



Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture

Padesát let agrochemického zkoušení zemědělských půd v České republice

**Fifty years of Agrochemical Testing of Agricultural
soils in the Czech Republic**

Čtyřicet let dlouhodobých výživářských pokusů v ÚKZÚZ

Forty years of Long-Term Field Experiments in ÚKZÚZ





Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture

Padesát let agrochemického zkoušení zemědělských půd v České republice

**Fifty years of Agrochemical Testing of Agricultural soils
in the Czech Republic**

Čtyřicet let dlouhodobých výživářských pokusů v ÚKZÚZ

Forty years of Long-Term Field Experiments in ÚKZÚZ

Autoři (Authors): Ing. Vladimír Klement, CSc.
 Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.
 Ing. Karel Trávník

Zpracování map: Ing. Pavel Němec (Map processing)

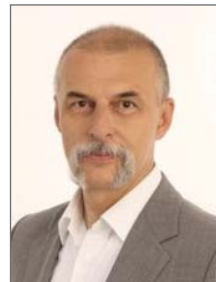
Zpracování výsledků: Ing. Aleš Sušil (Results processing)

Brno 2012

Obsah

I. 50 let agrochemického zkoušení zemědělských půd v České republice	7
1. Význam živin pro rostliny	9
1.1 Fosfor	10
1.2 Draslík	11
1.3 Hořčík	12
1.4 Vápník	13
1.5 Půdní reakce	14
2. Agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice	16
2.1 Metodika	22
2.2 Způsob odběru	23
2.3 Analytické metody	24
2.4 Hodnocení výsledků analýz	25
2.4.1 Hodnocení výměnné půdní reakce	26
2.4.2 Potřeba vápnění	26
2.4.3 Hodnocení obsahu přístupných živin (P, K, Mg, Ca)	26
2.4.4 Hodnocení poměru kationtů (K:Mg)	27
2.5 Využití výsledků AZZP	27
2.5.1 Grafické zobrazení odběrové plochy, přehled odběrů a výsledky analýz	28
2.5.2 Hodnotící zpráva AZZP	29
2.5.3 Kartogramy kritérií zásobenosti	30
2.5.4 Plány racionálního hnojení na základě údajů z AZZP	30
3. Vývoj základních agrochemických vlastností zemědělských půd v České republice	33
3.1 Půdní reakce	34
3.2 Obsah přístupného fosforu (P)	36
3.3 Obsah přístupného draslíku (K)	37
3.4 Obsah přístupného hořčíku (Mg)	39
3.5 Obsah přístupného vápníku (Ca)	40
3.6 Hmotnostní poměr draslíku : hořčíku	40
4. Závěr	41
5. Literatura	42
6. Tabulkové přílohy	43
6.1 Výsledky AZZP Česká republika za období 2005 - 2010	43
6.2 Výsledky AZZP Středočeský kraj za období 2005 - 2010	44
6.3 Výsledky AZZP Jihočeský kraj za období 2005 - 2010	45
6.4 Výsledky AZZP Plzeňský kraj za období 2005 - 2010	46
6.5 Výsledky AZZP Karlovarský kraj za období 2005 - 2010	47
6.6 Výsledky AZZP Ústecký kraj za období 2005 - 2010	48
6.7 Výsledky AZZP Liberecký kraj za období 2005 - 2010	49
6.8 Výsledky AZZP Královéhradecký kraj za období 2005 - 2010	50
6.9 Výsledky AZZP Pardubický kraj za období 2005 - 2010	51
6.10 Výsledky AZZP Kraj Vysočina za období 2005 - 2010	52
6.11 Výsledky AZZP Jihomoravský kraj za období 2005 - 2010	53

6.12	Výsledky AZPP Olomoucký kraj za období 2005 - 2010	54
6.13	Výsledky AZPP Zlínský kraj za období 2005 - 2010	55
6.14	Výsledky AZPP Moravskoslezský kraj za období 2005 - 2010	56
II.	40 let dlouhodobých výživářských pokusů v ÚKZÚZ	59
1.	Úvod	60
2.	Historie založení pokusů	62
3.	Přehled pokusných míst	64
4.	Klimatické podmínky	65
5.	Metodika	67
5.1	Cíl pokusu	67
5.2	Druh pokusu	67
5.3	Osevní sled	67
5.4	Kombinace hnojení	68
	<i>The combination of fertilization</i>	<i>69</i>
5.5	Úroveň hnojení a použitá hnojiva	69
	<i>The level of fertilization and used fertilizers</i>	<i>69</i>
5.6	Analýzy půd a rostlin	70
5.7	Technologické rozbory	70
5.8	Způsob hodnocení výsledků	70
6.	Výsledky	72
6.1	Vliv hnojení na produkci	72
6.1.1	Celková produkce za období 1972 - 2011	72
6.1.2	Posouzení účinnosti zásobního a každoročního hnojení na výrobnost	75
6.1.3	Posouzení účinnosti vápnění na výrobnost	76
6.1.4	Výnosy vybraných plodin	77
6.2	Odběr živin	78
6.3	Bilance živin	80
6.3.1	Zhodnocení bilance dusíku	80
6.3.2	Zhodnocení bilance fosforu	82
6.3.3	Zhodnocení bilance draslíku	83
6.4	Vliv hnojení na půdní reakci a obsah přístupného fosforu a draslíku v půdě	84
6.4.1	Půdní reakce	85
6.4.2	Obsah přístupného fosforu a draslíku v půdě stanovený metodou Mehlich III	86
6.5	Porovnání bilance fosforu a draslíku s obsahem přístupného fosforu a draslíku v půdě	89
6.6	Vliv hnojení na kvalitu produkce	90
6.7	Stanovení účelné úrovně hnojení	91
7.	Závěr	93
8.	Literatura	95



Přes rozvoj biotechnologií, kterého jsme svědky v posledním období zůstává zemědělská půda a její kvalita základním předpokladem zemědělské výroby. Půda je však také svorníkem všech přírodních cyklů, jejichž rovnováha je pro zachování životních podmínek na planetě Zemi nezbytná.

Soustavné sledování a udržování optimálního půdního prostředí je závazkem, který musí společnost na sebe přijmout s ohledem na potravinovou bezpečnost svou i bezpečnost dalších generací, s ohledem na zachování podmínek pro život ostatních živých organismů i pro udržení kulturní krajiny, ve které žijeme.

Pro současnou dobu je charakteristické, že neustále hledá a upravuje pozici zemědělství v rozvinutých zemích, zvláště v zemích Evropské unie. Zemědělství zde už dávno přestalo být způsobem života významné části společnosti, ale stalo se odvětvím výroby potravinových, průmyslových a energetických surovin, přičemž poměr mezi těmito složkami se mění podle momentální situace na agrárních trzích.

Agrochemické zkoušení zemědělských a lesních půd si od svého počátku kladlo za cíl poskytovat objektivní informace o vývoji půdního prostředí bez ohledu na momentální výrobní tendence. Časová řada výsledků základních sledovaných půdních parametrů, která je vám předkládána i v souvislosti s hodnocením dlouhodobých výživářských pokusů je významná informace, která by neměla být opomenuta při formulování budoucí zemědělské a ekologické politiky České republiky.

Bc. Zdeněk Mach
ředitel ústavu

Despite the development of biotechnologies, which we have witnessed in the last period, farmland and its quality play a key role in agricultural production. Soil is also a keystone of all natural cycles; their balance is necessary for preservation of the living conditions on the planet Earth.

Continuous monitoring and maintaining optimal soil environment is a commitment that the society must take on with regard to own food safety and the safety of the future generations, with regard to maintaining the conditions for life of other living organisms and also to maintaining the cultural landscape in which we live in.

The current period is characterized by constant searching for and regulating the position of agriculture in developed countries, especially in countries of the European Union. Agriculture has long ago lost its role as a way of life of a significant part of the society; it has become a sector of production of raw materials for food, industry and energy, with the ratio between these components changing according to the current situation on agricultural markets.

From the very beginning, the goal of agrochemical testing of agricultural and forest soils has always been to provide objective information about the development of the soil environment regardless of current production trends. Time series of results of observed basic soil parameters, which is presented to you in connection with the evaluation of long-term plant nutrition experiments, is important information that should not be ignored when formulating future agricultural and environmental policies of the Czech Republic.

I. 50 LET AGROCHEMICKÉHO ZKOUŠENÍ ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD V ČESKÉ REPUBLICE

ÚVOD

Jednou ze základních podmínek stability rostlinné výroby je harmonická výživa rostlin, kterou lze zajistit soustavnou péčí o půdní úrodnost. Tu charakterizujeme jako schopnost půdy zajišťovat rostlinám nezbytné podmínky pro růst a vývoj, které se projeví dosažením žádoucího výnosu a kvality produkce. Na půdní úrodnosti se podílí minerální, chemické, fyzikální a biologické vlastnosti půdy. Z hlediska agrochemického je půdní úrodnost výrazně ovlivněna obsahem organických látek, půdní reakcí a obsahem živin.

Po celou dobu provozování agrochemického zkoušení půd tedy od roku 1961 se Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (dále jen ÚKZÚZ), Sekce úřední kontroly, dříve odbor Agrochemie, půdy a výživy rostlin, věnuje metodickému vývoji na úseku odběru půdních vzorků, chemických rozborů i způsobu hodnocení výsledků. V České republice je ročně prozkoušeno více než 500 tis. ha půdy, z toho 380 tis. ha orné půdy a analyzuje se přibližně 72 tisíc vzorků půdy.

Výsledky zkoušení poskytují zemědělské praxi podklad pro zpracování racionálního systému hnojení. Ministerstvu zemědělství a dalším orgánům státní správy umožňuje agrochemické zkoušení půd sledovat vývoj půdní úrodnosti podle okresů i celostátně. Umožňuje posoudit vliv intenzity hnojení na půdní vlastnosti, prognózovat potřebu hnojení a v obecném pojetí ovlivňovat agrární politiku v oblasti výživy rostlin a hnojení.

V sousedním Slovensku agrochemické zkoušení půd (ASP) je plošná kontrola zemědělsky využívaného půdního fondu, organizovaná podobně jako v ČR, odběry vzorků si však majitel půdy zabezpečuje sám. Výkon kontroly půdní úrodnosti je celoplošný, minimálně v 6-ti letých intervalech a ročně je prozkoušeno asi 300 tis. ha půdy, převážně orné a analyzuje se okolo 30 tisíc vzorků půdy.

V Německu se kontrola provádí metodicky jednotně, analýzy zajišťují jednotlivé zemské zkušební ústavy (LUFA) a systémy organizace se liší podle spolkových zemí. V Polsku se prosazuje jednotná metoda zkoušení a analýzy provádějí laboratoře jednotlivých vojvodství. Samozřejmě existuje paralelní nabídka nadnárodních laboratorních center, která nabízí širokou škálu analýz a navazujících vyhodnocení a doporučení.

I. 50 YEARS OF AGROCHEMICAL TESTING OF AGRICULTURAL SOILS IN THE CZECH REPUBLIC

INTRODUCTION

Well-balanced plant nutrition, by which the continuous care of soil fertility can be provided, is one of the basic conditions for stability of crop production. This can be characterized as the ability of soil to provide plants with the necessary conditions for growth and development, which results in reaching the desired yield and quality production. Mineral, chemical, physical and biological properties of the soil contribute to soil fertility. In agrochemical terms soil fertility is significantly influenced by the content of organic matter, soil reaction and nutrient content.

Throughout the operation of agrochemical soil testing i.e. since 1961, the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (hereinafter as ÚKZÚZ), the Section of Official Control, formerly the Department of Agrochemistry, Soil and Plant Nutrition is engaged in methodological development in the field of soil sampling, chemical analyses as well as way of results evaluation. In the Czech Republic, more than 500 thousands ha of land, of which 380 thousand ha are arable land, are annually tested and 72,000 soil samples are approximately analysed.

The results of testing provide agricultural practice the basis for the processing of rational system of fertilization. Agrochemical soil testing allows to the Ministry of Agriculture and other state authorities to monitor the evolution of soil fertility by regions as well as nationwide. It also permits to assess the influence of the fertilization intensity on soil properties, to prognosticate the fertilization need and within the general concept to influence an agricultural policy in the field of plant nutrition and fertilization.

Program of Agrochemical Testing of Agricultural soils exists also in neighbouring countries. Slovakia where agrochemical soil testing (AST) is a blanket control of the farmed land organized similarly as in the Czech Republic can be used as an example. However, sampling is being ensured by landowners themselves. Performance of soil fertility control is nationwide, at least in the 6-year-intervals, and annually 300 thousands ha of land, mostly arable, are tested and about 30,000 soil samples are analysed.

In Germany, a control is performed in a methodically homogeneous way, analyses are provided by individual land testing institutes (LUFA) and organization systems vary according to the federal land. In Poland, a uniform method of testing and analyses performed by laboratories of the Voivodships comes in. Of course, there is a parallel offer of supra-national laboratory centres offering a wide range of analyzes and follow-up evaluation and recommendations.

1. VÝZNAM ŽIVIN PRO ROSTLINY

Vladimír Klement

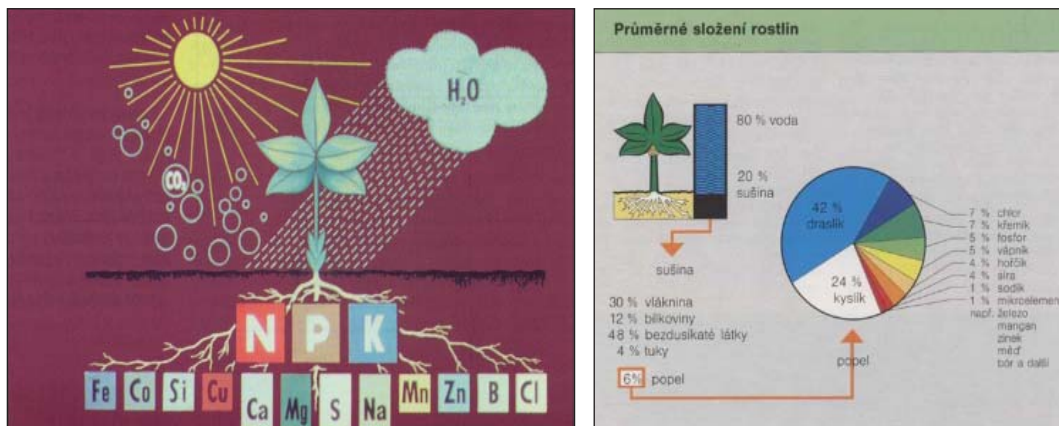
Živiny v rostlinách plní řadu specifických funkcí. Správný průběh těchto procesů je zajištěn nejen potřebnou hladinou daného prvku v rostlině, ale i harmonickým zastoupením prvků ostatních. Omezení příjmu nebo naopak nadměrný příjem kterékoliv živiny se může projevit narušením metabolických procesů a ve svých důsledcích promítnout do kvality i kvantity produkce.

Příjem živin je ovlivňován celou řadou faktorů, které můžeme rozlišit na vnitřní a vnější.

Vnitřní faktory souvisí s druhem pěstované plodiny a jsou dány geneticky. Charakteristickým znakem jak rostlinného druhu, tak odrůdy je příjmová kapacita rostlin. Ta je dána „mohutností“ kořenového systému rostlin (velikostí a množstvím kořenového vlášení) a jeho vlastnostmi umožňujícími např. to, že jeden druh rostliny odčerpává z půdy více N, P, K aj. než druhý. Vyšší schopnost příjmu živin není vždy v přímé souvislosti s jejich využitím na tvorbu produktu. Bylo prokázáno, že novější výkonné odrůdy mají většinou menší příjmovou kapacitu než odrůdy starší, avšak vyznačují se lepší schopností jejich využití na tvorbu hlavního produktu (tzv. index utilizace). To vede k tomu, že u těchto nových výkonných odrůd jsou výrazně vyšší požadavky na zajištění přístupnosti živin po převážnou část vegetační doby.

K vnějším faktorům ovlivňujícím příjem živin řadíme vlivy ekologické a povětrnostní. Povětrnostní podmínky jsou určeny souborem faktorů, z nichž největší význam má teplota, voda (srážky), sluneční svit a složení atmosféry. Vliv nepříznivých povětrnostních podmínek v daném roce označujeme jako vliv ročníku.

Obrázek1: Průměrné složení rostlin (Richter, 2004)



Chemické složení rostlin je různé a mění se v průběhu vývoje (ontogeneze) podle druhu pěstované rostliny. Chemické složení rostlin umožňuje zjistit, které živiny rostliny obsahují, v jaké formě a množství, v jakém poměru, a to buď v jednotlivých fázích vývoje, nebo při sklizni. Pokud známe i hmotnost rostlin (na jednotku plochy nebo průměrnou hmotnost 1 rostliny) můžeme stanovit množství odčerpaných živin, ve fázích vývoje nebo při sklizni, se kterými musíme počítat při vypracování systému hnojení konkrétní plodiny. Hodnoty odběru hlavních živin u některých plodin v $kg \cdot ha^{-1}$ uvádí tabulka 1.

Tabulka 1: Průměrná potřeba čistých živin v kg na výnos 1 t hlavního produktu (Richter, 1997)

Plodina	Druh živiny [kg]			
	N	P	K	Mg
Pšenice ozimá	25,0	5,0	20,0	2,4
Ječmen ozimý	26,0	5,7	24,0	1,8
Žito ozimé	24,0	6,1	21,6	2,4
Oves	26,0	6,1	24,1	2,4
Brambory (hlízy)	5,0	0,9	6,6	0,9
Cukrovka (bulvy)	4,4	0,7	4,7	0,8
Řepka ozimá	50,0	10,9	49,8	4,8

Interakce vnitřních a vnějších vegetačních faktorů jsou hlavním důvodem toho, že usměrňování růstu a vývoje rostlin výživářskými opatřeními je velmi obtížné a nelze vždy počítat s plným efektem.

1.1 Fosfor

Rostliny přijímají fosfor ve formě aniontů H_2PO_4^- nebo HPO_4^{2-} . Rostliny potřebují značná kvanta fosforu již v počátečních fázích růstu. Potřebný fosfor získávají z fyтину v semeni a dále z lehce přístupných forem fosforečných sloučenin z vnějšího prostředí. V počáteční fázi růstu kořenový systém není ještě plně rozvinut, proto má velký význam hladina přijatelného fosforu v blízkosti primárních kořenů. Dobrá zásoba fosforu v půdě zabezpečuje nejen kvalitní výnosy, ale zajišťuje i jeho koloběh v celém potravním řetězci. Přijatý minerální fosfor je rychle zabudován do organických sloučenin a takto transportován do míst jeho nejvyšší potřeby - do mladých listů, vegetačního vrcholu, později květů a semen.

Obrázek 2: Porost ječmene v jarním období - typické anthokyanové zbarvení rostlin důsledkem omezené výživy fosforem



Funkci fosforu v rostlině můžeme rozdělit na energetickou a stavební. Kyselina fosforečná v živých systémech snadno reaguje s organickými látkami za vzniku organofosfátů. Velmi významné jsou z tohoto hlediska nukleotidy. Nukleotidy plní řadu funkcí:

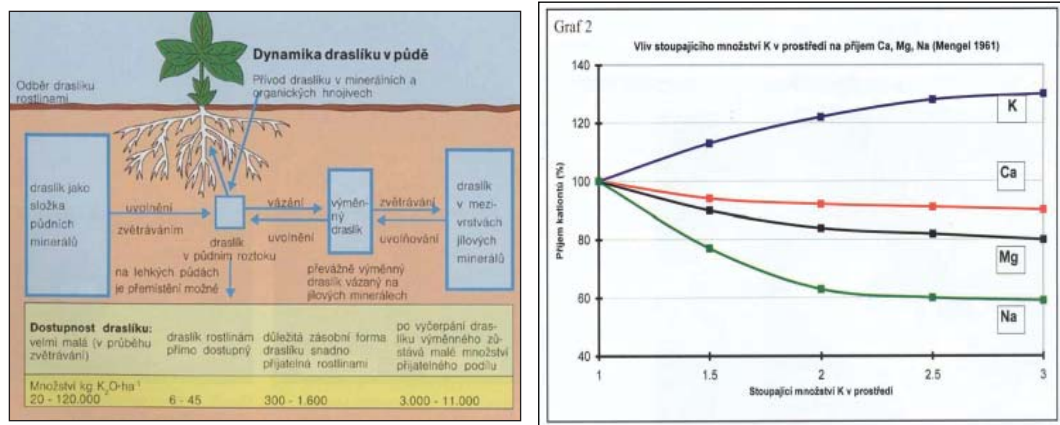
- jsou stavebními jednotkami nukleových kyselin
- aktivují meziproducty v řadě biosyntéz, např. aminokyseliny v procesu syntézy bílkovin, glukozu v procesu polyglukoz apod.
- nukleosidpolyfosfáty jsou přenašeči energie v biologických systémech. Nejznámější a nejvýznamnější je adenosintrifosfát (ATP) a adenosindifosfát (ADP)
- adenosinové nukleotidy jsou součástí důležitých kofaktorů enzymů

Rostliny přijímají fosfor během celé vegetace poměrně rovnoměrně, pro dobrý výnos a kvalitu produkce je však rozhodující jeho obsah v mladých rostlinách. Nároky jednotlivých druhů rostlin na fosfor se výrazně neliší. Jsou však značné rozdíly ve schopnostech rostlin osvojovat si fosfor z půdy i z méně rozpustných sloučenin. K rostlinám, které si velmi dobře osvojují fosfor z půdy patří bobovité rostliny, jeteloviny, dále hořčice a pohanka. Okopaniny mají střední schopnost k příjmu fosforu a nejmenší osvojovací schopnost mají obilniny a z nich ječmen.

