se nachází 81,1 % analyzovaných vzorků.

2. Mikroelementy

- Průměrný obsah B na orné půdě, je 1,1 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem bóru je zastoupen 42,15 %, kategorie středního obsahu zaujímá 23,45 % a vysoký obsah představuje 34,4 % výměry. Ve speciálních kulturách jsou vyšší výměry v kategorii vysokého obsahu bóru.
- Průměrný obsah Cu na orné půdě je 3,9 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem činí 8,26 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 71,73 %, vysoký obsah zaujímá 20,01% výměry.
- Průměrný obsah Zn na orné půdě je 5,6 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem Zn činí 4,48 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 57,87 % a vysoký obsah zaujímá 37,65 % ploch. Ve speciálních kulturách je převážná většina půd s vysokým obsahem Zn.
- Průměrný obsah Mn na orné půdě je 131 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem manganu činí nepatrných 0,74 %, největší výměry půd v kategorii středního obsahu zaujímají 87,23 % a vysoký obsah Mn zaujímá 12,03 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené Mn.
- Průměrný obsah Fe na orné půdě je 327 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem železa činí pouze 0,17 %, pozemky v kategorii středního obsahu zaujímají 81,78 % a vysoký obsah Fe zaujímá 18,04 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené Fe.

3. Půdní organická hmota

- Medián Cox je v celém souboru dat pohybuje v intervalu 1,48–2,13 %. Průměrný obsah Cox na orné půdě, činí 1,55 %. Téměř 88,9 % hodnocených vzorků orné půdy se nachází v intervalu od 1 % do 2 % Cox.

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 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$. Obdobně pro udržení počátečního stavu přístupného draslíku v půdě postačuje v řepařské oblasti dávka asi 100 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$ a v bramborářské až 150 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$. Při zpětném zapravení vedlejších produktů do půdy je dostatečná (podle výrobních oblastí) hladina hnojení na úrovni 40 až 60 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$.

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 kg P_2O_5 a 50 až 150 kg K_2O . 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) půda			HOŘČÍK (mg.kg ⁻¹) půda		
		lehká	střední	těžká	lehká	střední	těžká
nízký	do 50	do 100	do 105	do 170	do 80	do 105	do 120
vyhovující	51–80	101–160	106–170	171–260	81–135	106–160	121–220
dobrý	81–115	161–275	171–310	261–350	136–200	161–265	221–330
vysoký	116–185	276–380	311–420	351–510	201–285	266–330	331–460
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) půda			HOŘČÍK (mg.kg ⁻¹) půda		
		lehká	střední	těžká	lehká	střední	těžká
nízký	do 25	do 70	do 80	do 110	do 60	do 85	do 120
vyhovující	26–50	71–150	81–160	111–210	61–90	86–130	121–170
dobrý	51–90	151–240	161–250	211–300	91–145	131–170	171–230
vysoký	91–150	241–350	251–400	301–470	146–220	171–245	231–310
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) půda			HOŘČÍK (mg.kg ⁻¹) půda		
		lehká	střední	těžká	lehká	střední	těžká
nízký	do 55	do 100	do 125	do 180	do 80	do 105	do 170
vyhovující	56–100	101–220	126–250	181–310	81–180	106–225	171–300
dobrý	101–170	221–340	251–400	311–490	191–320	226–365	301–435
vysoký	171–245	341–500	401–560	491–680	321–425	366–480	436–580
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
nízký	do 155	do 170	do 220	do 290	do 135	do 160	do 210
vyhovující	156–220	171–275	221–370	291–400	136–210	161–250	211–300
dobrý	221–290	276–400	371–515	401–570	211–300	251–350	301–395
vysoký	291–390	401–560	516–650	571–680	301–400	351–460	396–530
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
dobrý–D	do 1,6	nelze očekávat problémy s výživou hořčíkem
vyhovující –VH	1,6–3,2	ke hnojení draslíkem je třeba přistupovat opatrně, problémy se mohou vyskytnout především u krmných plodin
nevyhovující–NVH	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	extrémně kyselá
4,6–5,0	silně kyselá
5,1–5,5	kyselá
5,6–6,5	slabě kyselá
6,6–7,2	neutrální
7,3–7,7	alkalická
nad 7,7	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 hnojařský zásah
nízký –N	potřeba dosycení příslušnou živinou, povýšit vypočtenou dávku o 50 %
vyhovující –VH	potřeba mírného dosycení příslušnou živinou, povýšit vypočtenou dávku o 20–30 %
dobrý – D	příznivý obsah, jehož udržení je třeba zajistit nahrazovacím hnojením příslušnou živinou, dodávat živinu podle odběrových normativů
vysoký –V	vypustit hnojení příslušnou živinou na přechodnou dobu (asi 2–3 roky), než bude dosaženo kategorie dobré
velmi vysoký –VV	zvyšování tohoto obsahu je nevhodné z ekologického hlediska, hnojení příslušnou živinou je nepřijatelné, vypustit hnojení příslušnou živinou na dobu, než budou k dispozici nové výsledky AZP

4.6 Síra

Návrh pracovních kritérií

S _{M3} (mg/kg)	Kategorie
< 10	Velmi nízká (VN)
11–20	Nízká (N)
21–30	Vyhovující (VH)
31–40	Dobrá (D)
> 40	Vysoká (V)

4.7 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 hnojařském 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
- ISO 17184:2014 Soil quality–Determination of carbon and nitrogen by near-infrared spectrometry (NIRS). ISO, 2014.
- Jandák J. a kol., 2009: Půdoznalství. Skripta, Mendelu.
- Kubát J. a kol., 2008: Metodika hodnocení množství a kvality půdní organické hmoty v orných půdách, VURV, Praha 2008 ISBN: 978–80–87011–65–2.
- Kunzová E. a kol., 2015: Studie Návrh parametrů sledování stavu a obsahu organické hmoty v půdě v České republice, VURV Praha 121 s.
- Smatanová M., 2018: Jednotné pracovní postupy pro AZPP v České republice v období 2018 až 2022. Metodický pokyn ÚKZÚZ č.9/SZV.
- Zbíral J. a kol., 2011: Analýza půd III, JPP ÚKZÚZ, JPP ÚKZÚZ, postup č. 30910.1 Stanovení COX titrací po oxidaci chromsírovou směsí; postup č. 30980.2 Stanovení obsahu COX, CTOT, NTOT a glomalinu metodou NIRS.
- 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
- Zbíral 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 2013–2018

Autor:	Ing. Michaela Smatanová, Ph.D. Ing. Aleš Sušil
Vydavatel:	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Sekce zemědělských vstupů
Rok vydání:	2019
Náklad:	10
Počet stran:	35
Přílohy počet stran:	185
Tisk:	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Hroznová 2, 656 06 Brno, tel.: 543 548 111 e-mail: ukzuz@ukzuz.cz
ISBN:	ISBN: 978-80-7401-177-1
Zpráva neprošla jazykovou úpravou.	