



Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Sekce zemědělských vstupů

Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd
za období 2012–2017

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

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

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

Brno, září 2018

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.....	14
2.3.2 Bór	15
2.3.3 Měď	18
2.3.4 Zinek.....	20
2.3.5 Mangan.....	21
2.3.6 Železo	23
2.4.1 Metodika hodnocení organické hmoty	25
2.4.2 Hodnocení Cox.....	25
2.4.3 Klasifikace půd podle obsahu uhlíku	29
3 ZÁVĚR.....	30
4 KRITÉRIA HODNOCENÍ AGROCHEMICKÝCH ROZBORŮ PŮD	32
4.1 Kritéria hodnocení obsahu fosforu, draslíku a hořčíku (Mehlich 3)	32
4.2 Kritéria pro hodnocení obsahu uhličitánů v půdách.....	33
4.3 Kritéria pro hodnocení půdní reakce	33
4.4 Potřeba vápnění	34
4.5 Mikroelementy–navržená pracovní kritéria	35
4.6 Síra–navržená pracovní kritéria	35
4.7 Hodnocení plošné nevyrovnanosti pozemků.....	36
5 LITERÁRNÍ ZDROJE.....	36
 Příloha 1 Hodnocení přístupných živin 2012-2017, souhrn tabulkových údajů AZZP.....	37
Příloha 2 Hodnocení mikroelementů 2012-2017, souhrn tabulkových údajů AZZP.....	129

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, jakož i dotčeným zemědělským subjektům.

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. Současná 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 výživy rostlin, ale především pro své analytické a provozní přednosti 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. Odhad usnadňuje a spolehlivost zlepšuje porovnání se standardními vzorky zemin.

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 stanovení širší škály prvků (Ca, Mg, K, P, Al, B, Cu, Fe, Mn, 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 (Zbiral 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), který umožňuje simultánní stanovení více parametrů (viz kap. 9). 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 2 401 127 ha zemědělské půdy, každoročně je pak odebráno a analyzováno přibližně 67 tis. půdních vzorků.

Ve zprávě jsou zpracované výsledky AZZP za plovoucí odběrový rok 2012–2017. 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 2012–2017

- 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 2012–2017

- 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 2012–2017 podle jednotlivých druhů pozemků (v ha)

Kraj	Orná půda	Chmelnice	Vinice	Ovocné sady	TTP	Zemědělská půda
Praha–hl. město	8 970	–	–	11	10	8 991
Středočeský	404 705	1 471	179	3 455	1 079	410 889
Jihočeský	198 438	–	–	867	44 616	243 783
Plzeňský	157 875	–	–	279	64 494	222 502
Karlovarský	20 657	–	–	30	24 459	45 146
Ústecký	134 307	2 415	233	1 597	25 633	164 171
Liberecký	34 820	20	–	804	14 030	49 673
Královéhradecký	158 919	–	–	1 926	13 624	174 469
Pardubický	171 914	–	–	390	8 539	180 843
Vysočina	231 331	–	–	168	9 185	240 680
Jihomoravský	263 835	–	5 624	2 090	1 949	273 473
Olomoucký	157 121	559	–	866	7 511	166 052
Moravskoslezský	114 307	–	–	405	14 422	129 113
Zlínský	83 694	–	334	471	6 891	91 381
Česká republika	2 140 853	4 464	6 370	13 360	236 442	2 401 127

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 téměř 30 % prozkoušené výměry. Dalších 39,4 % výměry zemědělské půdy vykazuje slabě kyselou půdní reakci (pH 5,6 až 6,5). Pravidelně vápnit (alespoň udržovací dávkou) by bylo třeba téměř 70 % zemědělské půdy. Podíl alkalických půd s pH nad 7,2 zaujímá asi 13,56 % 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/roztok CaCl₂–zemědělská půda

Kraj	Průměrná hodnota pH	Podíl půd v % (vážené průměry)	
		Reakce kyselá (do 5,5)	Reakce alkalická (nad 7,2)
Praha–hl. město	6,4	13,97	17,80
Středočeský	6,4	20,39	21,65
Jihočeský	5,6	50,26	0,37
Plzeňský	5,6	49,62	0,18
Karlovarský	5,6	54,24	1,01
Ústecký	6,6	13,87	36,00
Liberecký	5,9	31,88	2,89
Královéhradecký	6,2	20,21	10,86
Pardubický	6,0	31,37	6,50
Vysočina	5,6	50,08	0,80
Jihomoravský	6,7	12,37	40,12
Olomoucký	6,3	19,93	10,77
Moravskoslezský	5,9	32,56	1,49
Zlínský	6,3	18,97	11,54
Česká republika	6,1	29,98	13,56

Průměrná hodnota půdní reakce **orné půdy** ČR je 6,2 stupně pH. Podíl kyselých půd zaujímá 26,43 % výměry. Největší podíl kyselých půd se nachází v kraji Karlovarském (35,16 %), Jihočeském (45,25 %), následuje kraj Vysočina (49,23 %) a kraj Plzeňský (42,18 %).

Půdy **trvalých travních porostů** vykazují průměrnou hodnotu 5,4 stupně pH. Kyselé půdy jsou zastoupeny (do pH 5,5) asi na 63,67 % výměry republiky, nejvíce v kraji Jihočeském (72,64 %), Vysočina (71,93 %), Karlovarském (70,41 %) a Olomouckém (68,51 %).

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 (pH 6,4) a ovocné sady (pH 6,4). Podíl kyselých půd je u vinic zanedbatelný (3,47 %), naopak převažují na alkalických půdách (71,64 %). U chmelnic a ovocných sadů je podíl kyselých půd 18,11 a 19,83 %, podíl alkalických 18,59 a 21,65 %.

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 90 mg.kg⁻¹. Zemědělská půda s nízkou zásobou fosforu, která potřebuje intenzivní hnojení, představuje více než 25,47 % výměry ČR. Vyhovující zásoba, která také potřebuje mírné dosycení touto živinou, zahrnuje dalších 27,59 % výměry. Hnojit by tedy potřebovalo 53,06 % výměry zemědělské půdy ČR. Vysokou a velmi vysokou zásobu přístupného fosforu vyhazuje 24,63 % 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, extrakt Mehlich 3–zemědělská půda

Kraj	Průměrná hodnota P (mg.kg ⁻¹)	Podíl půd v % (vážené průměry)	
		Nízký obsah	Vysoký a velmi vysoký obsah
Praha–hl. město	74	37,38	13,96
Středočeský	94	28,21	24,48
Jihočeský	88	29,51	26,16
Plzeňský	75	33,73	19,33
Karlovarský	80	29,98	23,82
Ústecký	101	25,01	31,21
Liberecký	112	11,17	42,76
Královéhradecký	96	16,39	28,29
Pardubický	87	22,45	22,19
Vysočina	101	16,05	31,93
Jihomoravský	89	28,70	20,84
Olomoucký	92	21,18	23,88
Moravskoslezský	79	26,78	16,61
Zlínský	77	31,93	16,77
Česká republika	90	25,47	24,63

Průměrný obsah přístupného fosforu na **orné půdě** ČR je 91 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem fosforu je zastoupen 26,25 %, 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 Karlovarském (40,56 %), Plzeňském (39,48 %) a Zlínském (31,58 %). Naopak největší podíl půd s vysokým a velmi vysokým obsahem fosforu má kraj Liberecký (48,61 %), Vysočina (32,21 %) a Ústecký (29,46 %).