1.2 Draslík

Draslík je monovalentní kationt, který rostlina přijímá aktivně při nižších koncentracích nebo pasivně při koncentracích vyšších. Příjem draslíku je výrazně ovlivňován interakcemi antagonistického charakteru. Zvyšující se koncentrace draslíku snižuje příjem Mg^{2+} , Ca^{2+} , NH_4^+ , Zn^{2+} , Mn^{2+} a stimuluje příjem NO_3^- , $H_2PO_4^-$, Cl^- , SO_4^{2-} . Na příjem draslíku pozitivně působí i řada vnějších podmínek (přístup vzduchu, teplota půdy, intenzita osvětlení).

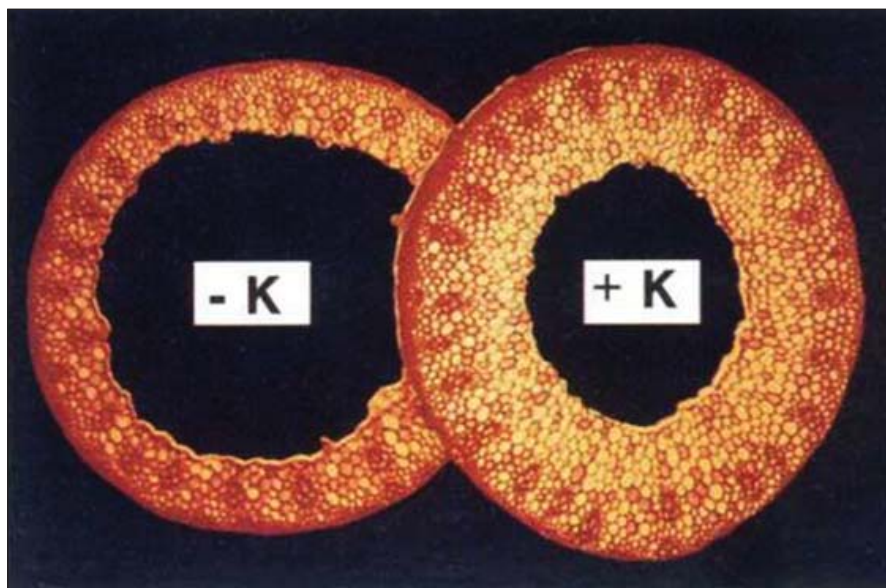
Obrázek 3: Dynamika draslíku v půdě (Richter, 2007)



V rostlině je draslík velmi pohyblivý a transportuje se jak bazipetálně, tak akropetálně. Charakteristickým rysem pro K^+ je vysoká schopnost průniku buněčnými membránami. Draslík má vysokou reutilizační schopnost. Proto se příznaky nedostatku projeví nejprve na starších listech.

Draslík zasahuje do celé řady metabolických procesů. Významná je jeho účast v procesu **fotosyntézy a dýchání**, kde má dominantní postavení ve světelné fázi. Nedostatek draslíku snižuje syntézu organických látek a zvyšuje respiraci, čímž se omezuje energetický stav rostliny. Draslík zasahuje do **tvorby cukru a do syntézy škrobu**, což se projevuje při transportu a přeměnách vytvořených cukrů. Důsledkem deficience je narušení syntézy sacharidů, tvorba tenčích buněčných stěn, řidších pletiv, a tím snížena odolnost obilnin proti poléhání i ochrana proti parazitům.

Obrázek 4: Deficience draslíku (Vaněk a kol., 1998)



Draslík dále pozitivně ovlivňuje **dusíkatý metabolismus**. Při jeho nedostatku stoupá obsah aminokyselin a amidů, omezuje se syntéza bílkovin. Draslík také vystupuje jako specifický, ale i nespecifický **aktivátor řady enzymů**. Koncentrace draslíku v rostlinách se pohybuje mezi 2 - 6 %. Nejvyšších hodnot dosahuje ve fázi kvetení, v období dozrávání dochází k jeho snížení v důsledku vylučování do živného prostředí. Na draslík mají největší nároky okopaniny, jeteloviny, luskoviny, olejnin, přadné rostliny a relativně nejmenší obiloviny. Zemědělské plodiny můžeme také rozdělit podle citlivosti k doprovodnému aniontu. Chloridovou formu draselných hnojiv dobře snášejí obilniny, cukrovka, krnná řepa a jeteloviny. K rostlinám citlivým na chlór řadíme ovocné stromy, révu vinnou, brambory, rajčata, leguminózy, okurky, cibuli a většinu brukvovitých.

1.3 Hořčík

Hořčík je rostlinami přijímán pasivně. V příjmu Mg^{2+} existuje antagonistický vztah ke K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mn^{2+} , H^+ . Vzhledem k tomu, že draslík je v porovnání s ostatními kationty nejlépe přijímán (aktivní i pasivní transport) působí jeho nadbytek v živném prostředí negativně na příjem dalších kationtů, zvláště pak hořčíku. Příjem hořčíku ovlivňuje také hliník, vodík a mangan, zvláště na kyselých půdách. Vedle vnějších faktorů je obsah hořčíku v rostlině ovlivněn také geneticky. Hořčík zasahuje v rostlině do celé řady metabolických procesů.

Velmi důležitá je jeho funkce v **chlorofylu**. Z celkového obsahu v rostlině je v chlorofylu vázáno 15–20 % Mg. Při nedostatku hořčíku je ochuzena nejdříve řada dalších biologicky významných soustav, než dojde na chlorofyl. Projevům hořčíkové chlorózy předchází hluboký metabolický rozvrat často doprovázený nekrózami pletiv (korálková mozaika nebo pruhovitost).

Obrázek 5: Počáteční příznaky nedostatku hořčíku na listech cukrovky a brambor



Hořčík se účastní dalších biochemických reakcí udržováním koloidního stavu protoplazmy a je aktivátorem nebo součástí početného množství enzymových systémů. Rostliny vyžadují rovnoměrný přísun hořčíku během celé vegetace. Jeho obsah v sušině rostlinných orgánů se pohybuje pod 0,5 %. Relativně vysokým obsahem hořčíku se vyznačují jetel, vojtěška i listy cukrovky.

1.4 Vápník

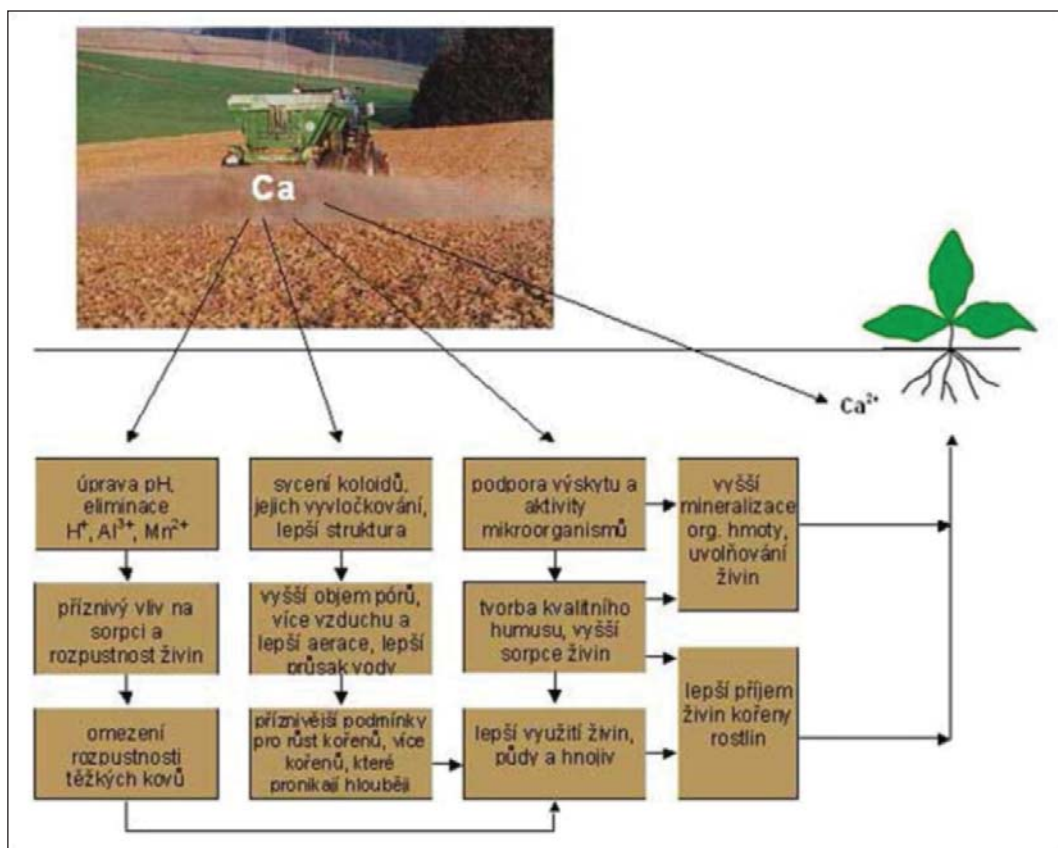
Obsah vápníku v sušině se v rostlinách pohybuje v rozmezí 0,4 - 1,5 % v závislosti na druhu rostliny, orgánu a jeho stáří. Jeho obsah je však hlavně závislý na jeho hladině v půdním roztoku. Vápník je přijímán ve formě Ca^{2+} aktivně kořeny. Příjem vápníku ovlivňují anionty, největší vliv má NO_3^- , pak Cl^- a nejmenší SO_4^{2-} . Naopak zvýšený obsah kationtů jeho příjem omezuje; působí v řadě $\text{H}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Sr}^{2+} > \text{Mn}^{2+} > \text{K}^+$. Příjem, transport a redistribuce vápníku jsou podmíněny schopností vápníku tvořit s řadou organických látek, zvláště s kyselými skupinami karboxylu, fosfátů aj., poměrně málo rozpustné až nerozpustné sloučeniny. Proto je v rostlině jeho pohyb velmi malý a reutilizace prakticky zanedbatelná, což vyúsťuje na jedné straně v postupném zvyšování jeho obsahu ve starších listech a na druhé straně v jeho chronický nedostatek v apikálních meristémech.

Vápník má mnohostranný význam **v procesu metabolismu rostlin**. Nedostatek se především projevuje na kořenech; netvoří se kořenové vlásky, kořeny začínají zahnívat. Kořeny trpí nedostatkem tohoto prvku dříve než nadzemní orgány.

Vápník přijímá rostlina během celého svého vývoje. Nároky na vápník neodpovídají vždy vztahu k půdní reakci. Například obiloviny potřebují málo vápníku, ale odlišují

se v nárocích na pH - ječmen a pšenice nesnášejí nízké hodnoty pH, zatímco oves a žito jsou k nim tolerantní. Naopak bramborám, vřesovi a lupině se daří na kyselějších stanovištích, ale požadují velké množství vápníku.

Obrázek 6: Působení vápníku v půdě (Vaněk a kol., 1996)



1.5 Půdní reakce

Půdní reakce je dána přítomností a aktivitou vodíkových iontů, které se ve vodných roztocích spojují s molekulou vody a tvoří s ní anionty H_3O^+ (hydroxoniové nebo oxoniové ionty). V půdním roztoku rozpuštěné kyseliny a koloidní acidoidy uvolňují vodíkové ionty (disociace); rozpuštěné zásady a bazoidy se s nimi slučují (asociace).

U půdy rozeznáváme dvě základní formy kyselosti:

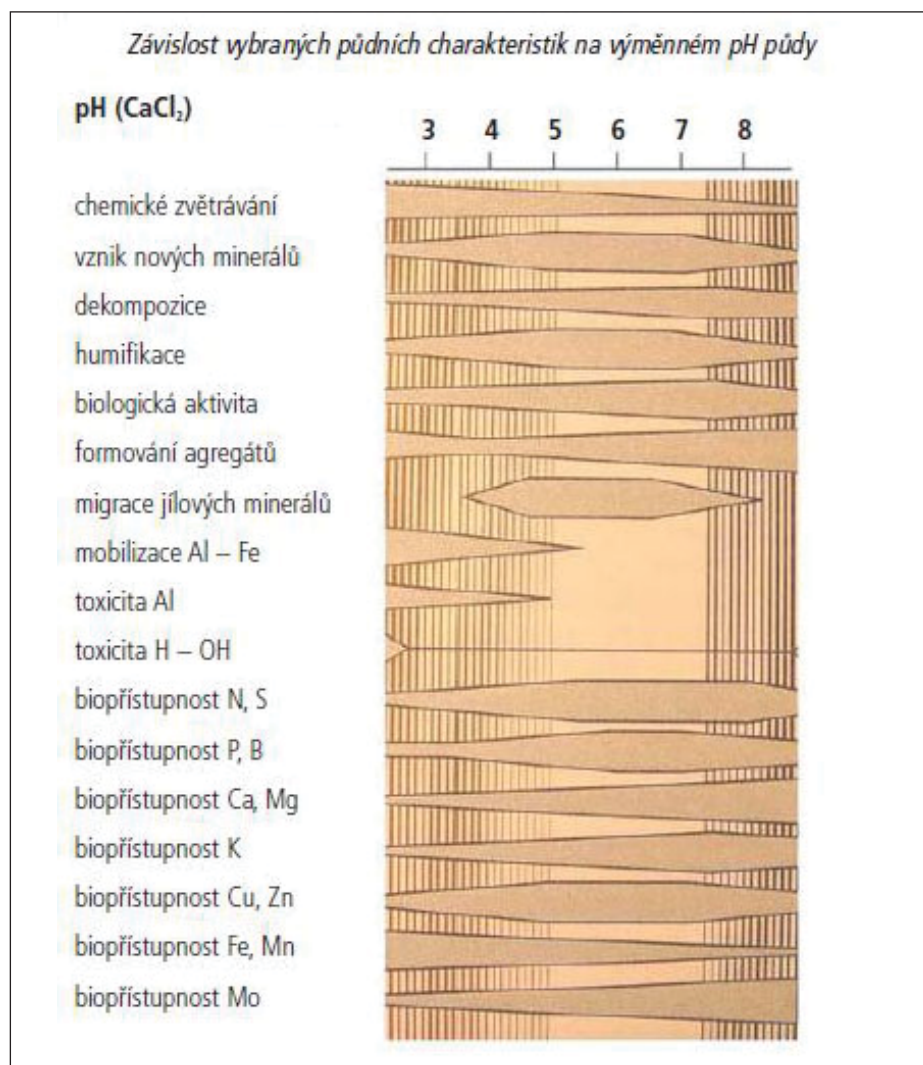
Aktivní kyselost je dána koncentrací iontů H^+ v půdním roztoku. Je tvořena minerálními a organickými kyselinami půdního roztoku, hydrolytickými kyselými hnojivami a kyselými spady. Má bezprostřední vliv na příjem živin rostlinami. Stanovuje se ve výluhu půdy vodou.

Výměnná kyselost je způsobena adsorbovanými H^+ a Al^{3+} (příp. Fe) ionty, které se vyměňují za bazické ionty roztokem neutrální soli KCl ($CaCl_2$). Výměnné kyselosti se využívá ke stanovení potřeby vápnění.

Půdní reakce má **výrazný vliv na úrodnost půdy**. V silně kyselých půdách se nedaří některým užitečným bakteriím velmi důležitým pro optimální průběh biochemických reakcí

v půdě. Dochází ke vzniku příznivých podmínek pro činnost plísní, hub apod., které jsou pro úrodnost půdy méně vhodné. Mineralizační procesy jsou v kyselých podmínkách vesměs zpomaleny a syntetické procesy vedou ke tvorbě méně kvalitních humusových látek (fulvo-kyselin). Vysoká kyselost půdy nepříznivě ovlivňuje efektivnost využití některých hnojiv. V tomto prostředí je také aktivován hliník a řada těžkých kovů, jejichž přebytek rostlinám škodí a vede k jejich začlenění do potravního řetězce. Účinným opatřením k odstranění půdní kyselosti je pravidelné vápnění. Půdní reakce má bezprostřední vztah k příjmu živin. Závislost přístupu živin na reakci živného prostředí uvádí obrázek.

Obrázek 7: Závislost vybraných půdních charakteristik na pH půdy



Jednotlivé druhy polních plodin mají také na reakci půdy rozdílné nároky. Obecně můžeme shrnout, že polní plodiny bramborářského a horského výrobního typu a trvalé travní porosty vyžadují pH kyselejší, zatímco plodiny řepařského a kukuřičného výrobního typu spíše pH neutrální nebo mírně kyselé.

2. AGROCHEMICKÉ ZKOUŠENÍ ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD V ČESKÉ REPUBLICE

Pro potřebu zemědělské praxe jsou nejdůležitější půdní vlastnosti shrnuty ve výsledcích Komplexního průzkumu půd (KPP). Pro získání všestrannějších znalostí o půdě a poznání faktorů půdní úrodnosti byl v lednu 1961 usnesením vlády schválen komplexní průzkum zemědělských půd. Tato celostátní akce byla následně legislativně upravena zákonem č. 61/1964 Sb., o rozvoji rostlinné výroby. Komplexní průzkum půd zahrnoval dvě souběžně probíhající části:

Půdoznalecký průzkum, jako jednorázovou akci základního průzkumu půd plánovanou na deset let. Účelem bylo získat nejdůležitější poznatky o geneticko-agronomických vlastnostech našich zemědělských půd, umožňující souborné řešení zúrodnování půd. Podle metodiky základního půdoznaleckého průzkumu bylo prováděno genetické třídění půd, třídění podle zrnitostního složení půd, zjišťován obsah skeletu a stupeň zamokření.

Soustavné agrochemické zkoušení půd, prováděné v pětiletých cyklech za účelem agrochemické kontroly stavu přístupných živin, půdní reakce a potřeby vápnění. Metodika agrochemického zkoušení půd předepisovala sledování výměnné půdní reakce, obsahu uhličitánů, potřeby vápnění a stanovení přístupného fosforu a draslíku. Tyto údaje se staly podkladem pro vypracování plánů hnojení zemědělských plodin, pro sledování vývoje půdních vlastností a prognózování potřeby hnojení.

Prováděním základního půdoznaleckého průzkumu byla pověřena Česká akademie zemědělská ve spolupráci s Ústavem půdoznalství VÚRV v Praze–Ruzyni. Agrochemické zkoušení půd garantoval Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (dále jen ÚKZÚZ) prostřednictvím svých poboček.

Do roku 1980 se rozборы Agrochemického zkoušení zemědělských půd v České Republice (dále jen AZPP) opakovaly v pětiletých odběrových cyklech. Výrazně se zvyšující intenzita hnojení působící rychlejší změny půdních vlastností si vyžádala zkrácení intervalu zkoušení na tři roky. Poslední tříletý interval byl uzavřen v roce 1992 a dále byla stanovena délka odběrového cyklu na šest let, což odpovídá délce zavedené v některých sousedních státech. Prodloužení cyklu také úzce souvisí i s potřebou úspory státních financí.

Do roku 1983 byly stanovovány pouze základní půdní vlastnosti – půdní reakce, obsah uhličitánů, potřeba vápnění a obsah přístupného P, K a Mg. V období 1986–1991 byla škála stanovení základních vlastností rozšířena o mikroelementy – Cu, Zn, Mn, B a Mo. Existující rizika kontaminace půd nežádoucími látkami vyvolala potřebu jednorázového průzkumu na obsah těžkých kovů. V půdních vzorcích odebraných v období 1990–1992 bylo stanovováno celoplošně Cd, Cr, Pb a Hg, lokálně i další prvky např. Zn, Cu, Ni. Tento orientační průzkum byl podkladem pro založení **registru kontaminovaných ploch**. Stanovení těžkých kovů pokračovalo i v dalším období, ale již pouze v lokalitách s prokázanými nadlimitními či zvýšenými obsahy.

Od roku 1999 je agrochemické zkoušení zemědělských půd prováděno podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech). Podrobnosti, včetně chemických rozborů a kritérií hodnocení výsledků jsou uvedeny ve vyhlášce č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků.

Mezi základní chemické rozborů patří stanovení výměnné půdní reakce, stanovení obsahu uhličitánů a stanovení přístupných živin. Do roku 1989 byla pro stanovení obsahu přístupného fosforu v půdě používána metoda podle Egnera, pro stanovení draslíku a hořčíku metody podle Schachtschabela. Od roku 1990 byl zaveden pro stanovení přístupného P, K, Mg a Ca společný výluh - metoda Mehlich II a od roku 1999 metoda Mehlich III. Při stanovení obsahu přístupných živin metodou Mehlich III se díky lepšímu vytěsnění jednotlivých prvků z půdního sorpčního komplexu zvyšují hodnoty obsahů živin v půdě. U fosforu je to o přibližně 20 %, u draslíku a hořčíku o 3 - 4 % v porovnání s dříve používanou metodou Mehlich II. K tomu je třeba přihlížet při případném porovnávání výsledků rozborů provedených před rokem 1999.

Základní půdní vlastnosti jsou hodnoceny samostatně pro ornou půdu, trvalé travní porosty, vinice, intenzivní sady a chmelnice. Původní kritéria pro hodnocení půdní reakce byla čtyřstupňová - reakce kyselá, slabě kyselá, neutrální a alkalická. Od roku 1981 byla tato kritéria rozšířena o kategorie - extrémně kyselá, silně kyselá a silně alkalická. Pro hodnocení obsahu přístupných živin byla do roku 1975 používána kritéria s kategoriemi - malý, střední a dobrý obsah. Pak následovalo rozšíření o kategorie velmi malý a vysoký obsah. Od roku 1993 došlo k dalšímu rozšíření a změně terminologie na obsah velmi nízký, nízký, vyhovující, dobrý, vysoký a velmi vysoký. Při poslední změně v roce 1999 byla vypuštěna kategorie velmi nízký obsah, takže současná kritéria obsahují pět kategorií hodnocení. Výše popsany vývoj systému zkoušení půd uvádí tabulka 8.

Tabulka 8: Vývoj systému agrochemického zkoušení půd v období 1961 - 2010

Období	Délka cyklu	Kontrolované kultury	Analyzované parametry	Hodnocení zásoby (obsahu)
1961 - 1965	5	zemědělská půda	pH, potřeba vápnění, P, K	M, S, D
1966 - 1970	5	OP, TTP	pH, potřeba vápnění, P, K, Mg 20%	M, S, D
1971 - 1975	5	OP, TTP, vinice, sady, chmelnice	pH, potřeba vápnění, P, K, Mg 50%	M, S, D
1976 - 1980	5	OP, TTP, vinice, sady, chmelnice	pH, potřeba vápnění, P, K, Mg 50%	VM, M, S, D, V
1981 - 1983	3	OP, TTP, vinice, sady, chmelnice	pH, potřeba vápnění, P, K, Mg 50%	VM, M, S, D, V
1984 - 1986	3	OP, TTP, vinice, sady, chmelnice	pH, potřeba vápnění, P, K, Mg 50% 1986–1991 pozemky >10 ha obsah SP - Cu, Zn, Mn, B, Mo	VM, M, S, D, V
1987 - 1989	3	OP, TTP, vinice, sady, chmelnice	pH, potřeba vápnění, P, K, Mg 50% 1986 - 1991 pozemky >10 ha obsah SP - Cu, Zn, Mn, B, Mo	VM, M, S, D, V
1990 - 1992	3	OP, TTP, vinice, sady, chmelnice	pH, potřeba vápnění, P, K, Mg, Ca, TK - Cd, Pb, Cr, Hg, Cu, Zn, Ni, Be, Co Ø100 ha	VM, M, S, D, V
1993 - 1998	6	OP, TTP, vinice, sady, chmelnice	pH, potřeba vápnění, P, K, Mg, Ca + KVK TK - zahušťování u kontaminovaných pozemků	VN, N, VYH, D, V, VV
1999 - 2010	6	OP, TTP, vinice, sady, chmelnice	pH, potřeba vápnění, P, K, Mg, Ca + KVK TK - zahušťování na kontaminovaných pozemcích a sledování u ekologicky hospodařících zemědělců	N, VYH, D, V, VV

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. ÚKZÚZ zabezpečuje tyto pokusy již čtyřicet 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, která jsou hodnocena podle kritérií (viz kap. 2.4.3).

2. AGROCHEMICAL TESTING OF AGRICULTURAL LAND IN THE CZECH REPUBLIC

The most important soil properties within the need for agricultural practices are summarized in the results of a Comprehensive soils survey (CSS). To obtain a more versatile understanding of soil as well as the knowledge of soil fertility factors the comprehensive survey of agricultural soils was approved in January 1961 by the Order of the Government. This national event was subsequently regulated within the Act No. 61/1964 Coll., on the development of crop production. The comprehensive soils survey covers two concurrently running parts:

Pedologic survey as a single event of basic soil survey planned for ten years. The purpose was to gain important knowledge about the genetic-agronomic characteristics of our agricultural soils, enabling the comprehensive solution of soils reclamation. According to the methodology of the basic pedologic survey genetic soil classification, sorting according to grain size composition of soils, detection of skeletal content and degree of waterlogging were carried out.

Systematic agrochemical soil testing carried out in five - year cycles for the purpose of agrochemical control of available nutrients conditions, soil reaction and liming needs. Agrochemical soil testing methodology prescribed the monitoring of exchangeable soil reaction, carbonate content, liming need and the determination of available phosphorus and potassium. These data became the basis for the development of fertilizer plans of agricultural crops, the monitoring of soil properties evolution and the forecasting of needs fertilizing needs.

The Czech Agriculture Academy in collaboration with the Institute of Soil Science CRI in Prague - Ruzyně was authorized to implement the basic pedologic survey. Agrochemical soil testing was guaranteed by the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (hereinafter as ÚKZÚZ) through its branch offices.

By 1980, the analyses of Agrochemical testing of agricultural soils in the Czech Republic (hereinafter as ATAS) were repeated within five - year sampling cycles. Significantly increasing intensity of fertilization causing faster changes of soil properties required shortening of testing interval to three years. The last three - year interval was closed in 1992 and further the length of harvesting cycle was determined to six years, which corresponds to a length established in some neighbouring states. The extension of the cycle is also closely linked with the need for state finances saving.

By the year 1983 there were determined only basic soil properties - soil reaction, carbonates content, the liming need and content of available P, K and Mg. Within the period 1986 - 1991 the range of determination was extended by microelements - Cu, Zn, Mn, B and Mo. Existing risk of soil contamination by undesirable substances necessitated a disposable survey on heavy metal content. In soil samples taken within the period 1990 - 1992 Cd, Cr, Pb and Hg and locally also other elements such as Zn, Cu, and Ni were determined nationwide. This orientation survey was the basis for the establishment of the registry of contaminated areas. The determination of heavy metals also continued in the next period, but only in locations with proven excess or increased contents.

Since 1999 the agrochemical testing of agricultural soil has been carried according to the Act No. 156/1998 Coll. on Fertilisers, Supplementary Soil Substances, Supplemen-

tary Plant Preparations and Substrates and on Agrochemical Testing of Agricultural Land (Act on Fertilizers). The details, including chemical analyses and the criteria of results evaluation are listed in the Decree No. 275/1998 Coll. on Agrochemical Testing of Agricultural Soils and Identification of Soil Properties of Forest Lands.

The basic chemical analyses include the determination of exchangeable soil reaction, the determination of carbonate content and the determination of available nutrients. By the year 1989 the method of Egner was used for the determination of available phosphorus in soil; the method of Schachtschabela was used for the determination of potassium and magnesium. From 1990 there has been introduced a joint leach to determine the accessible P, K, Mg and Ca - the method of Mehlich II and since 1999 the method of Mehlich III. Within the determination of available nutrients content using Mehlich III the values of nutrients content in the soil increase due to better displacement of individual elements from the soil sorption complex. Regarding phosphorus it is about 20%, regarding potassium and magnesium it is about 3 - 4% in comparison to the previously used method of Mehlich II. This has to be taken into account in potential comparison of the results of the analyses carried out before 1999.

Basic soil properties are evaluated separately for arable land, permanent grassland, vineyards, intensive orchards and hop gardens. Original criteria for the evaluation of soil reaction were four-degrees - an acidic, weakly acidic, neutral and alkaline reaction. Since 1981 these criteria were extended to cover also subsequent categories - extremely acidic, strongly acidic and strongly alkaline. Up to 1975 criteria with categories - small, medium, and good content were used to evaluate the content of available nutrients. Then the extension of the categories very low and high followed. Since 1993 there has been a further extension as well as change of terminology to very low, low satisfactory, good, high and very high content. Within the last amendment in 1999 the category of very low was left out, so the current criteria include five categories of evaluation. The above described development of soil testing is presented in table.8.

Table 8: Development of agrochemical soil testing in the period from 1961 to 2010

Period	Cycle time	Controlled cultures	Analysed parameters	Evaluation of supply (content)
1961 - 1965	5	Agricultural land	pH, liming need P, K	L, LS, G
1966 - 1970	5	AL, TTP	pH, liming need, P, K, Mg 20%	L, LS, G
1971 - 1975	5	AL, PGL, vineyard, orchards, hop-field	pH, liming need, P, K, Mg 50%	L, LS, G
1976 - 1980	5	AL, PGL, vineyard, orchards, hop-field	pH, liming need, P, K, Mg 50%	VL, L, LS, G, H
1981 - 1983	3	AL, PGL, vineyard, orchards, hop-field	pH, liming need, P, K, Mg 50%	VL, L, LS, G, H
1984 - 1986	3	AL, PGL, vineyard, orchards, hop-field	pH, liming need, P, K, Mg 50%	VL, L, LS, G, H
1987 - 1989	3	AL, PGL, vineyard, orchards, hop-field	pH, liming need P, K, Mg 50% 1986 - 1991 lands >10 ha content SP - Cu, Zn, Mn, B, Mo	VL, L, LS, G, H
1990 - 1992	3	AL, PGL, vineyard, orchards, hop-field	pH, liming need P, K, Mg, Ca, TK - Cd, Pb, Cr, Hg, Cu, Zn, Ni, Be, Co Ø100 ha	VL, L, LS, G, H
1993 - 1998	6	AL, PGL, vineyard, orchards, hop-field	pH, liming need, P, K, Mg, Ca + KVK TK - thickening of contaminated land	VL, L, LS, G, H, VH
1999 - 2010	6	AL, PGL, vineyard, orchards, hop-field	pH, liming need P, K, Mg, Ca + KVK TK - thickening of contaminated land a monitoring within organic farmers	VL, L, LS, G, H, VH

The long-term field trials as an integral part of AZPP monitor, in different soil-climatic conditions, the effect of graded mineral fertilization, organic fertilization and liming in relation to the achieved production and soil properties. ÚKZÚZ already ensures these trials for forty years in order to evaluate the relationship between the intensity of fertilization, yields, nutrient content in soil and nutrient intake by plants. On the basis of these relationships they are being determined appropriate analytical methods which would determine quantitatively good an accessible component of soil phosphorus, potassium and magnesium for plants and also allow to evaluate the development of soil supply by these nutrients which are evaluated according to the criteria (see Sec. 2.3 3) in several years interval.

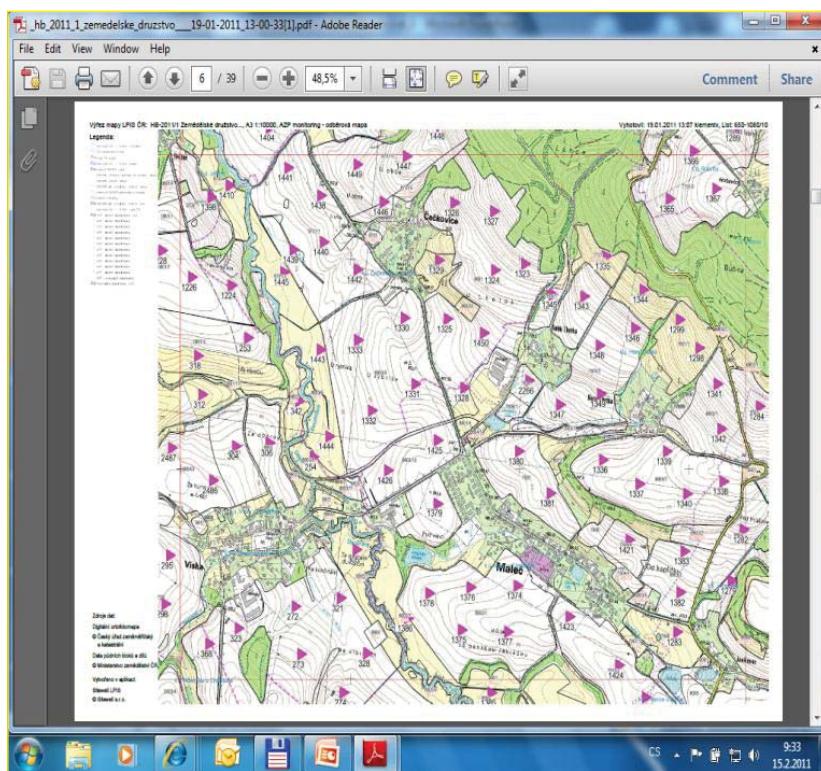
ÚKZÚZ already evaluated the exact field trials established to improve the evaluation of agrochemical soil testing in the years 1964 - 1967. Since 1972 there have been established long-term (stationary) accurate field trials based on learned information and addressing the issue of plant nutrition and fertilization in relation to the achieved production and soil characteristics.

The main objective of these experiments is to evaluate the relationship between the intensity of fertilization, yields, nutrient content of the soil and nutrient uptake by plants. Based on these relationships these experiments are focused on finding the most appropriate analytical methods to quantify the plants well suited to the accessible component of soil phosphorus, potassium and magnesium and also allowed in the multi - supply intervals to evaluate the development of land by these nutrients.

2.1 Metodika

Agrochemické zkoušení zemědělských půd provádí Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 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. ÚKZÚZ může k provádění odběru vzorku půd a jejich chemických rozborů udělit oprávnění osobám, které o to požádají. Oprávněné osoby provádějící odběry půdních vzorků, pokud odběry nezajišťuje ÚKZÚZ, obdrží od ústavu dokumentační materiál sestávající se z mapových podkladů a přehledu odebíraných vzorků k evidenci odběrových míst. Oprávněná osoba vzorky odebere, upraví (vysušená zemina se prosévá sítím s průměrem ok 2 mm) a po ukončení odběrů předá ÚKZÚZ.

Obrázek 9: Ukázka odběrové mapy



AZZP se provádí u všech druhů pozemků náležejících do zemědělského půdního fondu, samostatně na pozemcích každého zemědělského subjektu. U trvalých travních porostů se provádí jen na intenzivně využívaných pozemcích.

AZZP probíhá podle šestiletého plánu, který se každý rok upřesňuje. Plán je zpracován za katastrální území, při přípravě se vychází z výměry pozemku (bloku, dílu) orné půdy, trvalých travních porostů, vinic, chmelnic a ovocných sadů. Výměrou pozemku se rozumí výměra uvedená v Registru evidence půdy MZe.

Půdní vzorky se odebírají v jarním nebo podzimním období. Jarní odběr začíná v únoru a končí (podle stavu vegetace) nejpozději do konce května. Podzimní odběr začíná v červenci a končí v listopadu.

Průměrný vzorek se odebírá vždy z plochy jednotně obhospodařované. Menší lokality na pozemku s výrazně odlišnými půdními vlastnostmi se z odběru vylučují. Půdní vzorky se odebírají výhradně sondovací tyčí pro AZZP, přičemž jeden průměrný vzorek se skládá minimálně z 30 vpichů. Při odběru je nutno vyloučit přimíchání zeminy z podorníci.

2.2 Způsob odběru

- **konvenční:** při konvenčním způsobu odběru se plocha odběru vzorku prochází po úhlopříčce, jednotlivé vpichy se umisťují v pravidelných vzdálenostech,
- **mobilní – odběr s pomocí GPS:** při mobilním odběru půdních vzorků najede motorové vozidlo do středu vzorkované plochy lokalizované souřadnicovým systémem. Pracovníci provádějící odběr půdních vzorků obcházejí motorové vozidlo a umisťují jednotlivé vpichy tak, aby reprezentovaly vymezenou plochu kruhu. Velikost poloměru kruhu je úměrná velikosti vzorkované plochy a činí pro 3 ha 70 m, pro 5 ha 80 m, pro 7 ha 100 m, pro 10 ha 120 m.

Průměrná plocha na jeden vzorek a hloubka vpichu

- **orná půda:** průměrná plocha na 1 půdní vzorek činí v bramborářské a horské oblasti 7 ha, v řepařské a kukuřičné oblasti 10 ha. Hloubka vpichu odpovídá mocnosti orničního profilu (max. 30 cm),
- **trvalé travní porosty:** průměrná plocha na 1 půdní vzorek je shodná s ornou půdou. Vzorky se odebírají do hloubky 15 cm s tím, že se drnová vrstva odstraňuje,
- **chmelnice:** jeden průměrný vzorek se odebírá z plochy 3 ha. U samostatných, na sebe nenavazujících chmelnic se odebírá jeden vzorek z každé chmelnice bez ohledu na její výměru. Hloubka odběru činí 40 cm, přičemž se odstraňuje vrchní 10 cm vrstva zeminy. Vzorky se odebírají v řadách rostlin, a to uprostřed mezi jednotlivými rostlinami,
- **vinice:** průměrný vzorek se odebírá z plochy 2 ha, je třeba přihlížet k půdní vyrovnanosti a terénní členitosti. Vzorek má být odebrán z plochy vysázené jednou odrudou. U samostatných vinohradů, menších než jeden hektar, se odebírá průměrný vzorek bez ohledu na výměru. Vzorky se odebírají odděleně z profilu 0 - 30 a 30 - 60 cm v řadách rostlin a to uprostřed mezi jednotlivými rostlinami,
- **ovocné sady:** průměrná velikost plochy pro odběr jednoho půdního vzorku činí 3 ha, přičemž je nutno brát v úvahu vyrovnanost půdy a terénní členitost. Dílčí vzorky se odebírají v řadách stromů (keřů), a to uprostřed vzdálenosti mezi nimi. Hloubka odběru činí 30 cm.

Odběrové plochy jsou lokalizovány zeměpisnými souřadnicemi v systému S - JTSK. Geografické zaměření odběrových ploch umožňuje provádět odběry půdních vzorků opakovaně na stejných místech, porovnávat získané výsledky se srovnatelnými výsledky z minulých odběrových cyklů a hodnotit vývojové tendence sledovaných půdních parametrů. Pro přesné určení polohy odběrových ploch i pro orientaci v nepřehledném terénu jsou při odběru půdních vzorků využívány přístroje GPS.

Obrázek 10: Navigační systém používaný v ÚKZÚZ se skládá z PDA (zobrazení mapových podkladů) a přijímače GPS



2.3 Analytické metody

V odebrané a upravené zemině (usušená, prosetá jemnozem) se standardně stanovuje:

- pH (v 0,01 M roztoku CaCl_2),
- obsah uhličitánů - CaCO_3 , MgCO_3 v % (v roztoku HCl),
- obsah přístupného fosforu v mg/kg půdy,
- obsah přístupného draslíku v mg/kg půdy,
- obsah přístupného hořčíku v mg/kg půdy,
- obsah přístupného vápníku v mg/kg půdy.

Obsah výše uvedených přístupných živin (P, K, Mg, Ca) je stanovován prostřednictvím chemické metody MEHLICH III.

Stanovení pH

Mezi vyluhovacím roztokem a půdou se ustavuje rovnováha 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.

Stanovení obsahu uhličitánů

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

Stanovení obsahu přístupných živin podle Mehliche III

Půda se extrahuje kyselým roztokem, který obsahuje fluorid amonný pro zvýšení rozpustnosti různých forem fosforu vázaných na železo a hliník. V roztoku je přítomen i dusičnan amonný ovlivňující desorpci draslíku, hořčíku a vápníku. Kyselá reakce vyluhovacího roztoku je nastavena kyselinou octovou a kyselinou dusičnou. Vyluhovací roztok dobře modeluje přístupnost živin v půdě pro rostliny.

Tabulka 9: Složení extrakčního roztoku podle Mehliche III

M3	CH ₃ COOH 0.20	NH ₄ F 0.015	HNO ₃ 0.013	NH ₄ NO ₃ 0.25	EDTA 0.001
----	------------------------------	----------------------------	---------------------------	---	---------------

Koncentrace hořčíku a vápníku v extraktu se stanoví metodou atomové absorpční spektrofotometrie po odstranění rušivých vlivů přidavkem lanthanu. Koncentrace draslíku se stanoví metodou plamenové fotometrie a koncentrace fosforu se stanoví spektrofotometricky po reakci s molybdenanem v kyselém prostředí jako molybdenová modř. Stanovit hořčík, draslík a vápník lze i metodou optické emisní spektrometrie v indukčně vázaném plazmatu.