Průměrná hodnota přístupného fosforu u **půd trvalých travních porostů** je 74 mg.kg⁻¹. Nízký obsah fosforu byl zjištěn na 19,40 % výměry ČR. Největší podíl ploch s nízkým obsahem fosforu se nachází v kraji Zlínském (36,07 %), Jihočeském (26,38 %) a v kraji Vysočina (26,02 %).

Průměrné hodnoty obsahu fosforu v **půdách speciálních druhů pozemků** jsou výrazně vyšší než na orné půdě. Chmelnice vykazují zásobu přístupného fosforu 310 mg.kg⁻¹, ovocné sady 116 mg.kg⁻¹ a vinice 93 mg.kg⁻¹. Nízký obsah fosforu se pohybuje v intervalu od 5,68 % (chmelnice) do 30,04 % (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 252 mg.kg^{-1} . Zemědělská půda s nízkou zásobou draslíku, která potřebuje intenzivní hnojení, představuje 7,47 % výměry, vyhovující zásoba, která také potřebuje mírné dosycení touto živinou, dalších 27,63 % výměry. Hnojit tedy v současné době vyžaduje asi 35 % výměry ČR.

Na druhé straně vysoká a velmi vysoká zásoba draslíku byla zjištěna na 23,16 % 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, extrakt Mehlich 3–zemědělská půda

Kraj	Průměrná hodnota K (mg.kg^{-1})	Podíl půd v % (vážené průměry)	
		Nízký obsah	Vysoký a velmi vysoký obsah
Praha–hl. město	246	7,07	20,53
Středočeský	270	6,89	26,14
Jihočeský	203	14,14	14,53
Plzeňský	223	8,51	19,09
Karlovarský	300	5,20	40,14
Ústecký	429	1,94	61,59
Liberecký	221	9,69	16,78
Královéhradecký	247	7,26	21,49
Pardubický	199	9,92	9,34
Vysočina	213	7,65	14,35
Jihomoravský	290	2,39	31,07
Olomoucký	233	6,69	17,94
Moravskoslezský	198	11,21	11,74
Zlínský	267	5,95	24,63
Česká republika	252	7,47	23,16

Průměrný obsah přístupného draslíku na **orné půdě** je 253 mg.kg^{-1} . Podíl orných půd s nízkým obsahem zaujímá 7,12 % výměry, vysoký a velmi vysoký obsah byl zjištěn na 22,16 % výměry. V rámci územně správních celků mají největší podíl ploch s nízkým obsahem kraje Jihočeský (12,25 %), Moravskoslezský (12,11 %). Naopak kraj Ústecký vykazuje pouze 1,02 % výměry s nízkou zásobou draslíku a má zároveň největší podíl ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou draslíku (65,6 %). Jihomoravský kraj vykazuje na orné půdě v průměru 290 mg.kg^{-1} přístupného draslíku a 2,26 % nízké zásoby a 31,46 % vysoké a velmi vysoké.

Průměrná hodnota přístupného draslíku na **půdě trvalých travních porostů** ČR je 239 mg.kg^{-1} . Podíl půd s nízkým obsahem činí 10,72 %, s vysokým a velmi vysokým obsahem 31,96 % výměry. V regionech je největší podíl ploch s nízkým obsahem draslíku v kraji Jihočeském (22,59 %), Pardubickém (19,69 %), a následuje Liberecký kraj (18,33 %).

U **speciálních druhů pozemků** jsou průměrné hodnoty přístupného draslíku relativně vysoké (chmelnice 480 mg.kg⁻¹, ovocné sady 344 mg.kg⁻¹ a vinice 294 mg.kg⁻¹). Podíl půd s nízkým obsahem se u těchto druhů pozemků pohybuje mezi 3,82 % (sady) do 9,81 % 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 196 mg.kg⁻¹. Podíl půd s nízkým obsahem činí 14,32 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 20,64 % 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, extrakt Mehlich 3–zemědělská půda

Kraj	Průměrná hodnota Mg (mg.kg ⁻¹)	Podíl půd v % (vážené průměry)	
		Nízký obsah	Vysoký a velmi vysoký obsah
Praha–hl. město	168	10,84	3,95
Středočeský	156	23,51	6,65
Jihočeský	168	15,95	16,24
Plzeňský	190	11,30	25,96
Karlovarský	232	10,53	42,91
Ústecký	300	12,45	41,72
Liberecký	177	18,08	23,13
Královéhradecký	193	7,92	14,53
Pardubický	146	23,23	5,51
Vysočina	158	19,03	11,38
Jihomoravský	292	4,43	52,43
Olomoucký	196	9,56	15,83
Moravskoslezský	158	12,15	7,75
Zlínský	251	3,08	31,56
Česká republika	196	14,32	20,64

Průměrný obsah přístupného hořčíku na **orné půdě** ČR je 194 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem činí 14,94 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 17,42 % výměry. V regionech vykazují největší podíl půd s nízkým obsahem hořčíku kraje Středočeský (23,67 %) a Pardubický (23,88 %), naopak největší podíl ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou hořčíku má kraj Jihomoravský (52,91 %) a Ústecký (39,4 %).

Průměrný obsah přístupného hořčíku v **půdách trvalých travních porostů** ČR je 210 mg.kg⁻¹. Půdy TTP vykazují oproti orným půdám výrazně lepší poměr zásobenosti hořčíkem. Podíl ploch s nízkou zásobou hořčíku činí jen 9,50 %, vysokou a velmi vysokou zásobu vykazuje 49,84 % výměry.

U **speciálních druhů pozemků** jsou průměrné hodnoty přístupného hořčíku poměrně vysoké (vinice 342 mg.kg⁻¹, chmelnice 312 mg.kg⁻¹ a ovocné sady 246 mg.kg⁻¹). Nízký obsah hořčíku vykazují jen 4,87 % vinic, 8,08 % ovocných sadů a 6,1 % 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 1 665 mg.kg⁻¹ a na straně druhé kraj Ústecký 5 589 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 extrakt Mehlich 3–zemědělská půda

Kraj	Průměrná hodnota pH	Průměrná hodnota Ca (mg.kg ⁻¹)	Podíl půd v % (vážené průměry)	
			Nízký obsah	Vysoký a velmi vysoký obsah
Praha–hl. město	6,4	3 329	3,40	32,02
Středočeský	6,4	3 414	6,45	32,89
Jihočeský	5,6	1 640	18,62	2,04
Plzeňský	5,6	1 754	13,88	1,71
Karlovarský	5,6	1 969	12,65	9,97
Ústecký	6,6	5 589	2,81	66,35
Liberecký	5,9	2 024	13,29	10,54
Královéhradecký	6,2	3 067	7,45	24,91
Pardubický	6,0	2 369	8,65	14,47
Vysočina	5,6	1 665	15,09	2,79
Jihomoravský	6,7	4 878	3,01	62,1
Olomoucký	6,3	2 988	3,42	29,48
Moravskoslezský	5,9	1 958	4,84	4,25
Zlínský	6,3	3 688	2,28	40,50
Česká republika	6,1	2 965	8,63	25,11

Průměrný obsah přístupného vápníku na **orné půdě** ČR činí 3 044 mg.kg⁻¹. Podíl půd s nízkým obsahem vápníku je 7,98 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 26,47 %. Z regionů vykazuje největší podíl ploch s nízkou zásobou kraj Jihočeský (17,15 %) a kraj Vysočina (15,08 %), naopak v Ústeckém kraji je 72,99 % ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou přístupného vápníku a v Jihomoravském 61,85 %.