V půdních vzorcích ze **speciálních druhů pozemků** se v odůvodněných případech dále zjišťuje obsah **mědi, zinku, manganu, železa, bóru a molybdenu**, výběrově dle druhů pozemků.

V půdních vzorcích **s rizikem vstupu nežádoucích látek** do potravního řetězce sleduje ÚKZÚZ **rizikové prvky a rizikové látky**.

V případech, kdy hrozí nebezpečí **poškození půdní úrodnosti**, zahrnuje AZPP rovněž **mikrobiologické a fyzikální rozbory**.

2.4 Hodnocení výsledků analýz

Základní půdní vlastnosti jsou hodnoceny samostatně pro ornou půdu, trvalé travní porosty, vinice, sady a chmelnice. Současná kritéria pro hodnocení obsahu přístupných živin 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. Pro hodnocení výměnné půdní reakce se používá kategorií sedm - reakce extrémně kyselá, silně kyselá, kyselá, slabě kyselá, neutrální, alkalická a silně alkalická.

2.4.1 Hodnocení výměnné půdní reakce

Tabulka 10: 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

2.4.2 Potřeba vápnění

Změny reakce půdy (okyselování) jsou způsobeny především vyplavením zásaditých složek v oblastech s vyššími srážkami, jejich odčerpáním rostlinami, používáním fyziologicky kyselých hnojiv, kyselými spady z ovzduší ap. Úpravu půdní reakce na optimální hodnotu pH provádíme u půd vápněním. Pro stanovení dávky vápnění vycházíme z hodnoty výměnné půdní kyselosti (pH/KCl nebo pH/CaCl₂), zrnitostního složení půdy a mocností ornice. Roční normativy vápenatých hnojiv pro ornou půdu jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 11: Roční normativy dávek vápenatých hnojiv v tunách CaO . ha⁻¹ - orná půda

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

2.4.3 Hodnocení obsahu přístupných živin (P, K, Mg, Ca)

Zdrojem živin v půdě jsou matečné horniny, hnojiva, atmosféra, zbytky rostlin apod. Z celkového obsahu živin v půdě je ovšem pro rostliny aktuálně využitelný pouze velmi malý podíl (přibližně asi 5 %). Platí tedy stav, že fosforem, draslíkem, hořčíkem a vápníkem hnojíme půdu, ne rostliny. Rozborem jsou zjišťovány živiny v čisté formě (ne ve formě oxidů, které jsou udávány u minerálních hnojiv - např. P v P₂O₅, K v K₂O). Kategorie záso- benosti přístupnými živinami a kritéria hodnocení výsledků pro ornou půdu prezentuje tabulka 12.

Tabulka 12: Kategorie zásoby živin - orná půda

Obsah	FOSFOR (mg.kg ⁻¹)	DRASLÍK (mg.kg ⁻¹)			HOŘČÍK (mg.kg ⁻¹)			VÁPŇÍK (mg.kg ⁻¹)		
		půda			půda			půda		
		lehká	střední	těžká	lehká	střední	těžká	lehká	střední	těžká
Nízký	do 50	do 100	do 105	do 170	do 80	do 105	do 120	do 1000	do 1100	do 1700
Vyhovující	51 - 80	101 - 160	106 - 170	171 - 260	81 - 135	106 - 160	121 - 220	1001 - 1800	1101 - 2000	1701 - 3000
Dobrý	81 - 115	161 - 275	171 - 310	261 - 350	136 - 200	161 - 265	221 - 330	1801 - 2800	2001 - 3300	3001 - 4200
Vysoký	116 - 185	276 - 380	311 - 420	351 - 510	201 - 285	266 - 330	331 - 460	2801 - 3700	3301 - 5400	4201 - 6600
Velmi vysoký	nad 185	nad 380	nad 420	nad 510	nad 285	nad 330	nad 460	nad 3700	nad 5400	nad 6600

Tabulka 13: Kategorie obsahů živin v zemědělských půdách

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

2.4.4 Hodnocení poměru kationtů (K:Mg)

V půdě působí antagonistické vztahy mezi draslíkem a hořčíkem - při vysokém obsahu draslíku v půdě se výrazně snižuje příjem hořčíku rostlinami (tabulka 14).

Tabulka 14: Kritéria hodnocení poměru K: Mg v zemědělských půdách (hmotnostní poměr)

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

2.5 Využití výsledků AZZP

Vyhodnocení agrochemického zkoušení zemědělských půd provádí ÚKZÚZ a jeho výsledky předává k využití MZe ČR a dalším orgánům státní správy. Na žádost vlastníka zemědělské půdy nebo zemědělského podnikatele hospodařícího na zemědělské půdě předává ÚKZÚZ výsledky týkající se jím obhospodařované půdy též tomuto vlastníku zemědělské půdy nebo zemědělskému podnikateli; předání výsledků podléhá správnému poplatku podle zvláštního předpisu.

Výsledky AZPP jsou **zemědělským podnikatelům/vlastníkům předávány formou hodnotících zpráv**, kde kromě přímo zjištěných hodnot analýz půdních vzorků jsou na jejich základě dále stanoveny:

- podle hodnoty pH - průměrné roční dávky vápnění v tunách CaO/ha
- podle obsahu uhlíkatů a obsahu přístupných živin je provedeno rozřazení pozemků do kategorií zásobenosti a na základě této kategorizace je doporučen hnojařský zásah,
- podle zjištěných hmotnostních obsahů živin se dále vypočítává poměr K: Mg, aktuální kationtová výměnná (sorpční) kapacita a procentické zastoupení kationtů (K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) v půdním sorpčním komplexu.

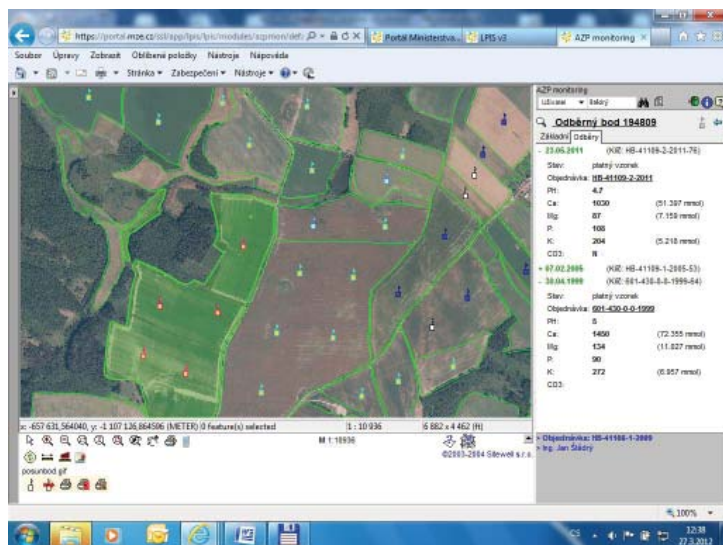
Od roku 2006 je organizace AZPP (včetně hodnocení výsledků) zajišťována prostřednictvím **Registru půdy Ministerstva zemědělství** (LPIS). Systém „LPIS“ (z anglického Land Parcel Identification System) vznikl na základě zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství. Projekt LPIS představuje novou filozofii využití geografického informačního systému (GIS) pro evidenci využití zemědělské půdy. Účelem je bezproblémové zvládnutí administrace a kontroly žádostí o zemědělské dotace. Během vývoje LPIS se však našla široká škála dalšího uplatnění, přičemž za zmínku stojí zejména jeho využití jako podkladu pro vedení zákonných evidencí o použití hnojiv, pastvy, přípravků na ochranu rostlin, dále je LPIS využíván jako podklad pro stanovení omezení hospodaření z titulu nitrátové směrnice, erozního ohrožení půd apod.

Výsledky AZPP LPIS jsou pro zemědělce k dispozici na portálu eAGRI **www.e-agri.cz** v modulu PORTÁL FARMÁŘE. Data jsou publikována formou grafických i textových informací, z důvodů přehlednosti jsou rozdělena do tří bloků.

2.5.1 Grafické zobrazení odběrové plochy, přehled odběrů a výsledky analýz

Odběrové plochy jsou v mapě zobrazeny prostřednictvím bodů, rok odběru je barevně odlišen. Kliknutím na bod se zobrazí panel se všemi v minulosti provedenými odběry, kliknutím na odběr se otevře formulář výsledků analýz.

Obrázek 11: Detail odběrového bodu



2.5.2 Hodnotící zpráva AZZP

Zpráva je generována ve stejném rozsahu jako hodnotící zpráva ÚKZÚZ s tím rozdílem, že obsahuje vždy poslední platné výsledky AZZP k aktuálně platným půdním blokům zemědělce. Tisk zprávy a odběrové mapy je umožněn ve formátu PDF.

Obrázek 12: Ukázka zprávy o výsledcích AZZP pro zemědělské subjekty a vlastníky pozemků

Zpráva o výsledcích AZZP

zemědělský podnik:	41344	ŠRÁMEK VÁCLAV, Ing.
Adresa:		58001, Havlíkův Brod, Želivského, 984
IČ:		46442472
stav k:		29.2.2012 12:02:58

Agrochemické vlastnosti pozemků

kultura:	orná půda	kod pozemku:	0502/2	výměra:	7,03 ha	počet vzorků:	1		
číslo vzorku	Rok	Druh půdy	hodnota pH (v CaCl ₂)	potřeba vápnění [CaO t.ha ⁻¹ rok ⁻¹]	kategorie CO ₂	P	K	Mg	Ca
						[mg.kg ⁻¹ půdy]			
9	2009	S	5,0	1,00	N	186	224	90	1060
hodnocení			SlK	7,03	-	VV	D	N	N

kultura:	orná půda	kod pozemku:	0504	výměra:	4,59 ha	počet vzorků:	1		
číslo vzorku	Rok	Druh půdy	hodnota pH (v CaCl ₂)	potřeba vápnění [CaO t.ha ⁻¹ rok ⁻¹]	kategorie CO ₂	P	K	Mg	Ca
						[mg.kg ⁻¹ půdy]			
14	2009	S	5,7	0,40	N	377	397	151	1400
hodnocení			SlK	1,84	-	VV	V	VH	VH

kultura:	orná půda	kod pozemku:	9402/20	výměra:	13,77 ha	počet vzorků:	2		
číslo vzorku	Rok	Druh půdy	hodnota pH (v CaCl ₂)	potřeba vápnění [CaO t.ha ⁻¹ rok ⁻¹]	kategorie CO ₂	P	K	Mg	Ca
						[mg.kg ⁻¹ půdy]			
4	2009	S	5,3	0,70	N	169	299	95	1370
3	2009	S	6,6		N	163	257	121	2190
aritm. průměr			6,0	0,70	N	166	278	108	1780
hodnocení			SlK	9,64	-	V	D	VH	VH
variační koeficient			15	-	-	3	11	17	33
vyrovnanost			silně nevyr.	-	-	vyr.	vyr.	vyr.	nevyr.

kultura:	orná půda	kod pozemku:	9402/8	výměra:	14,19 ha	počet vzorků:	2		
číslo vzorku	Rok	Druh půdy	hodnota pH (v CaCl ₂)	potřeba vápnění [CaO t.ha ⁻¹ rok ⁻¹]	kategorie CO ₂	P	K	Mg	Ca
						[mg.kg ⁻¹ půdy]			
6	2009	S	5,5	0,70	N	221	229	122	1440
5	2009	S	5,9	0,40	N	118	256	118	1830
aritm. průměr			5,7	0,55	N	170	243	120	1635
hodnocení			SlK	7,80	-	V	D	VH	VH
variační koeficient			5	-	-	43	8	2	17
vyrovnanost			vyr.	-	-	nevyr.	vyr.	vyr.	vyr.

kultura:	orná půda	kod pozemku:	9502	výměra:	3,73 ha	počet vzorků:	1		
číslo vzorku	Rok	Druh půdy	hodnota pH (v CaCl ₂)	potřeba vápnění [CaO t.ha ⁻¹ rok ⁻¹]	kategorie CO ₂	P	K	Mg	Ca
						[mg.kg ⁻¹ půdy]			
7	2009	S	5,5	0,70	N	189	352	102	1410
hodnocení			K	2,61	-	VV	V	N	VH

kultura:	travní porost	kod pozemku:	0502/6	výměra:	4,44 ha	počet vzorků:	1		
číslo vzorku	Rok	Druh půdy	hodnota pH (v CaCl ₂)	potřeba vápnění [CaO t.ha ⁻¹ rok ⁻¹]	kategorie CO ₂	P	K	Mg	Ca
						[mg.kg ⁻¹ půdy]			
11	2009	S	5,3	0,25	N	19	115	172	1860
hodnocení			K	1,11	-	N	VH	V	VH

Vážené průměry

kultura	výměra v ha	vápnění celkem [CaO t.rok ⁻¹]	pH	P	K	Mg	Ca
						[mg.kg ⁻¹ půdy]	
orná půda	43,31	28,92	5,7	195	277	113	1543
chmelnice							
vinice							
ovocný sad							
travní porost	4,44	1,11	5,3	19	115	172	1860
zemědělská půda	47,75	30,03	5,6	179	262	119	1573

Stránka 1 z 12

2.5.3 Kartogramy kritérií zásobenosti

Nad půdními bloky zemědělce jsou generovány jednoduché mapy s grafickým vyjádřením zásoby živin P, K, Mg a Ca. Mapy zobrazují (v barevné škále) úroveň zásobenosti půd podle kritérií hodnocení. Hodnocení zahrnuje odběrové plochy a vážené průměry celých pozemků. Legenda kritérií zásoby je součástí rolety vrstev umístěné vlevo.

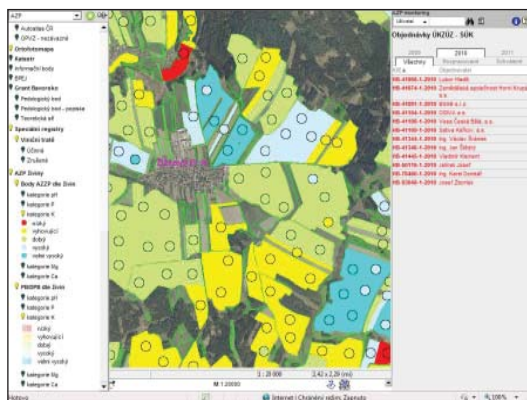
Obrázek 13: Půdní reakce



Obrázek 14: Fosfor



Obrázek 15: Draslík



Obrázek 16: Hořčík



2.5.4 Plány racionálního hnojení na základě údajů z AZPP

Kvalitativně novou informací pro zemědělské subjekty je vytváření expertních výpočtů nad daty v LPIS. Dokončena je první aplikace nazývaná „Racionální hnojení“. Aplikace pro výpočet použití hnojiv na daném pozemku (v závislosti na obsahu prvků P a K v půdě a požadavcích plodiny) byla vytvořena ve spolupráci s Výzkumným ústavem zemědělské techniky Praha. V návrhu hnojení je posuzován rok a dávka posledního hnojení hnojem a parametry daných hnojiv (z pohledu obsahu P a K a ceny hnojiv). Na základě těchto vstupních údajů je automaticky vytvořen návrh hnojení. Aplikace nabízí vždy několik návrhů racionálního hnojení pro různé typy hnojiv. U každého návrhu je uveden seznam použitých hnojiv, obsahy a dávky P a K, ceny za jednotlivá hnojiva a celková cena pro daný návrh hnojení. Ve spodní části okna je tabulka bilance vybraného návrhu. Zobrazuje požadavky plodiny (P, K) a výsledné dávky (v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) pro daný návrh hnojení. Vybraný návrh lze vytisknout ve formátu PDF.

Návrh racionálního hnojení P a K dle výsledků AZZP

Plodina: Cukrovka

Produkt: bulvy

Výnos: 40 t

Export do PDF

Zavřít okno

Návrh č.1

Návrh č.2

Návrh č.3

Název hnojiva	P [%]	K [%]	Cena [kč/t]	Dáv. [kg/ha]	Dáv. P [kg/ha]	Dáv. K [kg/ha]	Cena [kč/ha]
Trojité superfosfát	45	0	5600	97.8	44	0	548
Draselná sůl (Chlorid draselný)	0	60	12000	340	0	204	4080
Celkem:					44	204	4628

Bilance návrhu

Typ	Požadavek plodiny [kg/ha]	Dávka [kg/ha]	Bilance [kg/ha]
P	44	44	0
K	204	204	0

Cena [kč/t]	Dáv. [kg/ha]	Dáv. P [kg/ha]	Dáv. K [kg/ha]	Cena [kč/ha]
56	97.8	44	0	548
120	340	0	204	4080
				4628

Radit vzestupně

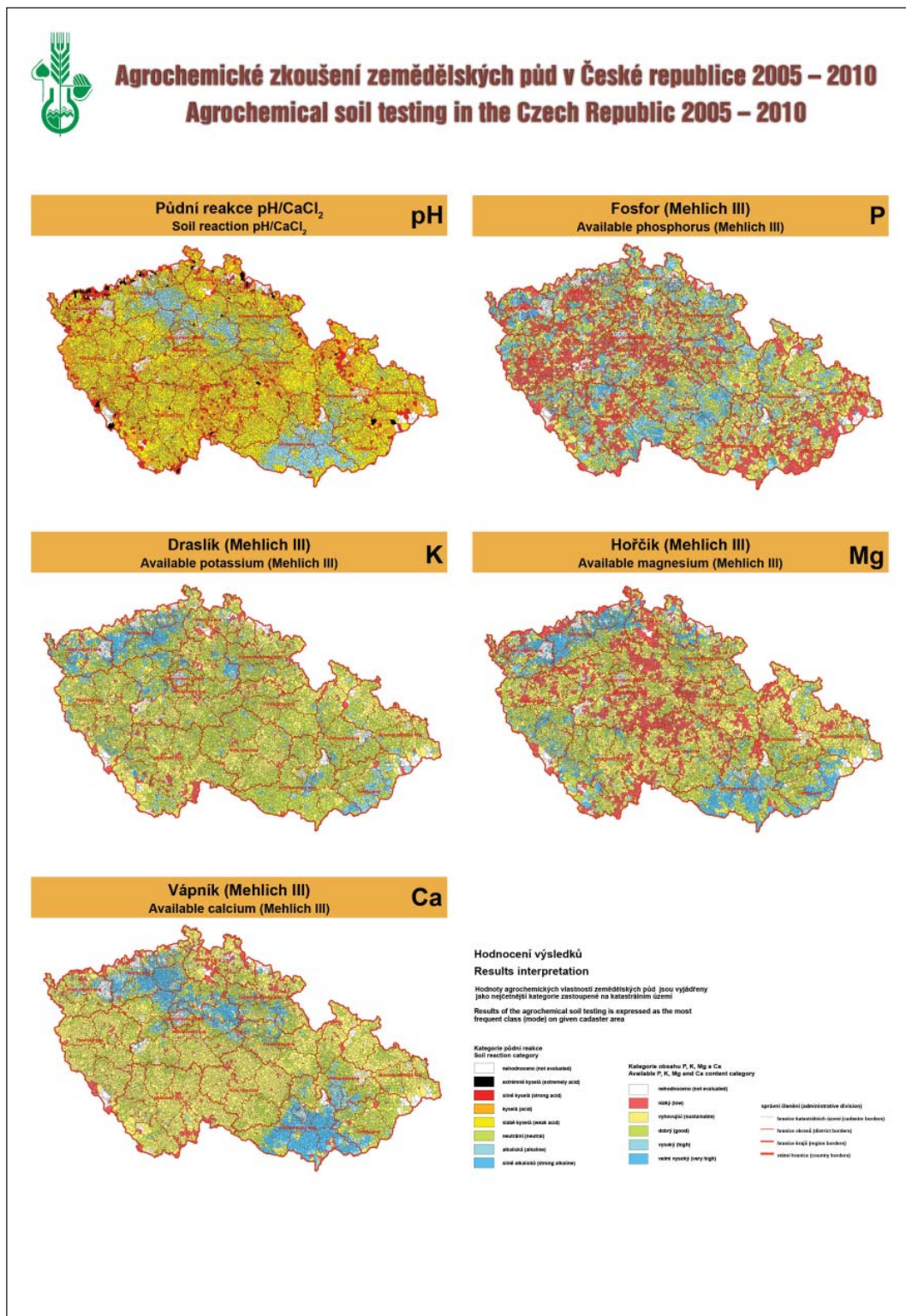
Radit sestupně

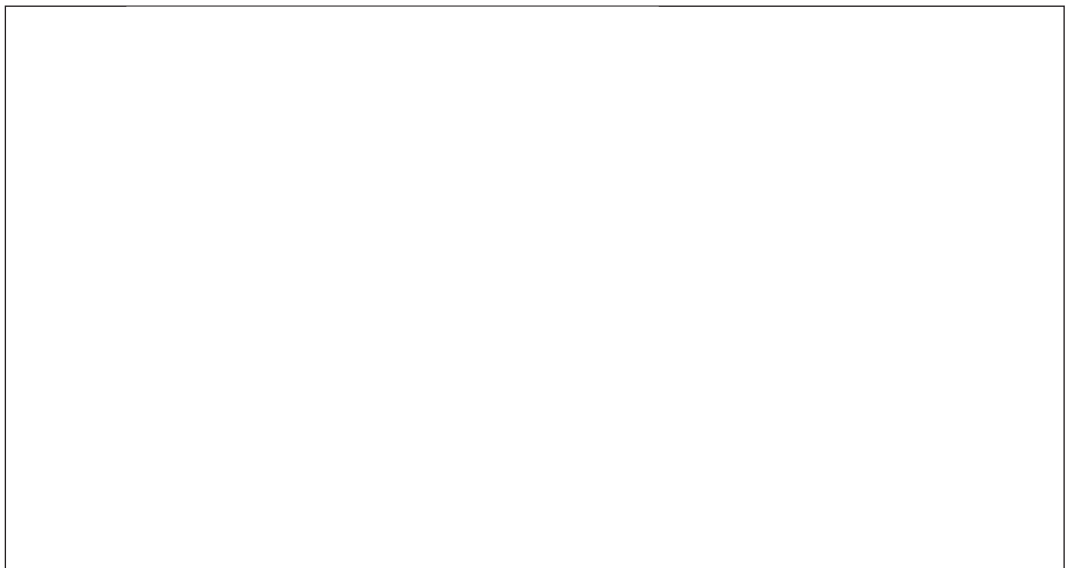
Sloupce

☐ Id
☒ Název hnojiva
☒ P
☒ K
☒ Cena [kč/t]
☒ Dáv. [kg/ha]
☒ Dáv. P [kg/ha]
☒ Dáv. K [kg/ha]
☒ Cena [kč/ha]

Agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice

Obrázek 18: Příklad kartogramů zásoby živin (úrovně pH) podle územně správních celků





Celková spotřeba minerálních hnojiv v českém zemědělství v roce 2010 činila 94 kg čistých živin na hektar zemědělské půdy, což je asi 40 % úrovně roku 1989. Z uváděného množství však naprostou většinu tvořil dusík (77 kg). Spotřeba fosforečných a draselných hnojiv (4 kg fosforu a přibližně 7 kg draslíku) je při tomto srovnání pouze 15 %.