Průměrný obsah přístupného vápníku na **půdách trvalých travních porostů** (2 036 mg.kg⁻¹) je nižší než u orné půdy. Podíl ploch s nízkou zásobou je u trvalých travních porostů téměř dvojnásobný, v porovnání s ornou půdou a činí 15,01 % 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 9 006 mg.kg⁻¹ vápníku a ovocné sady 5 689 mg.kg⁻¹.

2.2.5 Poměr K:Mg

Hmotnostní poměr draslíku k hořčíku se výrazně nemění. Zemědělské půdy ČR vykazují průměrnou hodnotu 1,28. Při tomto poměru sice nelze očekávat problémy s výživou hořčíkem, ale poměry nižší než 1,0 (Jihomoravský kraj 0,99) svědčí o nedostatku draslíku a potřebě hnojení touto živinou, zejména v okresech Břeclav, Znojmo, Hodonín, Vyškov atd.

Tab. 7: Poměr K:Mg za období 2012–2017, podle kultury (vážené průměry)

Kraj	Orná půda	Chmelnice	Vinice	Ovocné sady	TTP	Zemědělská půda
Praha–hl. město	1,47	-	-	1,57	0,96	1,46
Středočeský	1,73	1,54	2,42	1,71	1,60	1,73
Jihočeský	1,24	–	–	1,22	1,08	1,21
Plzeňský	1,19	–	–	1,62	1,15	1,17
Karlovarský	1,18	–	–	1,26	1,39	1,29
Ústecký	1,54	1,48	1,47	1,72	0,92	1,43
Liberecký	1,39	2,18	-	0,99	0,96	1,25
Královéhradecký	1,29	–	–	1,44	1,14	1,28
Pardubický	1,37	–	–	2,06	1,07	1,36
Vysočina	1,36	–	–	0,86	1,09	1,35
Jihomoravský	1,00	–	0,81	0,95	1,07	0,99
Olomoucký	1,18	1,87	–	1,40	1,27	1,19
Moravskoslezský	1,22	–	–	1,46	1,49	1,26
Zlínský	1,05	–	1,13	1,44	1,25	1,07
Česká republika	1,30	1,54	0,86	1,40	1,14	1,28

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 v systému AZPP je touto metodou stanovován od roku 2010 i obsah síry. Je hodnocen za období 2010–2017 v souboru 40 468 vzorků odebíraných v 56 okresech, které reprezentují výměru 293 348 ha. Navržená pracovní kritéria jsou uvedena v kapitole 4.6.

Tab. 8: Síra, počty vzorků a výměra půdních bloků hodnocených v rámci AZPP 2010–2017

Kultura	Počet vzorků	Vzorkovaná výměra v ha
orná půda	35 544	274 191
TTP	1 942	12 637
sady	1 526	4 200
vinice	717	788
chmelnice	739	1 530
zemědělská půda celkem	40 468	293 348

Tab. 9: Síra, deskriptivní statistika za období 2011–2017 podle kultur, celá ČR (mg.kg⁻¹)

Kultura	Průměr	Min	0,10 percentil	0,25 percentil	Medián	0,75 percentil	0,90 percentil	Max
orná půda	15,2	3,0	7,4	9,0	11,8	16,7	24,4	4120
TTP	17,4	4,9	10,1	12,1	14,9	19,0	25,4	242
sady	13,6	3,0	7,3	8,9	11,1	14,1	19,6	699
vinice	11,7	3,0	6,5	8,1	10,3	13,4	17,9	56,5
chmelnice	31,7	5,5	10,1	14,9	21,6	37,0	66,2	452
zeměd. půda	15,5	3,0	7,4	9,1	11,9	16,9	24,8	4120

Síra se v půdách vyskytuje převážně v síranové vazbě (SO₄⁻) a je ovlivněna typem a druhem půdy a průběhem klimatických podmínek (zejména srážek) během roku. Proto je třeba si uvědomit, že naměřená hodnota poskytuje aktuální informaci, která se může poměrně rychle měnit.

Na orné půdě, která je z 93,5 % převažující kulturou bylo v hodnoceném období stanoveno v průměru 15,2 mg.kg⁻¹ přístupné síry, což náleží do navrhované kategorie nízkého obsahu. Vyšší obsahy síry byly nalezeny v chmelnicích 31,7 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 nejnižší průměrné obsahy síry.

V navrhované kategorii do 10 mg.kg⁻¹ síry tj. velmi nízký obsah bylo zjištěno 13 886 vzorků, což reprezentuje 34,3 %. Kategorie nízkého obsahu od 11–20 mg.kg⁻¹ byla zastoupena polovinou vzorků, tj. 51,1 %. Vyhovující zásobu od 21–30 mg.kg⁻¹ přístupné síry reprezentovalo 3 564 vzorků, což je 8,8 %. Obdobný podíl 1 122 zkoumaných vzorků představuje dobrý obsah (2,8 %) a 1 237 vzorků vysoký obsah (3,1 %).

Tab. 10: Síra, kategorizace obsahu v půdě v odběrových letech 2010–2016

Kategorie obsahu	Návrh rozpětí kategorií hodnocení (mg.kg ⁻¹)	Počet vzorků	Procento zastoupení
Velmi nízký	<10	13 886	34,3
Nízký	11–20	20 659	51,1
Vyhovující	21–30	3 564	8,8
Dobrý	31–40	1 122	2,8
Vysoký	> 40	1 237	3,1

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 2012 ve vybraných vzorcích. Jejich počet se v průběhu minulých let ustálil na současných 7 tisících vzorků ročně, což představuje přibližně 9 % z celkového počtu. Výběr se provádí systémem tzv. zahušťování, tedy cílení na zemědělské subjekty, u nichž nebyly v minulosti mikroelementy stanovovány.

V následujících kapitolách jsou předloženy výsledky téměř 106 tis. vzorků za celou ČR, a to

- vážené průměry
- základní statistické zpracování podle kultur
- deskriptivní charakteristika podle kultur

Členění a vyhodnocení podle jednotlivých územně správních celků, tak jako je tomu u přístupných živin není z důvodu nižšího pokrytí území prozatím reálné.

Tab.11: B, Cu, Zn, Mn, Fe (mg.kg⁻¹); vážené průměry za období 2012–2017, celá ČR

Kultura	výměra v ha	B	Cu	Zn	Mn	Fe
orná půda	344 420	1,10	3,8	328	132	5,3
chmelnice	2 054	1,40	44,8	351	139	16,5
vinice	2 726	1,40	15,5	148	161	6,2
ovocné sady	5 763	1,30	7,2	288	139	8,5
trvalé travní porosty	15 461	0,80	3,4	417	94	7,2
zemědělská půda	370 417	1,10	4,2	329	131	5,5

Tab.12: B, Cu, Zn, Mn, Fe (mg.kg⁻¹); deskriptivní statistika za období 2012–2017, celá ČR

Analyt	Půdní druh	Počet vzorků	Průměr	Minimum	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.	Maximum
B	Lehká	11 320	0,77	0,50	0,50	0,50	0,55	0,77	1,34	35,0
	Střední	82 127	1,01	0,50	0,50	0,55	0,76	1,18	1,91	34,4
	Těžká	12 348	1,42	0,50	0,55	0,71	1,19	1,84	2,65	34,6
Cu	Lehká	11 320	4,14	0,30	1,29	1,74	2,39	3,35	5,82	108,0
	Střední	82 127	5,33	0,30	1,66	2,21	2,99	4,32	8,32	153,0
	Těžká	12 348	6,06	0,30	1,93	2,62	3,86	6,17	10,60	133,0
Zn	Lehká	11 320	5,76	1,29	2,50	3,01	3,98	5,75	8,67	2490,0
	Střední	82 127	5,84	1,00	2,50	3,30	4,47	6,22	9,02	2300,0
	Těžká	12 348	5,62	1,00	2,50	3,21	4,39	6,01	8,69	642,0
Mn	Lehká	11 320	100,90	5,70	51,60	67,30	92,40	124,95	163,40	347,0
	Střední	82 127	132,56	8,20	68,20	92,30	123,80	163,60	209,10	522,4
	Těžká	12 348	136,00	12,50	56,30	85,20	126,00	175,40	228,40	774,6
Fe	Lehká	11 320	350,88	23,00	213,00	290,00	348,00	411,00	490,00	1940,0
	Střední	82 127	329,31	14,00	150,00	260,00	335,00	404,00	482,00	1800,0
	Těžká	12 348	292,72	27,00	112,00	193,00	296,00	388,00	465,00	890,0

2.3.2 Bór

V půdách je bór (B) přítomen jako trojmocný, ve sloučeninách nejčastěji jako sůl kyseliny ortoborité (H₃BO₃), 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 v agendě AZPP bylo zjištěno, že průměrný obsah B na orné půdě, u níž bylo analyzováno téměř 106 tis. vzorků je 1,10 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem bóru je zastoupen 43,67 %, kategorie středního obsahu zaujímá 23,46 % a vysoký obsah představuje 32,87 % výměry. Ve speciálních kulturách (chmelnicích, vinicích, ovocných sadech) jsou vyšší výměry v kategorii vysokého obsahu bóru.

Tab. 13: Bór; základní statistické zpracování za období 2012–2017 podle kultur, celá ČR

Kultura	Půdní druh	Obsah bóru (% výměry)		
		nízký	střední	vysoký
orná půda	Lehká	5,30	2,13	2,12
	Střední	34,71	18,18	25,47
	Těžká	3,71	2,99	5,39
	celkem	43,72	23,30	32,98
chmelnice	Lehká	0,56	0,87	2,97
	Střední	13,27	17,02	52,62
	Těžká	1,95	3,14	7,61
	celkem	15,77	21,03	63,19
vinice	Lehká	1,51	0,97	6,31
	Střední	10,26	10,87	50,92
	Těžká	4,33	7,08	7,77
	celkem	16,09	18,91	64,99
ovocné sady	Lehká	3,47	2,30	7,30
	Střední	15,81	15,42	40,57
	Těžká	1,54	2,96	10,64
	celkem	20,82	20,68	58,50
trvalé travní porosty	Lehká	7,83	2,35	2,31
	Střední	43,56	18,11	12,84
	Těžká	7,10	3,64	2,25
	celkem	58,49	24,10	17,41
zemědělská půda	Lehká	5,32	2,13	2,24
	Střední	34,49	18,08	25,51
	Těžká	3,82	3,04	5,37
	celkem	43,62	23,25	33,13

Tab. 14: Bór; deskriptivní statistika za období 2012–2017 podle kultur, celá ČR

Kultura	Půdní druh	Počet vzorků	Průměr	Minimum	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.	Maximum
orná půda	Lehká	4 722	0,73	0,50	0,50	0,50	0,55	0,70	1,12	35,03
	Střední	35 165	0,98	0,50	0,50	0,55	0,73	1,11	1,85	34,36
	Těžká	4 947	1,42	0,50	0,55	0,70	1,18	1,87	2,76	7,23
chmelnice	Lehká	50	1,15	0,55	0,55	0,69	0,88	1,48	2,16	2,96
	Střední	830	1,35	0,50	0,59	0,85	1,21	1,71	2,24	3,98
	Těžká	118	1,68	0,50	0,78	1,06	1,58	1,97	2,97	4,33
vinice	Lehká	248	1,21	0,50	0,55	0,75	1,27	1,55	1,80	2,65
	Střední	1 909	1,45	0,50	0,60	0,95	1,36	1,82	2,26	7,52
	Těžká	498	1,32	0,55	0,55	0,93	1,24	1,63	2,05	4,27
sady	Lehká	328	0,98	0,50	0,55	0,55	0,84	1,21	1,78	3,03
	Střední	1 410	1,25	0,50	0,55	0,76	1,12	1,54	2,17	5,04
	Těžká	300	1,83	0,50	0,82	1,25	1,80	2,28	2,81	5,31
trvalé travní porosty	Lehká	312	0,67	0,50	0,50	0,55	0,55	0,69	1,01	3,05
	Střední	1 750	0,77	0,50	0,50	0,51	0,62	0,91	1,15	3,62
	Těžká	311	1,03	0,50	0,50	0,55	0,78	1,10	1,61	34,57
zemědělská půda	Lehká	5 660	0,77	0,50	0,50	0,50	0,55	0,77	1,34	35,03
	Střední	41 063	1,01	0,50	0,50	0,55	0,76	1,18	1,91	34,36
	Těžká	6 174	1,42	0,50	0,55	0,71	1,19	1,84	2,65	34,57

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 zvýšením hnojením organickými hnojivy.

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

Analýzami půdy v agendě AZPP bylo zjištěno, že průměrný obsah Cu na orné půdě je 3,80 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem Cu činí 9,66 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 71,12 % a vysoký obsah zaujímá 19,22 % výměry. Ve speciálních kulturách, zejména v chmelnicích (v průměru 44,79 mg.kg⁻¹), vinicích, ovocných sadech jsou významnější výměry v kategorii vysokého obsahu Cu, což souvisí s používáním přípravky na ochranu rostlin obsahujícími měď.