V mezinárodním srovnání je využívání průmyslových hnojiv v České republice mírně podprůměrné. Ve srovnání se zeměmi EU stojí za povšimnutí hlavně nižší podíl fosforečných hnojiv na celkové spotřebě hnojiv.

3.1 Půdní reakce

Do poloviny 70. let nepokrývala spotřeba vápenatých hnojiv potřebu vápnění odvozenou z půdních rozborů. Podíl kyselých zemědělských půd vzrostl v tomto období na téměř 37 % výměry republiky. V následujícím období, charakteristickém intenzivním vápněním pozemků (330 kg CaO. ha⁻¹ v roce 1989), je naopak patrný výrazný pokles podílu kyselých půd až na hodnotu 13 %. Ani prudké snížení spotřeby vápenatých hnojiv po roce 1989 se zpočátku neprojevilo na půdní reakci negativně. Tuto příznivou stagnaci možno spatřovat v pomalém uvolňování vápníku z dříve aplikovaných, často i hruběji mletých vápenatých hnojiv. Rovněž nižší působení okyselujících faktorů, nízká intenzita hnojení a nižší podíl kyselých spadů, byl pro vývoj půdní reakce pozitivní. Výsledky odběrových cyklů od roku 1993 však již zřetelně ukazují tendenci poklesu půdní reakce a to, s výjimkou vinic, u všech sledovaných druhů pozemků. Výsledky uvedené v tabulce 15 „Porovnání půdních vlastností AZPP od roku 1990 do roku 2010“ ukazují pokles půdní reakce u orné půdy a ovocných sadů o 0,2 stupně, u půd trvalých travních porostů o 0,4 stupně a u chmelnic dokonce 0,5 stupňů pH. Příčinou je již výše uvedené snižování spotřeby vápenatých hmot, jejichž množství používané v zemědělství k vápnění kleslo zhruba na 9 % stavu používaného před rokem 1990 (graf 2).

Tabulka 15: Porovnání vývoje půdních vlastností AZPP v ČR od roku 1990 do roku 2010

Kultura	Cyklus zkoušení	Výměra (ha)	pH	P	K	Mg	Ca	K:Mg
		mg.kg ⁻¹						
orná půda	A: 1990 - 1992	2 727 315	6,4	108	279	178	3216	1,57
	B: 1993 - 1998	2 235 838	6,4	101	253	186	3238	1,36
	C: 1999 - 2004	2 535 519	6,3	95	225	184	3031	1,22
	D: 2005 - 2010	2 696 398	6,2	90	239	185	2999	1,29
	rozdíl D - A	- 30 917	- 0,2	- 18	- 40	7	- 217	- 0,28
chmelnice	A: 1990 - 1992	7 699	7	230	569	253	4300	2,25
	B: 1993 - 1998	6 343	6,9	229	573	274	4354	2,09
	C: 1999 - 2 004	6 887	6,9	251	471	279	3981	1,69
	D: 2005 - 2010	5 210	6,5	282	500	301	3721	1,66
	rozdíl D - A	- 2 489	- 0,5	52	- 69	48	- 579	- 0,59
vinice	A: 1990 - 1992	10 157	7,3	129	414	357	7794	1,16
	B: 1993 - 1998	6 861	7,3	111	360	349	8029	1,03
	C: 1999 - 2004	8 318	7,3	102	323	349	8673	0,93
	D: 2005 - 2010	10 487	7,3	97	303	356	9387	0,85
	rozdíl D - A	330	0	- 32	- 111	- 1	1593	- 0,31
ovocné sady	A: 1990 - 1992	21 417	6,7	143	428	266	4621	1,61
	B: 1993 - 1998	14 021	6,8	126	390	287	4803	1,36
	C: 1999 - 2004	14 506	6,7	124	353	274	4528	1,29
	D: 2005 - 2010	17 146	6,5	115	352	259	4219	1,36
	rozdíl D - A	- 4 271	- 0,2	- 28	- 76	- 7	- 402	- 0,25
louky a pastviny	A: 1990 - 1992	348 529	6	77	213	213	2874	1
	B: 1993 - 1998	162 435	5,9	76	190	223	2817	0,85
	C: 1999 - 2004	490 808	5,7	77	209	212	2311	0,99
	D: 2005 - 2010	789 440	5,6	78	231	198	2146	1,17
	rozdíl D - A	440 911	- 0,4	1	18	- 15	- 728	0,17

The soil reaction changes in agricultural soils and liming materials consumption

**The schanges of available phosphorus content in agricultural soils and phosphorus
fertilisers consumption**

Průměrná zásoba přístupného fosforu v **zemědělské půdě** ČR činí podle výsledků posledního ukončeného cyklu zkoušení (2005 - 2010) 88 mg.kg⁻¹. Zemědělská půda s nízkou zásobou fosforu, která potřebuje intenzivní hnojení, představuje více než 23 % výměry ČR. Vyhovující zásoba, která také potřebuje mírné dosycení touto živinou, zahrnuje dalších 28 % výměry. Hnojit by tedy potřebovala asi polovina výměry ČR, což představuje více než 1 700 000 ha zemědělské půdy. Vysoká a velmi vysoká zásoba přístupného fosforu byla zjištěna na 25 % výměry ČR.

Průměrný obsah přístupného fosforu v **orné půdě** ČR je 90 mg.kg⁻¹. Podíl orných půd s nízkým obsahem fosforu tvoří téměř 25 %, naopak vysoký a velmi vysoký obsah je zastoupen na 24 % výměry. V regionech byl zjištěn největší podíl ploch s nízkým obsahem fosforu v kraji Karlovarském (40 %) a Plzeňském (39 %). Naopak největší podíl půd s vysokým a velmi vysokým obsahem má kraj Liberecký (39 %) a kraj Vysočina (35 %).

Průměrná hodnota přístupného fosforu v **půdách trvalých travních porostů** je 78 mg.kg⁻¹. Nízký obsah fosforu byl zjištěn na 18 % výměry ČR. Největší podíl ploch s nízkým obsahem fosforu existuje v kraji Zlínském (30 %), Jihomoravském (24 %) a Pardubickém (21 %).

Průměrné hodnoty obsahu fosforu v **půdách speciálních druhů pozemků** jsou výrazně vyšší než v orné půdě. Chmelnice vykazují průměrnou zásobu přístupného fosforu 282 mg.kg⁻¹, ovocné sady 115 mg.kg⁻¹ a vinice 97 mg.kg⁻¹. Nízký obsah fosforu se pohybuje v intervalu od 9 % (chmelnice) do 21 % (vinice).

3.3 Obsah přístupného draslíku (K)

Hnojení draselnými hnojivy poměrně rychle rostlo až do roku 1980, kdy bylo dosaženo spotřeby 87 kg K₂O.ha⁻¹ zemědělské půdy. Aplikace vysokých dávek draslíku se projevila ve snížení podílu špatně zásobených půd. Naopak nárůst vysokého obsahu draslíku v půdě signalizoval v mnoha případech přehnožování, nevhodný poměr K : Mg a byl důvodem ke stagnaci a postupnému snižování dávek draselných hnojiv. Podíl špatně zásobených půd však dále klesal až na 9 % výměry v roce 1992. Propad spotřeby draselných hnojiv se naplno projevil až v cyklech zkoušení po roce 1993. V absolutních hodnotách došlo v tomto období v orné půdě k poklesu obsahu přístupného draslíku o 40 mg.kg⁻¹. Velmi výrazné zhoršení stavu v zásobenosti draslíkem vykázaly i půdy speciálních druhů pozemků. Ve chmelnicích byl zaznamenán pokles o 69 mg, v půdách ovocných sadů o 76 mg a u vinic o 111 mg draslíku. U půd trvalých travních porostů byly změny nejméně výrazné a lze zde prakticky hovořit o stagnaci stavu (viz. tabulka 15 „Porovnání půdních vlastností AZPP od roku 1990 do roku 2010“).

Podle výsledků posledního cyklu zkoušení obsah přístupného draslíku (graf 4) v půdách ČR opět mírně stoupá a také srovnání podle kritérií hodnocení vykazuje pozitivní trend.

**The schanges of available potassium content in agricultural soils and potassium
fertilisers consumption**

The schanges of available magnesium content in agricultural soils

U **speciálních druhů pozemků** jsou průměrné hodnoty přístupného hořčíku vyšší než u ostatních druhů pozemků (vinice 356 mg.kg⁻¹, chmelnice 301 mg.kg⁻¹ a ovocné sady 259 mg.kg⁻¹). Nízký obsah hořčíku vykazují jen 2 % vinic, 7 % ovocných sadů a 8 % chmelnic.

3.5 Obsah přístupného vápníku (Ca)

Plošné sledování obsahu přístupného vápníku v půdách ČR je prováděno až od roku 1990. Předmětem hodnocení je tedy období, kdy v českém zemědělství dochází k drastickému snížení spotřeby vápenatých hmot. Podle statistických šetření bylo v roce 2010 aplikováno na zemědělskou půdu celkem 234 000 tun vápenatých hmot, to odpovídá zhruba 9 % množství používaného před rokem 1990. Vývoj obsahu vápníku v půdě vykazuje po celou dobu sledování mírně se zhoršující tendenci, která úzce koreluje s hodnotou pH. Vzhledem k množství přístupného vápníku v půdě, které se měří v tisících miligramů.kg⁻¹ půdy, lze hovořit pouze o mírném snižování (cca 5 - 10 %) obsahu vápníku v půdách, i když oproti předcházejícím hodnocením se v posledních letech proces úbytku stále prohlubuje. Tendence okyselování půd je patrná i z kategorizace podle kritérií hodnocení. Kromě vinic, existují u všech ostatních druhů pozemků, především u orné půdy a TTP, přesuny výměr z kategorií velmi vysokého, vysokého (ale někdy i dobrého obsahu) do obsahu vyhovujícího a nízkého.

Průměrný obsah přístupného vápníku v **zemědělské půdě** ČR činí podle výsledků posledního dokončeného cyklu zkoušení (2005 - 2010) 2 834 mg.kg⁻¹. Plošně je však jeho obsah velmi variabilní. Mezi jednotlivými kraji existují výrazné difference na úrovni téměř trojnásobku minima (na jedné straně kraj Jihočeský 1 765 mg.kg⁻¹ a na straně druhé kraj Ústecký 5 267 mg.kg⁻¹). Výše uvedená různorodost výsledků je patrná i při klasifikaci podle kritérií zásobenosti.

Průměrný obsah přístupného vápníku v **orných půdách** ČR činí 2 999 mg.kg⁻¹. Podíl půd s nízkým obsahem vápníku přesahuje 7 %, vysoký a velmi vysoký obsah představuje 25 % výměry. Z regionů má největší podíl ploch s nízkou zásobou kraj Karlovarský (17 %) a kraj Liberecký (15 %), naopak Ústecký kraj vykazuje téměř 70 % ploch s vysokou a velmi vysokou zásobou přístupného vápníku.

Průměrný obsah přístupného vápníku v **půdách trvalých travních porostů** (2 146 mg.kg⁻¹) je nižší než u orné půdy. Podíl ploch s nízkou zásobou je u trvalých travních porostů téměř dvojnásobný a činí přes 13 % výměry.

U speciálních druhů pozemků jsou průměrné hodnoty přístupného vápníku výrazně vyšší než u orné půdy a trvalých travních porostů. Vinice, které jsou převážně situovány na vápenitých půdách Jihomoravského kraje, vykazují 9 387 mg.kg⁻¹ vápníku, následují ovocné sady (4 219 mg.kg⁻¹) a chmelnice (3 721 mg.kg⁻¹).

3.6 Hmotnostní poměr draslíku : hořčíku

Hmotnostní poměr draslíku k hořčíku se mírně snižuje. Průměrné údaje klesají pod hodnotu 1,6 a tím přecházejí z poměru nevyhovujícího a vyhovujícího do poměru dobrého. Při tomto poměru nelze sice očekávat problémy s výživou hořčíkem, ale poměry výrazně nižší než 1,0 svědčí o nedostatku draslíku a větší potřebě hnojení touto živinou.

4. ZÁVĚR

Významným indikátorem péče o půdu je pravidelná, státem garantovaná kontrola v systému agrochemického zkoušení zemědělských půd. Pravidelně aktualizované výsledky AZZP umožňují účelnou regulaci chemizmu půd, optimalizaci stanovištních podmínek rostlin vápněním a racionálním hnojením půdy a pěstovaných rostlin. Výsledky AZZP poskytované zemědělcům i vlastníkům půdy o jejich pozemcích se využívají jako podklad pro regulaci výživářských vstupů do půdy (plány hnojení) a v neposlední řadě i při tržních a nájemních vztazích s půdou. Sumární statistické přehledy zase mají své místo v regionální, či celostátní agrární politice. Účelné třídění výsledků do statistických souborů (ČR, kraje, okresy) dává obraz o stavu prvků půdní úrodnosti, tedy o stavu půdní reakce a živinovém režimu P, K, Mg a Ca, které jasně indikují současný potenciál půd anebo potřebu dalších výživářských vstupů pro udržení potravinové bezpečnosti země.

Z výše uvedeného dlouhodobého vývoje sledovaných půdních vlastností je patrný trend nárůstu silně kyselých a kyselých půd, jako následek stále trvajícího silného snížení spotřeby vápenatých hnojiv. Obdobně výrazné snížení spotřeby fosforečných hnojiv se projevuje postupným nárůstem ploch s nízkým obsahem přístupného fosforu. U draslíku je obecně patrná stagnace zásobenosti půd touto živinou, i když dlouhodobé snížení spotřeby draselných hnojiv je podobné jako u fosforu. Pravděpodobně dochází k uvolňování draslíku v půdě z méně přístupných forem. Poměr draslíku k hořčíku se mírně zlepšuje. Vývoj obsahu vápníku v půdě vykazuje po celou dobu sledování mírně se zhoršující tendenci, která úzce koreluje s hodnotou pH.

Agrární politika ČR si klade za cíl dosáhnout celospolečensky efektivního využívání půdního potenciálu krajiny v souladu s environmentálními zásadami hospodaření s půdou. Pro rozlišení plošně diferencovaného výrobního potenciálu zemědělské krajiny jsou potřebné jak výsledky AZZP, tak i výsledky navazujících „ekologických“ monitoringů, které poskytují obraz o podmínkách výroby a o ekologické stabilitě jednotlivých areálů krajiny. Také hydrosféra může být významně ovlivňována způsobem nakládání s hnojivy, potažmo jejich aplikací na půdu. Výsledky AZZP pak indikují možné ohrožení vod fosforem, nepřímo i dusíkem.

Zabezpečení pěstovaných rostlin optimálním množstvím živin není možné bez účelného použití minerálních hnojiv. Při jejich aplikaci je třeba ovšem dbát na to, aby se nestala zdrojem ohrožení životního prostředí a potravního řetězce. Zkušenosti s používáním minerálních hnojiv ukazují, že jednotlivé případy jejich záporného vlivu na okolní prostředí souvisí především s chybami v jejich použití. Hlavními kritérii hodnocení minerálních hnojiv musí být nejen agrochemická účinnost hnojiva a ekonomika hnojení, ale i hlediska ekologická a zdravotní.

V nadcházejícím období se ve výrobě a užití minerálních hnojiv očekávají následující tendence:

- poměr živin se bude dále vyvíjet ve prospěch dusíku na úkor draslíku a fosforu,
- rozvoj výroby a užití kapalných forem minerálních hnojiv s pozvolným uvolňováním (hlavně dusíku), případně vhodných biologických aktivních látek obdobného účinku k řešení ochrany vod a kvality produkce,
- zlepšování vlastností minerálních hnojiv, minimalizace vnosu cizorodých látek hnojivy do půdy, užití mikroelementů ve výživě rostlin.

5. LITERATURA

1. BUDŇÁKOVÁ, M.: Průměrná spotřeba minerálních hnojiv v ČR. (údaje MZe ČR), 2011.
2. ČERMÁK, P. – NĚMEC, P.: Kartogramy základních agrochemických vlastností zemědělských půd ČR. ÚKZÚZ, Brno, 2011. 14 s. ISBN 978-80-7401-054-5
3. LPIS (online). 2012 dostupné z <http://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/>
4. KLEMENT, V. – SUŠIL, A.: Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd za období 2005 - 2010. ÚKZÚZ, Brno, 2011
5. VANĚK, V. - BALÍK, J. - NĚMEČEK, R. - PAVLÍKOVÁ, D. - TLUSTOŠ, P. (1998): Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny. Farmář-Zemědělské listy, Praha, 124 s. ISBN 80-902413-7-9
6. RICHTER, R. - HLUŠEK, J. (1994): Výživa a hnojení rostlin (I. obecná část). VŠZ v Brně, 177 s. ISBN 80-7157-138-5
7. Vývoj systému agrochemického zkoušení zemědělských půd (online) dostupné z <http://www.ukzuz.cz/Articles/8922-2-Agrochemicke+zkouseni.aspx> Hnojení (online) dostupné: http://www.agrokrom.cz/texty/HNOJENI/SEZNAM_HNOJENI.pdf
8. ZBÍRAL, J., A KOL. : Jednotné pracovní postupy, Analýza půd I., vyd. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní referenční laboratoř, 2010, Brno, 290 s. ISBN 978-80-7401-031-6

6. TABULKOVÉ PŘÍLOHY

6.1 Výsledky AZZP Česká republika za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	2 696 398	6,2	90	239	185	2 999	1,29
chmelnice	5 210	6,5	282	500	301	3 721	1,66
vinice	10 487	7,3	97	303	356	9 387	0,85
ovocné sady	17 146	6,5	115	352	259	4 219	1,36
travní porosty	789 440	5,6	78	231	198	2 146	1,17
zemědělská půda	3 518 839	6,0	88	238	189	2 834	1,26

Česká republika - základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	SiLK	N	A	SiA
orná půda	0,65	5,75	17,84	43,99	18,13	13,56	0,09
chmelnice	1,13	3,28	7,70	34,40	33,35	20,14	-
vinice	-	0,44	1,58	11,83	16,74	61,98	7,35
ovocné sady	1,00	4,29	10,63	35,82	23,04	24,49	0,71
travní porosty	3,30	16,55	34,67	38,55	5,94	0,97	0,01
zemědělská půda	1,24	8,15	21,51	42,62	15,44	10,94	0,09
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	24,94	28,70	22,70	17,42	6,22		
chmelnice	8,84	19,22	31,73	26,54	13,64		
vinice	21,06	41,75	28,18	6,82	2,11		
ovocné sady	14,39	33,71	37,21	11,20	3,49		
travní porosty	17,91	23,50	28,17	19,61	10,77		
zemědělská půda	23,28	27,58	24,03	17,87	7,23		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	7,68	28,74	44,24	11,85	7,49		
chmelnice	5,37	24,52	32,08	19,67	18,36		
vinice	4,48	35,29	41,17	14,79	4,18		
ovocné sady	4,68	32,39	34,95	15,77	12,21		
travní porosty	9,49	34,11	26,76	18,11	11,52		
zemědělská půda	8,06	29,97	40,24	13,30	8,43		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	18,57	34,22	31,21	8,77	7,23		
chmelnice	8,04	31,27	36,50	17,23	6,97		
vinice	2,13	19,92	37,07	24,53	16,26		
ovocné sady	7,44	45,34	32,18	7,92	7,11		
travní porosty	11,69	21,43	22,62	22,13	22,13		
zemědělská půda	16,91	31,36	29,31	11,82	10,60		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	7,21	40,01	27,71	12,78	12,28		
chmelnice	1,35	11,70	40,34	31,24	15,37		
vinice	1,06	5,34	9,74	14,97	68,80		
ovocné sady	5,15	27,18	26,22	16,70	24,75		
travní porosty	13,39	47,34	27,35	8,47	3,45		
zemědělská půda	8,56	41,45	27,59	11,87	10,53		

6.2 Výsledky AZZP Středočeský kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	458 718	6,4	87	253	144	3 438	1,76
chmelnice	1 567	6,5	260	462	269	3 364	1,72
vinice	85	7,0	122	278	108	4 955	2,57
ovocné sady	3 224	6,6	111	299	192	3 932	1,56
travní porosty	33 479	5,7	79	209	163	2 337	1,28
zemědělská půda	497 105	6,4	88	251	146	3 367	1,72

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	Slak	N	A	SiA
orná půda	0,44	3,83	12,71	37,71	25,71	19,58	0,02
chmelnice	0,48	4,29	9,36	35,36	34,95	15,56	-
vinice	-	-	3,39	17,24	20,88	58,50	-
ovocné sady	1,31	3,47	7,92	27,88	32,04	27,38	-
travní porosty	2,20	13,96	29,46	40,72	10,40	3,26	-
zemědělská půda	0,57	4,51	13,79	37,84	24,75	18,52	0,02
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	28,33	29,20	21,01	15,29	6,14		
chmelnice	8,83	24,68	37,88	20,16	8,45		
vinice	12,17	18,78	59,20	6,07	3,78		
ovocné sady	13,04	36,49	37,53	10,11	2,82		
travní porosty	21,47	22,82	23,71	17,75	14,21		
zemědělská půda	27,70	28,80	21,36	15,43	6,67		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	7,54	28,03	41,23	13,18	10,03		
chmelnice	6,43	26,15	32,07	21,94	13,41		
vinice	6,90	48,19	29,78	7,18	7,95		
ovocné sady	6,60	37,16	34,18	16,07	6,00		
travní porosty	11,86	37,96	24,70	15,74	9,74		
zemědělská půda	7,82	28,75	40,04	13,39	9,99		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	29,69	39,52	26,10	3,19	1,50		
chmelnice	8,68	36,66	37,06	16,17	1,43		
vinice	54,64	36,23	9,13	-	-		
ovocné sady	13,19	57,89	26,25	2,21	0,47		
travní porosty	17,51	25,60	22,16	19,58	15,15		
zemědělská půda	28,70	38,69	25,87	4,33	2,41		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	6,03	31,13	29,28	17,59	15,97		
chmelnice	0,72	14,78	45,13	26,70	12,67		
vinice	6,44	12,40	26,10	15,76	39,30		
ovocné sady	7,94	18,51	26,34	20,33	26,87		
travní porosty	10,40	44,69	30,51	8,50	5,89		
zemědělská půda	6,32	31,91	29,39	17,02	15,35		

6.3 Výsledky AZZP Jihočeský kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	310 934	5,7	93	208	163	1 714	1,28
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	1 191	5,7	111	252	208	1 857	1,21
travní porosty	158 128	5,5	83	196	175	1 863	1,12
zemědělská půda	470 282	5,7	90	204	167	1 765	1,22

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	Slak	N	A	
orná půda	1,09	8,56	27,22	57,24	5,75	0,14	-
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	0,66	6,76	31,26	58,95	2,37	-	-
travní porosty	3,13	16,06	33,07	43,60	4,07	0,08	-
zemědělská půda	1,77	11,08	29,20	52,65	5,18	0,12	-
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	24,82	26,88	22,12	18,77	7,40		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	10,56	42,46	34,94	7,93	4,11		
travní porosty	16,00	19,23	30,09	22,64	12,01		
zemědělská půda	21,82	24,34	24,84	20,04	8,94		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	10,34	32,37	45,23	8,21	3,84		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	6,44	51,48	32,84	6,60	2,63		
travní porosty	12,77	36,85	29,90	13,48	7,00		
zemědělská půda	11,15	33,93	40,05	9,98	4,90		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	17,11	39,71	33,28	6,53	3,38		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	5,66	52,82	38,96	2,56	-		
travní porosty	12,53	20,68	26,32	22,94	17,52		
zemědělská půda	15,54	33,35	30,95	12,04	8,12		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	12,38	63,18	22,55	1,58	0,30		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	6,06	61,61	29,54	2,37	0,42		
travní porosty	15,74	49,15	28,54	5,42	1,14		
zemědělská půda	13,50	58,46	24,58	2,88	0,58		

6.4 Výsledky AZZP Plzeňský kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	289 301	5,7	76	206	171	1 798	1,20
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	506	5,7	107	368	199	1 871	1,85
travní porosty	120 925	5,5	71	228	204	1 855	1,12
zemědělská půda	410 756	5,7	75	212	181	1 815	1,17

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	Slak	N	A	SiLA
orná půda	0,44	7,88	29,09	57,54	4,97	0,08	-
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	0,64	12,51	30,78	44,30	11,77	-	-
travní porosty	1,78	14,81	42,67	38,56	2,13	0,05	-
zemědělská půda	0,84	9,93	33,09	51,94	4,14	0,07	-
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	38,61	27,39	16,80	12,84	4,35		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	22,37	30,33	32,80	11,37	3,14		
travní porosty	20,91	25,85	26,59	17,71	8,90		
zemědělská půda	33,38	26,94	19,70	14,27	5,69		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	13,32	35,49	39,67	8,07	3,45		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	1,63	16,77	48,76	20,61	12,23		
travní porosty	7,78	32,71	27,71	21,05	10,74		
zemědělská půda	11,68	34,65	36,16	11,91	5,61		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	17,31	37,62	34,55	7,30	3,22		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	8,00	62,91	26,69	2,41	-		
travní porosty	6,10	17,12	23,91	27,02	25,84		
zemědělská půda	14,00	31,62	31,41	13,10	9,88		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	13,29	60,50	24,63	1,48	0,10		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	11,42	62,18	22,42	3,98	-		
travní porosty	13,55	55,58	26,84	3,60	0,42		
zemědělská půda	13,37	59,06	25,28	2,11	0,19		

6.5 Výsledky AZZP Karlovarský kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	50 562	5,7	81	269	198	2 029	1,36
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	22	5,8	145	469	149	1 951	3,15
travní porosty	79 976	5,5	94	323	237	2 226	1,36
zemědělská půda	130 560	5,6	89	302	222	2 150	1,36

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	Slak	N	A	
orná půda	3,17	14,05	26,22	45,96	10,19	0,40	-
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	-	-	52,39	28,42	19,19	-	-
travní porosty	4,80	17,52	33,51	37,92	6,07	0,16	0,01
zemědělská půda	4,17	16,18	30,69	41,03	7,67	0,25	0,01
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	39,69	23,97	16,38	13,03	6,91		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	-	52,39	15,29	19,19	13,13		
travní porosty	18,94	20,62	23,62	19,22	17,53		
zemědělská půda	26,97	21,92	20,82	16,82	13,42		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	8,75	21,64	40,66	16,24	12,71		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	-	18,96	33,43	-	47,61		
travní porosty	5,44	25,11	22,46	21,54	25,44		
zemědělská půda	6,72	23,77	29,51	19,48	20,52		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	27,91	30,97	22,40	6,29	12,42		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	33,43	53,44	13,13	-	-		
travní porosty	10,54	19,14	21,38	20,76	28,17		
zemědělská půda	17,27	23,73	21,77	15,16	22,07		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	16,63	46,14	25,05	9,00	3,19		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	33,43	18,96	28,42	19,19	-		
travní porosty	12,74	42,11	28,04	12,24	4,88		
zemědělská půda	14,25	43,67	26,88	10,98	4,22		

6.6 Výsledky AZZP Ústecký kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	154 336	6,8	85	395	286	6 014	1,38
chmelnice	2 952	6,6	281	528	332	4 009	1,59
vinice	235	7,1	110	421	253	8 734	1,66
ovocné sady	2 359	6,8	135	618	345	7 794	1,79
travní porosty	53 623	5,7	87	341	326	3 060	1,05
zemědělská půda	213 508	6,5	89	386	297	5 267	1,30

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	Slak	N	A	SiA
orná půda	0,17	1,48	5,71	25,91	26,37	40,31	0,05
chmelnice	0,14	2,32	7,40	34,63	33,55	21,96	-
vinice	-	-	-	19,93	13,82	66,25	-
ovocné sady	0,07	2,02	5,31	28,22	24,95	39,42	-
travní porosty	6,18	12,78	27,19	39,34	10,80	3,72	0,00
zemědělská půda	1,68	4,33	11,12	29,42	22,53	30,88	0,03
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	32,72	27,57	19,38	14,09	6,19		
chmelnice	9,97	17,57	30,30	29,39	12,71		
vinice	11,10	42,77	28,60	15,19	2,34		
ovocné sady	11,10	26,64	41,26	14,98	6,03		
travní porosty	15,40	23,25	26,52	21,70	12,95		
zemědělská půda	27,79	26,35	21,57	16,23	7,97		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	2,29	9,85	33,06	24,98	29,82		
chmelnice	4,03	23,51	32,22	18,44	21,79		
vinice	3,88	16,36	36,89	35,29	7,58		
ovocné sady	1,18	9,41	17,02	25,32	47,06		
travní porosty	7,00	23,52	21,95	20,55	26,97		
zemědělská půda	3,48	13,48	30,09	23,79	29,16		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	12,67	21,10	28,48	13,63	24,12		
chmelnice	6,15	24,42	37,74	20,34	11,35		
vinice	23,94	42,30	18,06	7,57	8,13		
ovocné sady	8,14	29,79	33,53	10,47	18,06		
travní porosty	19,57	13,93	9,53	11,28	45,69		
zemědělská půda	14,27	19,46	23,90	13,09	29,28		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	2,40	9,11	18,54	29,85	40,10		
chmelnice	1,11	8,68	36,43	35,77	18,01		
vinice	-	4,93	23,79	19,11	52,18		
ovocné sady	0,64	9,38	16,24	22,94	50,81		
travní porosty	13,23	28,28	24,28	22,10	12,11		
zemědělská půda	5,08	13,92	20,21	27,90	32,90		

6.7 Výsledky AZZP Liberecký kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	38 319	5,9	110	211	159	1 872	1,33
chmelnice	22	5,8	208	377	242	1 834	1,56
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	1 010	6,1	112	248	210	2 322	1,18
travní porosty	46 172	5,5	81	200	199	1 870	1,01
zemědělská půda	85 553	5,7	95	205	181	1 876	1,13

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	Slak	N	A	SiA
orná půda	0,94	7,17	23,27	55,85	10,91	1,86	-
chmelnice	-	-	12,20	87,80	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	3,01	7,74	15,30	39,58	25,78	8,60	-
travní porosty	4,25	18,22	35,19	37,11	4,84	0,37	0,02
zemědělská půda	2,76	13,14	29,60	45,55	7,80	1,13	0,01
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	12,98	23,83	24,68	28,46	10,06		
chmelnice	13,14	53,17	29,58	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	16,58	26,55	45,15	10,39	1,33		
travní porosty	15,72	22,06	27,68	23,20	11,31		
zemědělská půda	14,51	22,91	26,54	25,40	10,63		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	10,31	30,68	44,69	9,96	4,36		
chmelnice	4,60	77,26	14,03	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	6,44	50,00	37,24	6,01	0,32		
travní porosty	13,67	37,10	24,90	16,47	7,87		
zemědělská půda	12,07	34,40	33,90	13,42	6,20		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	27,47	32,28	28,84	6,90	4,51		
chmelnice	7,28	66,40	26,32	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	11,81	53,38	26,76	7,44	0,61		
travní porosty	17,26	22,44	16,77	18,09	25,44		
zemědělská půda	21,77	27,22	22,29	12,95	15,77		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	14,61	55,08	24,27	4,17	1,87		
chmelnice	30,88	69,12	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	11,35	46,75	27,38	8,59	5,93		
travní porosty	23,21	45,09	22,08	7,22	2,39		
zemědělská půda	19,23	49,58	23,11	5,88	2,20		

6.8 Výsledky AZZP Královehradecký kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	185 858	6,4	97	242	181	3 186	1,34
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	2 261	6,3	127	323	215	2 395	1,50
travní porosty	47 191	5,6	81	189	190	2 308	0,99
zemědělská půda	235 320	6,2	94	232	183	3 002	1,27

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	Slak	N	A	SiA
orná půda	0,24	3,13	10,83	46,75	27,39	11,63	0,03
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	0,67	3,63	8,56	54,66	31,36	1,11	-
travní porosty	4,01	17,45	33,11	35,03	8,67	1,72	-
zemědělská půda	1,00	6,00	15,28	44,48	23,68	9,54	0,02
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	16,75	28,61	26,00	22,28	6,36		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	5,85	31,33	43,16	17,43	2,23		
travní porosty	12,35	24,47	29,37	22,45	11,35		
zemědělská půda	15,76	27,81	26,84	22,27	7,32		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	8,38	29,24	41,89	13,23	7,27		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	2,02	40,62	36,30	9,26	11,79		
travní porosty	15,03	40,72	23,89	13,38	6,99		
zemědělská půda	9,65	31,65	38,23	13,22	7,25		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	13,01	36,93	38,95	7,67	3,43		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	5,88	58,31	31,90	1,82	2,09		
travní porosty	8,74	21,93	23,17	24,58	21,58		
zemědělská půda	12,09	34,13	35,72	11,01	7,06		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	6,62	32,28	33,79	16,45	10,86		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	3,96	44,92	36,43	11,87	2,82		
travní porosty	17,74	45,17	20,38	10,05	6,66		
zemědělská půda	8,82	34,99	31,12	15,13	9,94		

6.9 Výsledky AZZP Pardubický kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	190 984	6,1	92	198	140	2 611	1,41
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	413	6,0	88	271	142	2 392	1,91
travní porosty	36 591	5,6	63	167	151	2 336	1,11
zemědělská půda	227 989	6,1	87	193	142	2 567	1,36

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	SláK	N	A	SiA
orná půda	0,32	4,57	17,22	49,51	20,49	7,89	0,00
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	-	7,51	17,20	54,10	20,08	1,11	-
travní porosty	1,60	14,59	37,38	36,08	8,51	1,84	-
zemědělská půda	0,52	6,18	20,46	47,36	18,56	6,91	0,00
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	18,34	30,77	26,64	19,40	4,85		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	17,61	54,31	23,27	4,32	0,49		
travní porosty	21,19	27,02	30,08	16,59	5,13		
zemědělská půda	18,80	30,21	27,19	18,92	4,89		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	8,11	36,93	47,23	6,11	1,62		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	6,30	43,56	40,80	7,85	1,49		
travní porosty	15,63	47,19	22,89	10,27	4,02		
zemědělská půda	9,31	38,59	43,31	6,78	2,01		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	26,28	45,18	25,11	2,80	0,64		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	29,29	66,59	2,85	1,28	-		
travní porosty	14,87	27,62	26,44	21,43	9,64		
zemědělská půda	24,45	42,40	25,28	5,79	2,09		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	5,30	42,55	35,03	10,71	6,41		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	6,22	48,95	32,36	9,59	2,88		
travní porosty	10,33	46,99	28,08	9,49	5,10		
zemědělská půda	6,11	43,28	33,91	10,51	6,19		

6.10 Výsledky AZZP Kraj Vysočina za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	289 828	5,6	107	206	142	1 718	1,45
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	63	5,6	115	286	139	1 790	2,06
travní porosty	54 784	5,5	79	189	163	1 822	1,16
zemědělská půda	344 675	5,6	102	203	146	1 735	1,39

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	SláK	N	A	SiA
orná půda	1,42	12,04	31,17	49,96	5,03	0,37	0,00
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	7,48	29,81	11,65	51,06	-	-	-
travní porosty	3,89	20,37	35,77	35,74	4,12	0,11	-
zemědělská půda	1,81	13,37	31,90	47,70	4,89	0,33	0,00
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	12,21	25,17	27,35	25,86	9,41		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	-	32,39	58,23	9,38	-		
travní porosty	19,34	22,12	25,87	19,82	12,85		
zemědělská půda	13,34	24,68	27,12	24,90	9,95		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	6,85	33,87	46,98	8,64	3,66		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	7,36	17,55	58,23	16,86	-		
travní porosty	11,47	41,90	25,25	14,24	7,13		
zemědělská půda	7,58	35,14	43,53	9,54	4,21		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	27,89	39,82	24,73	5,18	2,38		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	33,66	56,01	10,33	-	-		
travní porosty	11,93	23,90	26,24	23,33	14,60		
zemědělská půda	25,35	37,29	24,97	8,06	4,32		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	10,31	63,94	23,38	1,92	0,45		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	22,45	41,51	36,03	-	-		
travní porosty	14,09	53,13	27,15	4,71	0,92		
zemědělská půda	10,91	62,22	23,99	2,36	0,52		

6.11 Výsledky AZZP Jihomoravský kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	315 839	6,8	84	269	293	4 989	0,92
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	9 809	7,3	97	300	364	9 592	0,82
ovocné sady	3 624	7,2	108	328	365	6 184	0,90
travní porosty	11 209	6,0	67	258	255	3 827	1,01
zemědělská půda	340 481	6,8	84	271	295	5 096	0,92

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	Slak	N	A	SiA
orná půda	0,48	3,16	8,17	21,83	23,47	42,25	0,64
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	0,40	1,45	11,45	16,68	62,19	7,75
ovocné sady	0,17	0,85	1,49	14,23	20,57	59,32	3,38
travní porosty	1,31	11,26	25,34	34,36	18,15	8,82	0,76
zemědělská půda	0,49	3,32	8,47	21,86	23,07	41,91	0,88
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	28,67	30,77	21,24	13,64	5,67		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	21,71	41,50	27,74	6,79	2,17		
ovocné sady	17,77	36,86	33,59	8,68	3,10		
travní porosty	24,49	23,30	26,12	17,99	8,10		
zemědělská půda	28,21	30,89	21,72	13,54	5,62		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	3,02	18,41	51,37	16,88	10,32		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	4,57	35,90	40,43	14,85	4,15		
ovocné sady	3,19	31,16	41,22	17,45	6,99		
travní porosty	2,59	26,16	33,09	24,08	14,07		
zemědělská půda	3,05	19,31	50,34	17,06	10,23		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	4,58	10,52	30,61	25,41	28,89		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	1,23	18,03	37,70	25,76	17,19		
ovocné sady	1,31	15,88	42,54	21,22	19,05		
travní porosty	7,37	14,62	17,09	22,49	38,42		
zemědělská půda	4,54	10,93	30,49	25,28	28,76		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	2,70	12,60	20,59	22,86	41,25		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	1,00	5,20	8,99	14,31	70,41		
ovocné sady	2,50	7,39	14,31	22,30	53,50		
travní porosty	2,06	27,59	25,12	24,99	20,25		
zemědělská půda	2,62	12,82	20,34	22,68	41,53		

6.12 Výsledky AZZP Olomoucký kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	183 297	6,4	95	237	191	3 116	1,24
chmelnice	669	6,4	339	468	239	3 347	1,96
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	1 256	6,0	122	329	204	2 332	1,61
travní porosty	43 776	5,4	78	214	134	1 843	1,60
zemědělská půda	229 026	6,2	93	234	181	2 869	1,29