Tab. 15: Měď; základní statistické zpracování za období 2012–2017 podle kultur, celá ČR

Kultura	Obsah mědi (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	9,66	71,12	19,22
chmelnice	0,36	1,55	98,09
vinice	1,45	12,76	85,79
ovocné sady	2,22	36,44	61,34
trvalé travní porosty	18,31	64,46	17,23
zemědělská půda	9,80	69,49	20,72

Tab. 16: Měď; deskriptivní statistika za období 2012–2017 podle kultur, celá ČR

Kultura	Půdní druh	Počet vzorků	Průměr	Minimum	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.	Maximum
orná půda	Lehká	4 722	3,00	0,30	1,25	1,68	2,26	3,03	4,26	80,2
	Střední	35 165	3,76	0,30	1,64	2,15	2,85	3,89	5,58	119,0
	Těžká	4 947	4,49	0,30	1,90	2,52	3,56	5,20	7,35	133,0
chmelnice	Lehká	50	46,02	14,70	19,90	33,40	44,75	62,50	66,70	77,3
	Střední	830	47,37	1,11	21,75	32,10	44,55	60,60	75,40	153,0
	Těžká	118	37,18	6,49	18,60	25,50	35,70	47,30	58,70	108,0
vinice	Lehká	248	17,13	0,65	2,96	4,93	11,90	20,90	37,10	108,0
	Střední	1 909	15,86	0,40	3,84	6,89	12,80	21,20	30,90	116,0
	Těžká	498	14,22	1,04	4,07	6,55	11,50	18,60	26,20	67,3
sady	Lehká	328	5,99	0,41	2,34	3,10	4,32	7,41	12,50	30,4
	Střední	1 410	7,40	0,65	2,48	3,42	5,58	9,29	14,10	71,8
	Těžká	300	7,79	1,46	3,32	4,61	7,28	10,35	13,25	24,6
trvalé travní porosty	Lehká	312	2,48	0,40	1,16	1,57	2,19	3,01	4,00	13,1
	Střední	1 750	3,78	0,30	1,35	1,91	2,69	3,89	5,67	77,1
	Těžká	311	4,50	0,36	1,27	1,87	2,75	4,45	6,77	55,8
zemědělská půda	Lehká	5 660	4,14	0,30	1,29	1,74	2,39	3,35	5,82	108,0
	Střední	41 063	5,33	0,30	1,66	2,21	2,99	4,32	8,32	153,0
	Těžká	6 174	6,06	0,30	1,93	2,62	3,86	6,17	10,60	133,0

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 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 v agendě AZPP bylo zjištěno, že průměrný obsah Zn na orné půdě je 5,33 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem Zn činí 4,17 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 60,03 % a vysoký obsah zaujímá 35,81 % ploch. Ve speciálních kulturách je převážná většina půd s vysokým obsahem Zn.

Tab. 17: Zinek; základní statistické zpracování za období 2012–2017 podle kultur, celá ČR

Kultura	Obsah zinku (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	4,17	60,03	35,81
chmelnice	-	3,73	96,27
vinice	7,67	45,71	46,61
ovocné sady	1,72	35,16	63,11
trvalé travní porosty	4,68	47,05	48,27
zemědělská půda	4,15	58,68	37,17

Tab. 18: Zinek; deskriptivní statistika za období 2012–2017 podle kultur, celá ČR

Kultura	Půdní druh	Počet vzorků	Průměr	Minimum	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.	Maximum
orná půda	Lehká	4 722	5,24	1,40	2,50	2,96	3,84	5,28	7,70	2490,0
	Střední	35 165	5,36	1,00	2,50	3,24	4,33	5,87	8,06	2300,0
	Těžká	4 947	5,08	1,00	2,50	3,13	4,23	5,60	7,52	642,0
chmelnice	Lehká	50	16,38	6,77	7,93	10,20	16,50	18,40	25,15	53,9
	Střední	830	16,78	2,36	6,85	9,73	14,50	20,50	31,95	52,1
	Těžká	118	17,14	3,77	8,14	10,70	14,35	22,60	32,70	45,8
vinice	Lehká	248	8,12	1,29	2,52	4,08	5,96	9,80	14,20	49,5
	Střední	1 909	6,26	1,00	2,20	3,18	4,89	7,38	10,80	181,0
	Těžká	498	5,62	1,28	2,50	2,98	4,39	6,27	8,61	110,0
sady	Lehká	328	8,74	2,20	2,96	4,31	5,96	8,64	14,20	208,0
	Střední	1 410	9,18	1,23	3,25	4,39	6,37	9,35	14,50	645,0
	Těžká	300	8,17	2,23	3,52	4,33	5,76	8,77	14,90	67,9
trvalé travní porosty	Lehká	312	6,87	1,68	2,20	2,61	3,62	6,07	8,25	525,0
	Střední	1 750	7,12	1,33	2,50	3,48	4,94	7,25	10,70	556,0
	Těžká	311	7,34	1,36	2,69	3,86	5,66	8,29	11,80	160,0
zemědělská půda	Lehká	5 660	5,76	1,29	2,50	3,01	3,98	5,75	8,67	2490,0
	Střední	41 063	5,84	1,00	2,50	3,30	4,47	6,22	9,02	2300,0
	Těžká	6 174	5,62	1,00	2,50	3,21	4,39	6,01	8,69	642,0

2.3.5 Mangan

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

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

Nedostatek Mn se projevuje na suchých stanovištích, neutrálních až alkalických půdách s pH nad 7. Nadbytek Mn je patrný většinou na silně kyselých stanovištích, po hnojení 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 131,88 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem manganu činí 0,77 %, největší výměry půd v kategorii středního obsahu zaujímají 86,84 % a vysoký obsah Mn zaujímá 12,38 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené manganem.

Tab. 19: Mangan; základní statistické zpracování za období 2012–2017 podle kultur, celá ČR

Kultura	Obsah manganu (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	0,77	86,84	12,38
chmelnice	-	89,19	10,81
vinice	0,89	72,19	26,93
ovocné sady	0,35	85,88	13,77
trvalé travní porosty	2,40	95,38	2,22
zemědělská půda	0,83	87,09	12,08

Tab. 20: Mangan; deskriptivní statistika za období 2012–2017 podle kultur, celá ČR

Kultura	Půdní druh	Počet vzorků	Průměr	Minimum	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.	Maximum
orná půda	Lehká	4 722	99,0	8,9	51,5	66,8	90,2	121,2	158,8	347,0
	Střední	35 165	132,2	10,2	69,4	92,8	123,4	162,2	207,0	522,4
	Těžká	4 947	133,1	12,5	56,1	83,9	123,3	170,0	222,3	774,6
chmelnice	Lehká	50	125,2	51,4	69,4	91,2	113,0	155,1	196,3	282,9
	Střední	830	136,4	39,4	78,6	101,8	133,7	165,8	203,0	306,7
	Těžká	118	153,8	72,1	97,0	120,1	153,4	185,4	211,6	265,3
vinice	Lehká	248	134,6	25,4	61,3	92,3	136,8	174,9	205,5	314,3
	Střední	1 909	164,6	8,2	80,2	116,5	161,1	210,3	254,7	392,7
	Těžká	498	180,2	28,7	66,6	127,3	179,1	232,5	288,0	427,2
sady	Lehká	328	110,0	5,7	52,2	78,1	108,1	136,5	172,6	238,6
	Střední	1 410	141,3	28,1	76,9	102,1	137,4	175,9	211,4	373,1
	Těžká	300	148,5	30,8	76,8	104,7	146,8	183,3	225,1	311,2
trvalé travní porosty	Lehká	312	89,2	16,9	43,4	62,0	84,5	108,8	137,3	269,3
	Střední	1 750	96,3	13,1	48,9	64,3	91,1	119,6	151,6	354,5
	Těžká	311	93,0	22,5	43,0	56,9	84,4	116,3	157,3	276,1
zemědělská půda	Lehká	5 660	100,9	5,7	51,6	67,3	92,4	125,0	163,4	347,0
	Střední	41 063	132,6	8,2	68,2	92,3	123,8	163,6	209,0	522,4
	Těžká	6 174	136,0	12,5	56,3	85,2	126,0	175,4	228,4	774,6