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	Slak	N	A	SiA
orná půda	0,47	3,46	10,21	40,07	32,27	13,50	0,02
chmelnice	7,08	5,26	4,99	29,33	29,83	23,51	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	4,00	9,02	16,20	50,09	16,71	3,98	-
travní porosty	4,41	21,95	37,13	30,88	4,89	0,74	-
zemědělská půda	1,26	7,03	15,37	38,34	26,94	11,04	0,01
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	17,37	30,67	27,02	18,67	6,25		
chmelnice	3,70	12,57	23,71	29,67	30,34		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	14,25	29,19	37,91	13,56	5,10		
travní porosty	14,86	22,18	31,49	21,16	10,31		
zemědělská půda	16,83	28,98	27,93	19,16	7,09		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	5,63	25,76	50,83	11,83	5,95		
chmelnice	8,84	23,33	32,07	20,43	15,33		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	6,54	31,81	33,82	20,95	6,88		
travní porosty	8,23	37,24	27,32	18,16	9,06		
zemědělská půda	6,14	27,98	46,18	13,12	6,58		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	12,45	30,13	43,10	10,11	4,21		
chmelnice	14,93	47,65	30,05	6,56	0,82		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	4,86	67,32	25,90	1,25	0,67		
travní porosty	21,04	37,96	21,27	14,18	5,54		
zemědělská půda	14,06	31,88	38,79	10,84	4,44		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	2,09	24,94	40,34	24,25	8,39		
chmelnice	2,86	15,86	47,76	22,96	10,56		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	5,14	35,64	48,89	9,16	1,16		
travní porosty	14,81	57,12	23,11	3,49	1,48		
zemědělská půda	4,54	31,12	37,12	20,19	7,03		

6.13 Výsledky AZZP Zlínský kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	92 934	6,4	80	262	246	3 638	1,07
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	358	7,0	89	309	252	5 260	1,23
ovocné sady	1 008	6,1	87	339	255	3 404	1,33
travní porosty	36 097	5,8	50	309	270	3 182	1,14
zemědělská půda	130 397	6,2	72	276	253	3 514	1,09

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	Slak	N	A	SiA
orná půda	0,34	3,06	12,05	44,05	26,42	14,05	0,03
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	1,88	5,98	15,46	19,46	54,28	2,94
ovocné sady	0,28	7,69	16,35	48,15	20,47	7,06	-
travní porosty	2,53	12,43	25,17	44,33	12,55	2,99	-
zemědělská půda	0,94	5,69	15,70	44,08	22,52	11,04	0,03
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	28,52	32,75	21,19	13,64	3,87		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	12,12	53,14	32,61	2,13	-		
ovocné sady	33,31	31,01	26,00	4,71	4,97		
travní porosty	29,17	33,42	24,99	9,17	3,25		
zemědělská půda	28,69	32,98	22,31	12,30	3,70		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	5,03	25,83	45,70	16,59	6,85		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	1,88	27,79	66,75	1,63	1,94		
ovocné sady	13,59	21,07	40,97	17,24	7,12		
travní porosty	2,02	18,09	26,07	35,99	17,83		
zemědělská půda	4,26	23,66	40,29	21,92	9,88		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	3,38	18,47	50,47	18,49	9,19		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	53,33	38,87	7,81	-		
ovocné sady	3,25	53,27	32,20	8,71	2,57		
travní porosty	2,22	6,50	15,14	32,56	43,58		
zemědělská půda	3,05	15,52	40,51	22,28	18,63		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	2,62	20,16	38,24	25,78	13,19		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	1,94	7,87	17,44	29,92	42,83		
ovocné sady	6,75	23,08	34,40	28,05	7,72		
travní porosty	4,14	26,75	43,94	19,59	5,58		
zemědělská půda	3,07	21,97	39,73	24,10	11,13		

6.14 Výsledky AZZP Moravskoslezský kraj za období 2005 - 2010

kultura	výměra v ha	pH	P	K	Mg	Ca	Poměr K:Mg
			Mehlich III - vážené průměry [mg.kg ⁻¹ půdy]				
orná půda	135 489	6,0	88	196	150	2 075	1,31
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	210	5,8	122	287	211	2 146	1,36
travní porosty	67 488	5,5	68	214	165	2 009	1,30
zemědělská půda	203 187	5,9	81	202	155	2 053	1,30

Základní statistické zpracování za období 2005 - 2010

kultura	půdní reakce (v % výměry)						
	EK	SiLK	K	Slak	N	A	SiA
orná půda	0,50	5,34	17,57	54,96	19,40	2,22	0,01
chmelnice	-	-	-	-	-	-	-
vinice	-	-	-	-	-	-	-
ovocné sady	3,50	0,73	25,91	58,65	11,22	-	-
travní porosty	2,18	19,76	37,39	35,44	4,96	0,27	-
zemědělská půda	1,06	10,12	24,16	48,48	14,60	1,57	0,01
kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	20,46	32,85	26,51	15,87	4,28		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	6,91	32,82	43,22	14,56	2,48		
travní porosty	13,31	28,37	35,62	17,54	5,14		
zemědělská půda	18,07	31,36	29,56	16,42	4,56		
kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	10,71	38,83	42,38	5,92	2,16		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	-	36,11	52,74	11,15	-		
travní porosty	4,75	35,19	33,15	20,16	6,76		
zemědělská půda	8,72	37,62	39,32	10,65	3,69		
kultura	obsah přístupného HOŘČÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	15,94	53,59	27,66	2,12	0,70		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	3,50	57,39	37,28	1,83	-		
travní porosty	7,99	29,50	28,10	22,95	11,46		
zemědělská půda	13,28	45,59	27,82	9,04	4,27		
kultura	obsah přístupného VÁPŇÍKU (v % výměry)						
	N	VH	D	V	VV		
orná půda	3,68	55,60	36,18	3,98	0,55		
chmelnice	-	-	-	-	-		
vinice	-	-	-	-	-		
ovocné sady	3,50	59,49	26,76	6,83	3,42		
travní porosty	7,20	57,50	28,04	5,81	1,45		
zemědělská půda	4,85	56,23	33,47	4,59	0,85		



II. 40 LET DLOUHODOBÝCH VÝŽIVÁŘSKÝCH POKUSŮ V ÚKZÚZ

Hnojení je jedním ze základních agrotechnických opatření, které zajišťuje vhodnou výživu kulturních plodin a významně se podílí na udržení či zvyšování půdní úrodnosti. Sledování dlouhodobého působení živin na tvorbu výnosů, jejich jakost, a dopad na půdní úrodnost se neobejde bez dlouhodobých stacionárních pokusů založených v různých půdně - klimatických podmínkách.

Dlouhodobé polní pokusy jsou v poslední době stále zřetelněji považovány za nenahraditelný zdroj informací o dlouhodobých účincích jednotlivých agrotechnických opatření na půdní prostředí. Umožňují hodnotit jejich vliv na pomalu se měnící půdní vlastnosti, poskytují podklady pro hodnocení vztahů mezi výnosy plodin a průběhem počasí. Umožňují získávat poznatky nejen z oblasti zemědělství, ale také objasňovat i nově se vyskytující problémy v dalších oblastech, především v životním prostředí.

1. ÚVOD

Odbor agrochemie, půdy a výživy rostlin ÚKZÚZ hodnotil již v letech 1964 až 1967 přesné polní pokusy, založené za účelem zkvalitnění hodnocení výsledků agrochemického zkoušení půd. Na základě získaných poznatků byly od roku 1972 zakládány na zkušebních stanicích ústavu dlouhodobé (stacionární) přesné polní pokusy, řešící problematiku výživy rostlin a hnojení ve vztahu k dosahované produkci a půdním vlastnostem.

Hlavním cílem těchto pokusů je vyhodnotit vztahy mezi intenzitou hnojení, výnosy, obsahem živin v půdě a příjmem živin rostlinami. Na základě těchto vztahů nalézt nejvhodnější analytické metody, které by kvantitativně dobře vystihovaly pro rostliny přístupnou složku půdního fosforu, draslíku a hořčíku a zároveň dovozovaly v několikaletých intervalech hodnotit vývoj zásobenosti půdy těmito živinami.

Pokus s názvem **„Sledování vlivu stupňované intenzity hnojení na výnosy plodin a agrochemické vlastnosti půdy“** umístěný v různých půdně-klimatických podmínkách řepařské a bramborářské oblasti poskytují vhodné podklady pro stanovení racionální intenzity hnojení, při které jsou dosahovány příznivé výnosy, za současného udržení odpovídající půdní úrodnosti. Pokusy rovněž umožňují výpočet bilance živin a nalezení optimální intenzity hnojení pro vyrovnanou bilanci. Díky vhodným podkladům pro vývoj analytických metod a navazující interpretaci výsledků bylo možno celostátně zavést do agrochemického zkoušení půd novou analytickou metodu pro stanovení přístupných živin podle Mehliche II a později přejít na modernější modifikaci, metodu Mehlich III.

Výsledky pokusů nabývají na významu zvláště v současné době, kdy se nízká intenzita hnojení a vápnění začíná markantně projevovat zhoršováním zásoby přístupných živin v půdě a zvyšováním podílu kyselých půd. Proto je třeba zhodnotit všechny výsledky a poznatky, prokazující účelnou potřebu hnojení, a tak předejít negativním změnám, které by mohly dlouhodobě pozměnit půdní úrodnost.

Záměrem publikace je prezentace dosažených výsledků neboť, nejstarší pokusy jsou vedeny již od roku 1972, což představuje čtyřicetiletou řadu dat, ze které je možno řadu poznatků zobecnit a vytvořit seriózní závěry pro praktické využití.

1. INTRODUCTION

The trial entitled **„Monitoring of the impact of intensified rate of fertilization on crop yields and soil agrochemical properties“** located in different soil-climatic conditions within sugar beet and potato areas provides suitable data for determination the practical intensity of fertilization in which favourable yields are achieved under coincident maintenance of adequate soil fertility . Trial also allows the calculation of nutrient balances as well as finding of optimal fertilization intensity for stable balance. Due to the appropriate background for the development of analytical methods and subsequent interpretation of results it was possible to establish nationally a new analytical method for the determination of available nutrients according to Mehlich II into agrochemical soil testing and later switch to more up-to-date modification, the method of Mehlich III.

The results of trials are gaining the importance especially at a time when the low intensity of fertilization and liming begins noticeably manifesting by degradation of available nutrients supplies in soil and increasing of acid soils proportion. Therefore, it is necessary to evaluate all results and findings demonstrating the effective need for fertilization, and thus to prevent from negative changes that could affect soil fertility in the long term.

The intention of this publication is the presentation of the results, for the oldest trials have been administrated since 1972, which represents forty years set of data from which it is possible to generalize a lot of information and to form reliable conclusions for further practical application.

2. HISTORIE ZALOŽENÍ POKUSŮ

Karel Trávník

Do poloviny šedesátých let se zakládaly přesné polní výživářské pokusy na provozních plochách zemědělských podniků. Za účelem zpřesnění hodnocení výsledků agrochemického zkoušení půd byly v letech 1964 založeny polní pokusy se stupňovanými dávkami fosforu a draslíku. V průběhu čtyřletého období byl na 25 lokalitách v řepařské a bramborářské oblasti sledován vliv hnojení na výnosy pokusných plodin a na vývoj zásobenosti půdy přístupným fosforem a draslíkem. Zásadní byla dohoda a spolupráce se zemědělskými podniky a vytipování vhodného umístění na pozemku a půdních vlastností odpovídající účelu zkoušení. Poloha byla fixována alespoň dvěma odměrnými body v terénu, zajišťujícími opětovné vyměření pokusu. Výměra pokusných parcel byla převážně 100 m² (10 x 10 m), rozměr sklizňové parcely 7 x 7 m. Zemědělský podnik zajišťoval i na pokusné ploše běžné agrotechnické zásahy, které připouštěla metodika pokusu. Pokusnické práce prováděli pracovníci Referátu výživy rostlin (RVR) ve většině případů sami, při pracnějších zásazích (hnojení parcel, sklizeň) byli pod jejich vedením využíváni zaměstnanci zemědělského podniku. Například sklizeň obilnin probíhala ručním pokosením parcel a po vyschnutí obilí v panáčích následoval výmlat parcelní mlátičkou, která byla převážena na nákladním automobilu na jednotlivá pokusná místa.

Tento systém vedení pokusů byl velmi pracný, pracovníci RVR objížděli pokusy většinou na motocyklech a ze vzdálenějších míst se vraceli až v pozdních večerních hodinách. Hlavní nevýhodou tohoto systému však byly chyby vznikající při agrotechnických úkonech na pozemku, při nichž nebylo pokusné místo vynecháno. Například docházelo k jednotnému vyhnojení pokusu, nebo přihnojení za vegetace, provozní dávkou stanovenou pro pozemek. Při smykování pozemku, bez vynechání pokusné plochy, byla přesouvána zemina mezi různě vyhnojenými parcelami a pod. Podle závažnosti těchto zásahů musel být pokus na dané vegetační období z hodnocení vyloučen nebo zrušen úplně. Značná pracnost, nižší kvalita pokusnických prací prováděných zaměstnanci podniku a rušení pokusů pro chyby v agrotechnice byly hlavními důvody pro zavedení jiného systému zkoušení účinnosti hnojiv.

V té době byly již vedeny na vysoké úrovni pokusy na odrůdových zkušebnách ústavu, které byly dlouhodobě cíleně budovány a vybavovány pokusnickou technikou. Vznikla proto představa přesunout výživářské pokusy na tyto stanice, případně i s cílem pozdějšího komplexnějšího propojení výsledků - odrůda, výživa, ochrana. Přes jistý odpor Odrůdového zkušebnictví se tohoto nápadu ujal ředitel brněnské pobočky Ing. Miroslav Kolář, který prosadil v roce 1967 založení prvních výživářských pokusů na stanici v Uherském Ostrohu. Činnost pracovníků RVR se v podstatě nezměnila, za organizování všech pokusnických prací měli nadále plnou zodpovědnost, vegetační pozorování prováděli sami. Hlavními výhodami této změny byla stabilita pokusného místa, využití maloparcelní techniky zkušební stanice a podstatně vyšší kvalita práce traktoristů i manuálních pracovníků navyklých na přesnou pokusnickou práci. Na základě velmi dobré spolupráce s Odrůdovou zkušebnou v Uherském Ostrohu byl systém polních pokusů postupně převáděn ze zemědělských podniků na další odrůdové zkušebny. Tomu předcházela dohoda mezi Odborem agrochemie a výživy rostlin a Odborem odrůdového zkušebnictví. Na stanicích byly zřizovány výživářské báze v uspořádání, které se udrželo až do současnosti. V roce 1972 bylo tedy

založeno prvních sedm dlouhodobých pokusů na stanicích Otice, Sedlec, Uherský Ostroh, Žatec, Trutnov, Horažďovice a Ždánice. Postupně od roku 1974 do roku 1981 přibýlo deset dalších, na stanicích Pusté Jakartice, Chrastava, Jaroměřice, Krásné Údolí, Lípa, Libějovice, Měšice, Staňkov, Svitavy a Vysoká. V průběhu tohoto období však musely být tři pokusy zrušeny (Otice, Trutnov, Ždánice) a pokus v Horažďovicích přemístěn na jiný pozemek. Od roku 1982 do současnosti nastaly další tři změny. Byl přemístěn pokus ve Vysoké, v roce 1990 nově založen pokus na stanici ve Věrovanech a zrušen pokus v Měšicích. V roce 2008 byl zrušen pokus v Sedleci z důvodu navrácení pozemků původnímu majiteli. V roce 2010 byla zrušena zkušební stanice v Libějovicích a tím zde zanikly i dlouhodobé pokusy. V roce 2012 se výživářské pokusy prováděly na 12 lokalitách (obrázek 1).

V souvislosti s popisovaným systémem polních výživářských pokusů je nutno jmenovat dva významné pracovníky brněnské pobočky, kteří se na jeho zrodu aktivně podíleli. Jednak Ing. Miroslava Koláře, ředitele Krajské pobočky ÚKZÚZ v Brně, bývalého výživáře, který umožnil tuto organizační změnu a vedoucího Oddělení agrochemie a výživy rostlin (dále jen APVR) Ing. Miroslava Škorpila, z jehož podnětu ke změně došlo. Nemalý vliv při zakládání pokusů, souhrnném zpracování výsledků měl i specialista na výživu rostlin Ing. Karel Trávník, který se po dobu 38 let stacionárními pokusy zabýval a vedl odd. APVR v Brně, a to do roku 2003. Na prosazení nového systému v celorepublikovém měřítku měl hlavní zásluhu vedoucí Oddělení agrochemie a výživy rostlin odboru v Praze Ing. Ladislav Pecina, CSc., bývalý zaměstnanec VÚRV v Ruzyni. Byl to erudovaný výživář, který navrhoval témata a zaměření pokusů a podílel se na zpracování metodik a hodnotících zpráv. V této souvislosti je nutno vzpomenout i pana Miroslava Kotouče, znamenitého pokusníka výživáře, který s mimořádnou pečlivostí vedl celou pokusnickou agendu odboru. Byl hlavní osobou při přehlídkách pokusů, dovedl najít i nejmenší chybičky, zaznamenat je a promyslet možnost nápravy. Polním pokusům byla v té době věnována velká pozornost všech pracovníků výživy rostlin, o čemž svědčila i jejich značná účast, zvláště vedoucích oddělení a Referátů výživy rostlin na letních přehlídkách. Podíl činnosti na úseku kontroly a zkušebnictví byl přibližně vyrovnaný.

Obrázek 1: Současný stav rozmístění dlouhodobých pokusů v ÚKZÚZ



3. PŘEHLED POKUSNÝCH MÍST

Přehled míst 13 pokusných míst, na nichž probíhalo hodnocení dlouhodobého vlivu hnojení na výnosy a změnu půdních vlastností do roku 2011.

Při výběru stanic pro založení pokusů byly zohledněny především půdní a klimatické podmínky. Čtyři pokusy jsou umístěny v řepařské výrobní oblasti, devět v oblasti bramborářské.

Tabulka 1: Charakteristika pokusných míst seřazených podle nadmořské výšky

stanoviště		výrobní oblast	nadm. výška (m.n.m.)	průměrné roční		půdní typ	půdní druh
				srážky (mm)	teploty (°C)		
Uherský Ostroh	Uh. Hradiště	řepařská	196	551	9,2	hnědozem	hlinitá
Věrovany	Olomouc	řepařská	207	563	8,5	černozem	hlinitá
Žatec	Louny	řepařská	247	451	8,3	černozem	hlinitojílovitá
Pusté Jakartice	Opava	řepařská	290	650	8,0	hnědozem	hlinitá
Chrastava	Liberec	bramborářská	345	798	7,1	hnědozem	hlinitopísčitá
Staňkov	Domažlice	bramborářská	370	511	7,8	hnědozem	hlinitá
Jaroměřice	Třebíč	bramborářská	425	535	7,5	hnědozem	hlinitá
Libějovice	Strakonice	bramborářská	460	606	7,6	hnědozem	písčitohlinitá
Svitavy	Svitavy	bramborářská	460	624	6,5	hnědozem	písčitohlinitá
Horažďovice	Klatovy	bramborářská	472	573	7,4	kambizem	hlinitopísčitá
Lípa	H. Brod	bramborářská	505	632	7,7	kambizem	písčitohlinitá
Vysoká	Příbram	bramborářská	595	655	7,4	pseudoglej	hlinitá
Krásné Údolí	K. Vary	bramborářská	645	605	6,1	kambizem	písčitohlinitá

4. KLIMATICKÉ PODMÍNKY

Pro posouzení klimatických podmínek (tab.2) celého čtyřicetiletého období sledování byly pro řepářskou a bramborářskou oblast zpracovány údaje o průměrné roční teplotě, ročním úhrnu srážek a vypočítán Langův dešťový faktor, který vyjadřuje podmínky přirozeného zavlažení krajiny, a to vztahem mezi atmosférickými srážkami a teplotou vzduchu.