2.3.6 Železo

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

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

Hnojení půdy anorganickými rozpustnými solemi je málo účinné, zvláště na alkalických půdách. Důležité je odstranění nebo alespoň omezení faktorů, které blokují příjem Fe (alkalita půdy, přehnojení P apod.). V těchto podmínkách se používají 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 328 mg.kg^{-1} . Podíl orných půd s nízkým obsahem Fe činí 0,4 %, největší podíl půd s kategorií středního obsahu zaujímají 79,77 % a vysoký obsah Fe zaujímá 19,83 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené Fe.

Tab. 21: Železo; základní statistické zpracování za období 2012–2017 podle kultur, celá ČR

Kultura	Obsah železa (% výměry)		
	nízký	střední	vysoký
orná půda	0,40	79,77	19,83
chmelnice	-	76,94	23,06
vinice	14,68	80,84	4,48
ovocné sady	0,35	85,69	13,96
trvalé travní porosty	-	53,63	46,37
zemědělská půda	0,48	78,77	20,75

Tab. 22: Železo; deskriptivní statistika za období 2012–2017 podle kultur, celá ČR

Kultura	Půdní druh	Počet vzorků	Průměr	Minimum	0,10 perc.	0,25 perc.	Medián	0,75 perc.	0,90 perc.	Maximum
orná půda	Lehká	4 722	358,1	43,0	243,0	299,0	352,0	412,0	489,0	1940,0
	Střední	35 165	335,6	26,0	179,0	271,0	337,0	403,0	479,0	1800,0
	Těžká	4 947	301,9	36,0	139,0	212,0	302,0	387,0	462,0	890,0
chmelnice	Lehká	50	365,1	252,0	281,0	308,0	350,0	419,0	477,0	512,0
	Střední	830	357,3	104,0	242,0	293,0	353,5	420,0	480,0	766,0
	Těžká	118	333,9	111,0	221,0	285,0	332,5	391,0	450,0	584,0
vinice	Lehká	248	222,8	23,0	79,0	126,0	188,0	276,5	418,0	890,0
	Střední	1 909	147,2	14,0	51,0	71,0	100,0	171,0	294,0	1500,0
	Těžká	498	129,0	27,0	50,0	69,0	97,5	146,0	256,0	625,0
sady	Lehká	328	293,6	63,0	157,0	205,5	280,5	369,0	452,0	603,0
	Střední	1 410	291,9	52,0	115,5	207,0	297,5	378,0	443,5	638,0
	Těžká	300	256,3	53,0	104,0	145,0	238,0	358,0	435,0	564,0
trvalé travní porosty	Lehká	312	401,0	177,0	293,0	336,0	391,5	471,0	526,0	714,0
	Střední	1 750	419,2	160,0	307,0	355,0	412,5	487,0	535,0	819,0
	Těžká	311	427,8	138,0	297,0	368,0	437,0	499,0	541,0	722,0
zemědělská půda	Lehká	5 660	350,9	23,0	213,0	290,0	348,0	411,0	490,0	1940,0
	Střední	41 063	329,3	14,0	150,0	260,0	335,0	404,0	482,0	1800,0
	Těžká	6 174	292,7	27,0	112,0	193,0	296,0	388,0	465,0	890,0

2.4 ORGANICKÁ PŮDNÍ 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

Ve vybraných 6 349 vzorcích, které reprezentují 43 900 ha zemědělské půdy se od roku 2014 stanovuje Cox. 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.

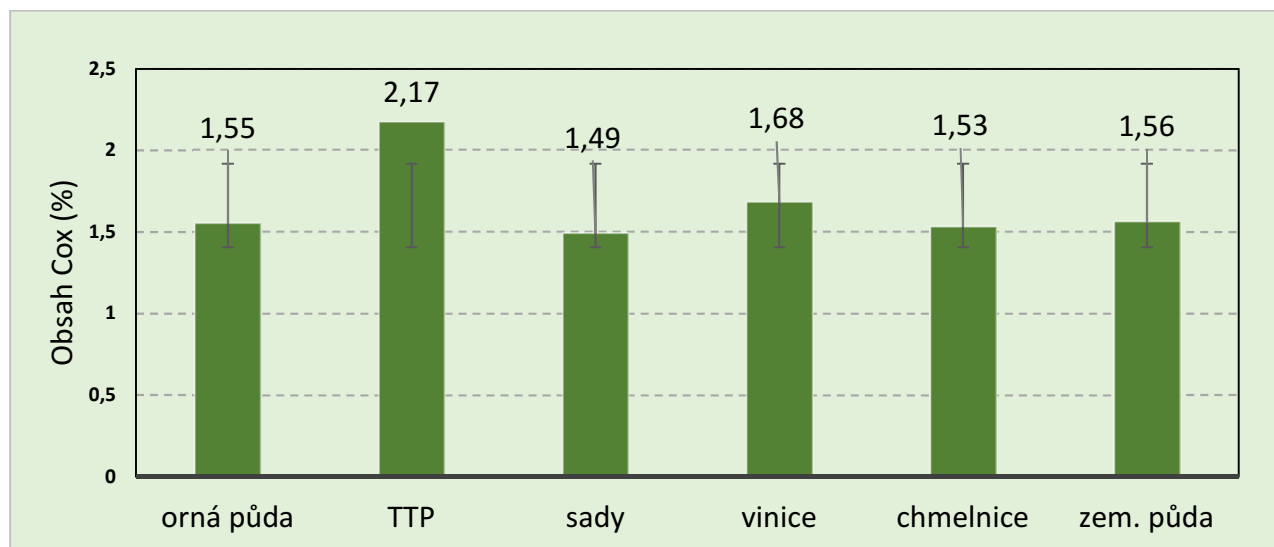
Výsledky jsou vyhodnoceny podle kultur, hlavních půdních jednotek (HPJ) a podle klimatických regionů.

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 1,53–2,17 %. Průměrný obsah Cox na orné půdě, která je zastoupena 5 740 vzorky, tj. 90,4 % vzorků činí 1,61 %. Obsah Cox na orné půdě se nachází v rozpětí 0,33 % (min.) do 4,78 % (max.).

Tab.23: Deskriptivní charakteristika obsahu Cox (%) podle kultur v AZZP

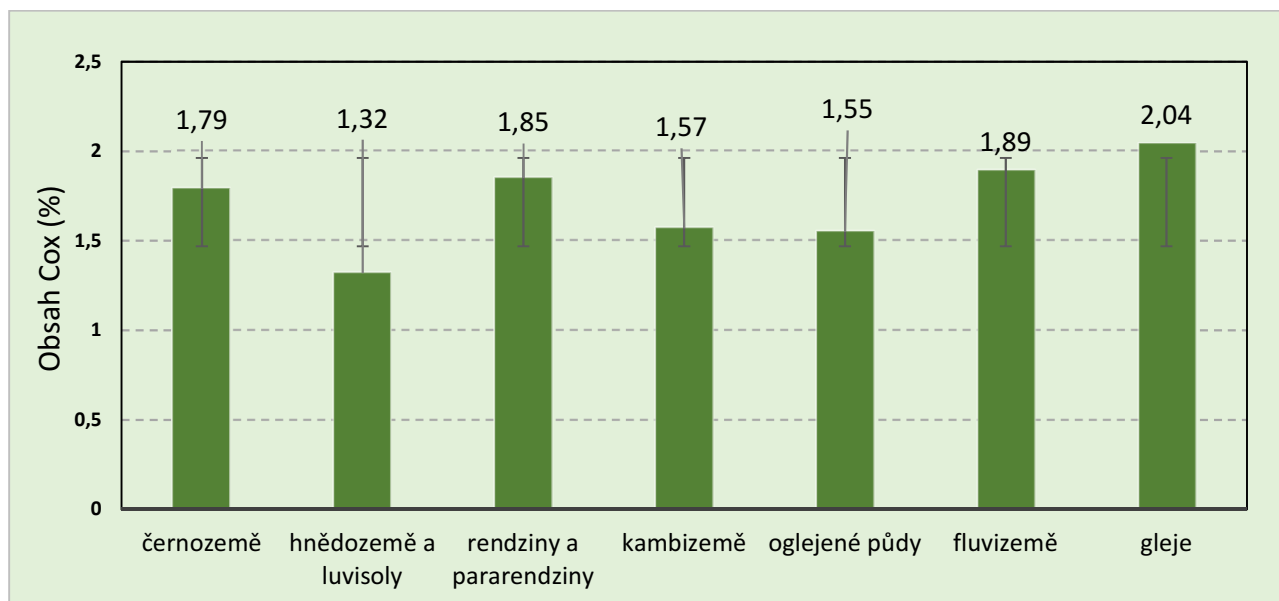
Kultury	Počet vzorků	Průměr	Minimum	10 percentil	25 percentil	Medián	75 percentil	90 percentil	Maximum
orná půda	5740	1,61	0,33	1,09	1,29	1,55	1,86	2,21	4,78
TTP	264	2,22	0,76	1,50	1,80	2,17	2,64	3,01	4,15
sady	162	1,57	0,75	0,98	1,16	1,49	1,85	2,35	3,35
vinice	40	1,67	0,56	1,05	1,34	1,68	2,01	2,36	2,66
chmelnice	143	1,53	0,67	1,21	1,34	1,53	1,70	1,84	2,57

Graf 1: Medián půdního Cox (%) podle kultur v AZZP; směrodatná odchylka


Pro další zhodnocení Cox byla použita kategorizace rozlišující 7 skupin hlavních půdních jednotek (HPJ). Deskriptivní charakteristika obsahu Cox podle HPJ je uvedena v tabulce 24.

Tab. 24: Deskriptivní charakteristika obsahu Cox (%) podle hlavní půdní jednotky HPJ v AZZP

Skupiny HPJ	Počet vzorků	Průměr	Minimum	10 percentil	25 percentil	Medián	75 percentil	90 percentil	Maximum
černozemě	534	1,91	0,57	1,22	1,46	1,79	2,30	2,82	4,78
hnědozemě a luvisoly	1012	1,34	0,35	1,04	1,16	1,32	1,49	1,71	2,80
rendziny a pararendziny	245	1,88	0,71	1,31	1,57	1,85	2,15	2,47	4,10
kambizemě	2840	1,59	0,33	1,07	1,31	1,57	1,85	2,15	4,23
oglejené půdy	1182	1,60	0,35	1,11	1,31	1,55	1,88	2,16	4,46
fluvizemě	360	2,00	0,98	1,39	1,60	1,89	2,36	2,84	3,58
gleje	176	2,08	0,35	1,40	1,57	2,04	2,48	2,91	4,15

Graf 2: Medián půdního Cox (%) podle hlavní půdní jednotky v AZZP; směrodatná odchylka


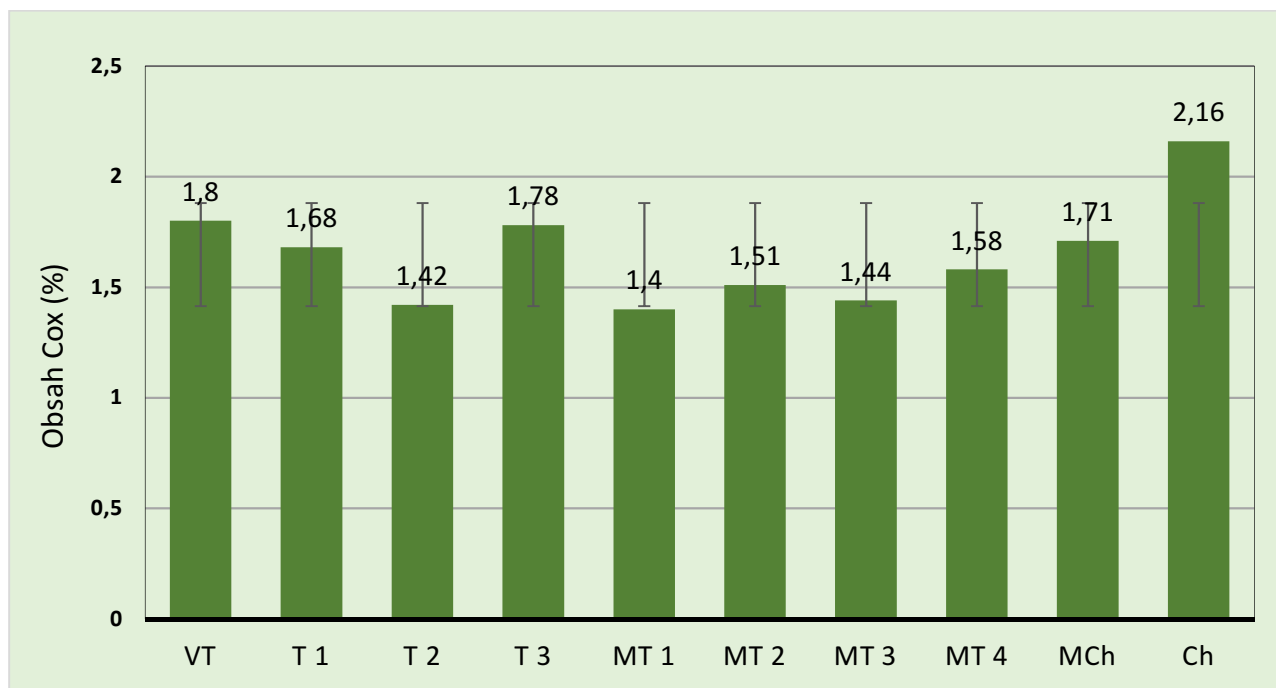
Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím obsah půdní organické hmoty v půdě je kromě zemědělských kultur a hlavní půdní jednotky nadmořská výška, která charakterizuje klimatické podmínky daného stanoviště. Rozlišuje se 10 klimatických regionů, které jsou navrženy výhradně pro účely BPEJ (VT: velmi teplý, 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 systému AZZP 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 1,43–1,86 %.

Tab. 25: Deskriptivní charakteristika obsahu Cox (%) podle klimatického regionu v AZZP

Klimatické regiony	Počet vzorků	Průměr	Minimum	10 percentil	25 percentil	Medián	75 percentil	90 percentil	Maximum
VT	29	1,77	0,56	0,84	1,37	1,80	2,17	2,60	2,66
T 1	244	1,74	0,71	1,25	1,46	1,68	2,00	2,32	3,51
T 2	205	1,72	0,33	0,96	1,12	1,42	2,40	2,94	3,83
T 3	800	1,86	0,57	1,23	1,44	1,78	2,16	2,65	4,78
MT 1	867	1,43	0,35	1,07	1,21	1,40	1,60	1,82	3,50
MT 2	1761	1,60	0,35	1,09	1,27	1,51	1,88	2,27	4,15
MT 3	241	1,59	0,92	1,11	1,23	1,44	1,75	2,37	3,35
MT 4	1793	1,60	0,35	1,07	1,33	1,58	1,86	2,12	4,23
MCh	359	1,68	0,35	1,17	1,44	1,71	1,97	2,19	2,99
Ch	50	2,10	1,49	1,65	1,80	2,16	2,27	2,60	2,79

Graf 3: Medián půdního Cox (%) podle klimatického regionu v AZZP; směrodatná odchylka


Medián Cox na orné půdě zjištěný v systému AZZP činí 1,55 %. Obsah Cox pod travními porosty je vyšší a dosahuje hodnoty 2,17 %, 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 2,16 % zjištěný v chladných oblastech (Ch) koreluje s se zastoupením TTP v půdním fondu. Nejnížší obsah Cox je v hnědozemích a luvisolech 1,49 %, kambizemě s nejvyšším zastoupením v ČR (soubor 2840 vzorků) vykazuje medián 1,57 % Cox.

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)

Kategorie obsahu oxidovatelného uhlíku (% Cox, NIRS)	Počet vzorků AZZP	Procento zastoupení (%) AZZP
pod 1,0	362	5,70
1,0–2,0	4797	75,56
nad 2,0	1190	18,74

Klasifikace obsahu půdního oxidovatelného uhlíku, podle Jandáka

Tab. 27: Kategorie Cox podle Jandáka (2009)

Kategorie obsahu oxidovatelného uhlíku (% Cox, NIRS)	Počet vzorků AZZP	Procento zastoupení (%) AZZP
pod 0,6	81	1,28
0,6–1,1	580	9,14
1,2–1,8	3282	51,69
1,8–2,9	2266	35,69
nad 2,9	140	2,21

Z výsledků screeningu, prováděného od roku 2014 vyplývá, že medián obsahu organického uhlíku na orné půdě je 1,55 %. 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 v dlouhodobém pokusu pod travními porosty v rozmezí 0,75–4,15 %, 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 v systému agrochemického zkoušení 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 2012–2017

1. Přístupné živiny a síra

- Průměrná hodnota půdní reakce zemědělské půdy v ČR je 6,1 stupně pH. Vývoj výměnné půdní reakce se v posledních čtyřech letech velmi nepatrně zlepšuje a meziročně stoupá o 0,01 %.
- Průměrná zásoba přístupného fosforu na zemědělské půdě ČR činí v posledním roce odběrového roku 91 mg.kg⁻¹. Půdní zásoba přístupného fosforu na zemědělské půdě se nepatrně zvyšuje, meziročně o 1 mg.kg⁻¹.
- Průměrný obsah přístupného draslíku na zemědělské půdě i orné půdě ČR je v současné době 253 mg.kg⁻¹ a stagnuje od plovoucího roku 2009–2014.
- Průměrný obsah přístupného hořčíku na zemědělské půdě ČR činí 194 mg.kg⁻¹. Vývojový trend obsahu přístupného hořčíku není zcela jednoznačný, vykazuje kolísání. Tento stav do jisté míry souvisí se zastoupením jiných kationtů v sorpčním komplexu (především draslíku) a tím lepším nebo horším uplatněním méně aktivního hořčíku.
- Průměrný obsah přístupného vápníku na zemědělské půdě ČR je 3 044 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, což při velmi úzkém poměru navozuje problém ve výživě draslíkem a potřebu zvýšeného hnojení touto živinou.
- Průměrný obsah síry na zemědělské půdě je 15,5 mg.kg⁻¹, v navržené kategorii nízkého obsahu v rozmezí 10–20 mg.kg⁻¹ se nachází více než 51 % analyzovaných vzorků.

2. Mikroelementy

- Průměrný obsah B na orné půdě, je 1,06 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem bóru je zastoupen 43,72 %, kategorie středního obsahu zaujímá 23,3 % a vysoký obsah představuje 32,98 % výměry. Ve speciálních kulturách jsou vyšší výměry v kategorii vysokého obsahu bóru.
- Průměrný obsah Cu na orné půdě je 3,83 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem činí 9,75 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 70,98 %, vysoký obsah zaujímá 19,27 % výměry.
- Průměrný obsah Zn na orné půdě je 5,33 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem Zn činí 4,47 %, kategorie středního obsahu je zastoupena 59,81 % a vysoký obsah zaujímá 35,71 % ploch. Ve speciálních kulturách je převážná většina půd s vysokým obsahem Zn.
- Průměrný obsah Mn na orné půdě je 131,88 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem manganu činí 1,08 %, největší výměry půd v kategorii středního obsahu zaujímají 86,42 % a vysoký obsah Mn zaujímá 12,5 % orných půd. Ve všech kulturách převažují půdy středně zásobené Mn.

3. Půdní organická hmota

- Medián Cox je v celém souboru dat pohybuje v intervalu 1,53–2,17 %. Průměrný obsah Cox na orné půdě, činí 1,61 %. Téměř 85 % hodnocených vzorků orné půdy se nachází v intervalu od 1 % do 2 % C.

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 (Mehlich 3)

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 – navržená pracovní kritéria

Mikroelement	Půdní druh	Obsah (mg.kg ⁻¹)		
		nízký	dobrá	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 %
dobrá – 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 nepřipustné, vypustit hnojení příslušnou živinou na dobu, než budou k dispozici nové výsledky AZP

4.6 Síra – navržená pracovní kritéria

SM ₃ (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 2017 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. (2017): Metodický postup pro stanovení obsahu mikroelementů metodou Mehlich 3 a návrh hodnocení kritérií jejich obsahu v zemědělských půdách; 2017 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 2012–2017

Autor:	Ing. Michaela Smatanová, Ph.D. Ing. Aleš Sušil
Vydavatel:	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Sekce zemědělských vstupů
Rok vydání:	2018
Náklad:	10
Počet stran:	38
Tisk:	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Hroznová 2, 656 06 Brno, tel.: 543 548 111 e-mail: ukzuz@ukzuz.cz
Č.j.:	UKZUZ 128497/2018
ISBN:	978-80-7401-162-7
Zpráva neprošla jazykovou úpravou.	