Tabulka 2: Roční údaje o klimatických podmínkách

Rok	Řepářská oblast			Bramborářská oblast		
	průměrná teplota (°C)	úhrn srážek (mm)	Langův dešťový faktor	průměrná teplota (°C)	úhrn srážek (mm)	Langův dešťový faktor
1972	8,5	550	64,7	7,3	607	83,2
1973	8,6	462	53,7	7,2	574	79,7
1974	9,3	629	67,6	8,0	805	100,6
1975	9,3	508	54,6	8,1	660	81,5
1976	8,5	509	59,9	7,3	603	82,6
1977	8,7	717	82,5	7,7	802	104,2
1978	7,8	503	64,5	6,9	657	95,2
1979	8,3	619	74,6	7,3	757	103,7
1980	7,3	550	75,4	6,4	706	110,3
1981	8,4	660	78,6	7,4	822	111,1
1982	8,8	456	51,9	7,8	533	68,3
1983	9,2	451	49,0	8,1	566	69,8
1984	8,1	516	63,7	7,0	595	85,0
1985	7,4	624	84,3	6,4	652	101,9
1986	8,0	526	65,8	7,1	685	96,5
1987	7,6	645	84,9	6,6	735	111,4
1988	8,9	512	57,6	7,9	669	84,7
1989	9,3	454	48,8	8,4	542	64,5
1990	9,4	505	53,7	8,4	520	61,9
1991	8,2	497	60,6	7,2	540	75,0
1992	9,5	468	49,3	8,6	555	64,5
1993	8,5	508	59,8	7,6	646	84,9
1994	9,9	563	56,9	8,9	619	69,5
1995	9,0	629	69,9	7,9	738	93,4
1996	7,3	641	87,7	6,3	651	103,3
1997	8,5	651	76,5	7,6	681	89,6
1998	9,1	601	66,1	8,2	645	78,6
1999	9,4	541	57,6	8,3	576	69,4
2000	10,2	573	56,2	9,1	667	73,3
2001	8,9	664	74,6	7,8	750	96,1
2002	9,7	651	67,1	8,7	855	98,3
2003	9,1	387	42,3	8,3	425	51,2
2004	8,8	503	57,2	7,7	612	79,5
2005	8,7	596	68,5	7,8	653	83,7
2006	9,0	552	61,3	8,2	636	77,6
2007	9,9	611	61,7	9,0	669	74,3
2008	10,0	523	52,3	8,8	569	64,7
2009	9,6	621	64,7	8,3	708	85,3
2010	8,5	787	92,6	7,1	806	113,5
2011	9,2	589	64,2	8,2	668	82,4

Z údajů je patrné, že průměrná teplota sledovaných ročníků v řepařské oblasti se pohybovala v rozpětí 7,3 až 10,2 °C, roční úhrn srážek byl od 451 do 787 mm a Langův dešťový faktor vykázal hodnoty v rozpětí 48,8 až 93,6. Většina vyšších průměrných teplot nad 9 °C byla zaznamenána v posledním desetiletí a od roku 1995 se v této oblasti vyskytovaly i vyšší úhrny srážek, vesměs nad 600 mm.

Bramborářskou výrobní oblast je možno charakterizovat rozpětím průměrných ročních teplot od 6,3 do 9,1 °C, srážkami od 520 do 855 mm a Langovým dešťovým faktorem od 61,9 do 113,5. Vyšší průměrné roční teploty nad 8 °C se vyskytovaly převážně v druhé polovině sledovaného čtyřicetiletého období, ale vyšší úhrny srážek, nad 700 mm, se vyskytovaly nejčastěji v prvním, ale i v posledním desetiletí sledování. Svědčí o tom i častěji se vyskytující vysoké hodnoty Langova dešťového faktoru, nad 100 v roce 2010.

5. METODIKA

5.1 Cíl pokusu

- Sledování závislosti mezi stupňovanou intenzitou hnojení a výrobností osevního sledu, stanovení optimálních dávek živin.
- Sledování změn agrochemických vlastností půd při stupňované intenzitě hnojení a zpřesňování kritérií pro hodnocení obsahu přístupných živin.
- Sledování množství dodaných živin hnojením a odčerpaných živin sklizněmi, výpočet bilance živin.
- Ověřování vhodných analytických metod pro stanovení obsahu přístupných živin v půdě.
- Posouzení vlivu stupňované intenzity hnojení na kvalitu produkce.

5.2 Druh pokusu

Pokusy jsou vedeny jako přesné dlouhodobé s výměrou parcel odpovídající systému zavedenému na příslušné výživářské bázi. Zařazeno je 12 kombinací hnojení, šestkrát opakovaných.

5.3 Osevní sled

Pokusné plodiny jsou řazeny do pravidelných osevních sledů (tab. 3). První dva osevní sledy (1972 - 1980 a 1981 - 1989) byly devítihonné, další dva (1990 - 1997 a 1998 - 2005) osmihonné, s 50 % zastoupením obilnin. Pro volbu plodin je určující výrobní oblast. Odrůdy jsou voleny pro všechna stanoviště jednotné, vybírány jsou plastické odrůdy s předpokladem výborného zdravotního stavu a odolností proti poléhání.

Tabulka 3: Osevní sled podle výrobních oblastí

rok osevního sledu	výrobní oblast	
	řepařská (ŘO)	bramborářská (BO)
1	oves - vojtěška	oves - jetel
2	vojtěška	jetel
3	pšenice ozimá	
4	brambory rané	
5	pšenice ozimá	
6	ječmen jarní	
7	cukrovka	brambory
8	ječmen jarní	

Obrázek 2: Okrajový efekt v pásu ochrany mezi kontrolou a minerálně hnojenou parcelou



5.4 Kombinace hnojení

V pokusu je zařazeno 12 kombinací (tab.4), které zahrnují organické a minerální hnojení a vápnění. Na všech zkušebních místech je uspořádání shodné, pouze kombinace 12 je hnojena v závislosti na výrobním typu. Každá kombinace je šestkrát opakována, tento počet je dostatečný k omezení působení náhodných půdních vlivů na dosahované výsledky.

Tabulka 4: Kombinace hnojení

kombinace hnojení	minerální hnojení			organické hnojení	vápnění
	N	P	K		
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	chlévský hnůj	dle potřeby zásobně
3	2	2	0		
4	2	2	1		
5	2	2	2		
6	2	2	3		
7	2	0	2		
8	2	1	2		
9	2	3	2		
10	1	1	1		
11	3	3	3		
12 ¹⁾	2	2	2		
12 ²⁾	3	3	3		0

¹⁾ v řepašské výrobní oblasti (na rozdíl od kombinace 5 hnojeno každoročně)

²⁾ v bramborářské výrobní oblasti (na rozdíl od kombinace 11 bez vápnění)

5.4 The combination of fertilization

Twelve combinations including organic and mineral fertilization and liming are in the trial. Within all testing places the arrangement is the same, only the combination 12 is fertilized depending on product type. Each combination is repeated six times, this number is sufficient to reduce the impact of random soil influences on achieved results.

5.5 Úroveň hnojení a použitá hnojiva

Dusík, fosfor a draslík jsou aplikovány v minerálních hnojivech ve třech hladinách (1 - nízká, 2 - střední, 3 - vysoká) viz tabulka 5. V řepařské oblasti jsou kombinace 3 až 11 hnojeny fosforem a draslíkem zásobně, kombinace 12 se střední hladinou všech živin, pro srovnání s kombinací 5, každoročně. V bramborářské oblasti jsou zásobně hnojeny kombinace 3 až 12. Kombinace 11 a 12 s vysokou hladinou všech živin se liší vápněním. Kombinace 12 se nevápni pro zjištění vlivu vysokých dávek hnojiv na půdní reakci.

Ke hnojení pokusů se používají běžná minerální hnojiva. Dusík je při přípravě půdy k setí a sázení aplikován v síranu amonném, k přihnojení na list se používá ledek amonný s vápencem. Zdrojem fosforu je granulovaný superfosfát, draslík je dodáván ve formě draselné soli. Chlévským hnojem v množství 40 t.ha⁻¹ se hnojí dvakrát za osevní postup kokopaninám. Během osevního postupu se rovněž dvakrát vápní mletým vápencem podle potřeby vyplývající z kritérií agrochemického zkoušení půd, tj. podle druhu půdy a průměrné hodnoty pH dané kombinace.

výrobní oblast	hladina živin	minerální hnojení v kg.ha ⁻¹ čistých živin		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
řepařská	1 - nízká	58	48	61
	2 - střední	87	76	97
	3 - vysoká	115	112	143
bramborářská	1 - nízká	58	53	69
	2 - střední	88	80	108
	3 - vysoká	117	116	158

5.5 The level of fertilization and used fertilizers

Nitrogen, phosphorus and potassium are applied in mineral fertilizers at three levels (1 - low, 2 - medium, 3 - high), see Table 5. Within sugar beet area the combinations 3 to 11 are fertilized with phosphorus and potassium in stock, the combination 12 fertilized with medium level of all nutrients in comparison with the combination 5 annually. Within potato-growing area combinations 3 to 12 are fertilized in stock. The combinations 11 and 12 having a high level of nutrients vary with liming. The combination 12 is not limed due to the detection of high doses of fertilizers on soil reaction.

Conventional mineral fertilizers are used for fertilization trials. Nitrogen is, within the preparation of soil for sowing and planting, applied in ammonium sulphate, ammonium nitrate with lime is used to fertilize on leaf. Granulated superphosphate is a source

of phosphorus; potassium is supplied as potassium salt. Farm manure in a dose of 40 t.ha⁻¹ is fertilized twice within rotation to root crops. During the rotation there are also twice limed by ground limestone as required under the criteria of agrochemical soil testing, i.e. according to the type of soil and the average pH of given combination.

5.6 Analýzy půd a rostlin

Za účelem sledování změn agrochemických vlastností půd ovlivněných stupňovým hnojením a k ověřování vhodných analytických metod pro stanovení přístupných živin v půdě jsou každoročně po sklizni pěstované plodiny odebírány z každé kombinace hnojení půdní vzorky z horizontu 0 - 30 cm.

Po dobu trvání pokusů se obsah přístupného fosforu stanovoval metodou podle Egnera, draslík a hořčík metodami podle Schachtschabela do r. 2009, přičemž tyto metody byly oficiálně uznávanými pro rozborů půd až do roku 1990. Současně byly prováděny v období každého osevního sledu pro vzájemné srovnání metody další.

V období 1972 až 1980 (první osevní sled) byl obsah přístupného fosforu a draslíku stanovován rovněž CAL metodou, AL metodou, výluhem 20 % HCl a výluhem 1 M HCl. V období 1981 až 1989 byla zkoušena pro stanovení obou živin metoda podle Amera a výluh EDTA. Pro období 1990 až 1997 byla zařazena metoda podle Mehlicha II, metoda CAL, DL a výluh CaCl₂. Od roku 1998 je jako jedinou a oficiálně uznanou metodou pro stanovení obsahu fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku v extrakčním roztoku podle Mehlicha III zjišťována půdní zásoba přístupných živin. Přístupný fosfor se stanovuje metodou UV/VIS spektrofotometrie, vápník a hořčík atomovou absorpční spektrometrie v plameni acetylen - vzduch s deuteriovou korekcí. Ke stanovení obsahu přístupného draslíku se používá metoda atomové emisní spektrometrie.

Pro posouzení příjmu živin a výpočet bilance živin jsou každoročně před sklizní pěstované plodiny odebrány z každé kombinace hnojení vzorky hlavního a vedlejšího produktu v nichž je stanoven obsah dusíku, fosforu, hořčíku a vápníku. Výpočet bilance představuje prostou bilanci, která je rozdílem mezi množstvím dodaných živin hnojením a odebraných sklizní pšenicí ozimou.

5.7 Technologické rozborů

Pro zjištění vlivu stupňovaných dávek živin na kvalitativní vlastnosti sklizených produktů jsou prováděny u vybraných kombinací základní technologické rozborů. U obilovin stanovení hmotnosti tisíce semen (HTS), u brambor stanovení škrobnatosti a u cukrovky stanovení cukernatosti.

5.8 Způsob hodnocení výsledků

Hlavním hodnoceným parametrem jsou výnosy hlavního a vedlejšího produktu, vyjádřené průměrnou roční výrobností za celé sledované období a podle plodin osevního sledu. Na základě hnojení dodaných a výnosem odebraných živin je následně vypočítána bilance živin. Dále se hodnotí vývoj půdní reakce a obsahu přístupných živin za celé sledované období a posuzují se vybrané metody stanovení. Následně je hodnocen vztah mezi

obsahem přístupných živin v půdě a bilancí živin. Posledními hodnocenými parametry jsou technologické rozborů.

Ve všech případech jsou výsledky hodnoceny zvlášť za soubory stanovišť v řepařské a v bramborářské výrobní oblasti, v případě potřeby i podle jednotlivých stanovišť. Hodnocení je provedeno pro stupňování všech živin, stupňování samotného fosforu a samotného draslíku. Dále je srovnávána kombinace se zásobním a každoročním hnojením a kombinace vápnění a bez vápnění.

6. VÝSLEDKY

Michaela Smatanová

6.1 Vliv hnojení na produkci

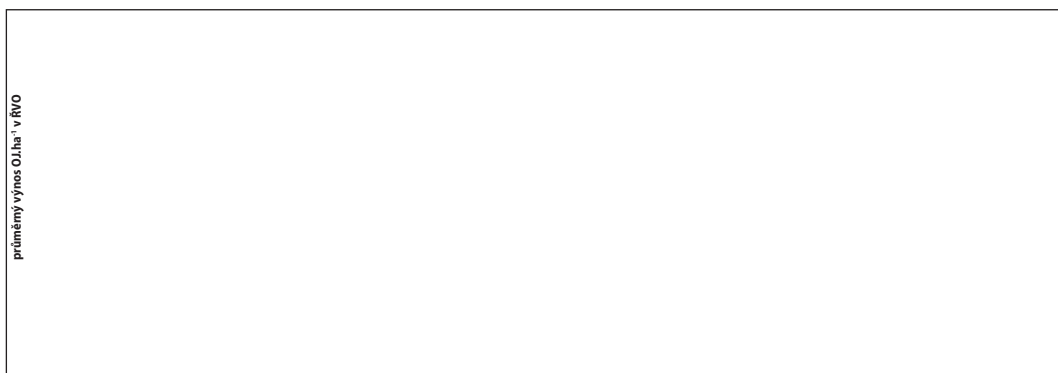
6.1.1 Celková produkce za období 1972 až 2011

Hodnocené výsledky jsou podle stupňovaných živin uspořádány do tří samostatných skupin. Do první skupiny byly zařazeny kombinace 1 - nehnojeno, 2 - samotný chlévský hnůj a 10 ($N_1P_1K_1$), 5 ($N_2P_2K_2$), 11 ($N_3P_3K_3$), což je chlévský hnůj a stupňované dávky všech tří hlavních živin v minerálních hnojivech. Ve druhé skupině kombinací je stupňován pouze fosfor - P_0 , P_1 , P_2 , P_3 , při střední hladině dusíku a draslíku (N_2K_2), to jsou kombinace 7, 8, 5, 9, a ve třetí skupině obdobně kombinace se stupňovaným draslíkem - K_0 , K_1 , K_2 , K_3 (3, 4, 5, 6). Průměrná hodnota za výrobní oblast je vážený průměr, který zohledňuje počet hodnocených let na jednotlivých stanovištích. Výsledky byly statisticky vyhodnoceny jednofaktoremovou analýzou variance s opakováním, významnost rozdílů mezi kombinacemi hnojení byla testována metodou Tukey - Kramer vícenásobného porovnávání, samostatně pro oblast řepařskou a bramborářskou.

V tabulce 7, která hodnotí průměrnou roční výrobnost jsou uvedeny průměrné roční hodnoty (suma hlavního a vedlejšího produktu) za období 1972 až 2011 v obilních jednotkách na 1 ha na jednotlivých stanovištích. Přírůstky výnosů dosažené stupňováním dávek všech živin jsou patrné na všech stanovištích. V řepařské oblasti vykazují při plném hnojení tři stanoviště nárůst výnosů do 26 % a stanoviště Pusté Jakartice bez mála 50 %. Hlavní výnosotvornou živinou je dusík, což prokazuje vzájemné porovnání výsledků při stupňování dávek samotného fosforu i draslíku. Nárůst výnosů na fosforem nehnojené kombinaci je na většině stanovišť nízký, nejvyšší přírůstky dosahují 2,9 %, a to až při nejvyšší hladině ostatních živin. U draslíku byl zaznamenán nejvyšší nárůst 7 %, pouze na jedné stanici (opět Pusté Jakartice) při nejvyšší hladině živin. V průměru výrobní oblasti dosáhlo stupňování draslíku přírůstek výnosu necelá 2 %.

Průměrná výrobnost před 10 lety při plném hnojení fosforem i draslíkem byla o 1 % vyšší.

Graf 1: Průměrný výnos v řepařské oblasti ($\text{OJ} \cdot \text{ha}^{-1}$) za sledované období



Kombinace nehnojená a kombinace s chlévským hnojem vykazují významné výnosové rozdíly vůči minerálně hnojeným kombinacím. Rozdíly mezi výnosy při stupňování všech živin, nebo jen samotného fosforu či draslíku jsou statisticky nevýznamné.

V bramborářské oblasti je nárůst výrobnosti vlivem plného hnojení všemi živinami podstatně vyšší než v oblasti řepařské (tab. 7). Většina stanovišť vykazuje zvýšení

o cca 40 až 60 %, ve dvou případech působila vysoká hladina hnojení nárůst výrazně nad 70 %, a to na písčitohlinité půdě na Lípě a na hlinité půdě na Vysoké. Stupňování hnojení bylo vesměs pozitivní až do vysoké hladiny, rozdíly mezi jednotlivými hladinami byly poměrně výrazné. Stupňování samotného fosforu se projevilo zvýšením výnosů převážně v rozpětí od 1 do 7 %. U draslíku je toto rozpětí širší, s nejvyšším přírůstkem 14,1 %, a to opět na Lípě. Při průměrném zhodnocení celé bramborářské oblasti se však rozdíly mezi hladinami draslíku stírají.

Průměrné zvýšení výrobnosti na stanovištích v bramborářské oblasti při aplikaci samotného chlévského hnoje činilo 9,7 %. Stupňováním živin v minerálních hnojivech bylo dosaženo přírůstků 45,2 až 60,8 %. Z porovnání 30 letého průměru vyplývá, že minerální hnojiva dosahují konstantní výnosovou úroveň a změna po 10 letech je zanedbatelná. Hnojení samotným hnojem v letech 1972–2002 zvýšilo výnos o 1,3 t.ha⁻¹ na 6,21 t.ha⁻¹. Rovněž výnos dlouhodobě nehnojené kontroly vzrostl v průměru celé oblasti o 1,21 t.ha⁻¹. Za reálnou je možno považovat střední, případně vysokou hladinu minerálního hnojení. Při zvyšování dávek samotného fosforu byl zaznamenán nárůst výrobnosti o 2,8 až 5 %, při stupňovaném hnojení draslíkem o 3,5 až 4,9 % (graf 2). Vedlejší produkt dosahuje průměru 12 % výrobnosti hlavního sklizňového produktu.

Tabulka 7: Průměrné roční výnosy podle stanovišť BVO za období 1972 až 2011 (OJ.ha⁻¹)

kombinace (hlavní a vedlejší produkt)	Horažďovice		Chrastava		Jaroměřice		Krásné Údolí		Libějovice	
	OJ.ha ⁻¹	%	OJ.ha ⁻¹	%	OJ.ha ⁻¹	%	OJ.ha ⁻¹	%	OJ.ha ⁻¹	%
1.Nehnojeno	4,35	100	4,42	100	4,17	100	4,59	100	4,99	100
2.HN	5,13	118,00	5,14	116,39	4,54	108,96	5,43	118,34	4,99	100
10.HN+N1P1K1	6,37	146,59	6,87	155,61	5,63	134,96	7,18	156,58	6,32	126,51
5.HN+N2P2K2	6,81	156,68	7,45	168,78	5,87	140,62	7,73	168,44	6,71	134,38
11.HN+N3P3K3	7,32	168,57	7,40	167,52	5,84	139,89	8,15	177,74	6,78	135,89
7.HN+N2P0K2	6,77	100	6,88	100	5,66	100	7,16	100	6,28	100
8.HN+N2P1K2	7,02	103,67	7,03	102,28	5,80	102,58	7,66	107,03	6,52	103,73
5.HN+N2P2K2	6,81	100,56	7,45	108,37	5,87	103,69	7,73	107,94	6,71	106,77
9.HN+N2P3K2	7,03	103,86	7,27	105,72	5,86	103,57	7,93	110,82	6,69	106,51
3.HN+N2P2K0	6,78	100	6,63	100	5,68	100	7,16	100	6,48	100
4.HN+N2P2K1	6,90	101,73	7,07	106,54	5,83	102,62	7,58	105,91	6,66	102,86
5.HN+N2P2K2	6,81	100,34	7,45	112,34	5,87	103,30	7,73	107,98	6,71	103,56
6.HN+N2P2K3	6,86	101,05	7,39	111,44	5,82	102,46	7,58	105,91	6,65	102,66
kombinace	Lípa		Staňkov		Svitavy		Vysoká		BVO	
	OJ.ha ⁻¹	%	OJ.ha ⁻¹	%	OJ.ha ⁻¹	%	OJ.ha ⁻¹	%	OJ.ha ⁻¹	%
1.Nehnojeno	4,19	100	4,48	100	4,59	100	3,88	100	5,67	100
2.HN	4,19	100	4,90	109,35	4,99	108,69	4,18	107,62	6,21	109,67
10.HN+N1P1K1	6,51	155,13	6,11	136,17	6,59	143,55	6,00	154,51	8,23	145,15
5.HN+N2P2K2	7,12	169,81	6,40	142,78	6,93	150,94	6,48	166,83	8,79	155,04
11.HN+N3P3K3	7,50	178,72	6,73	150,03	7,26	158,15	6,82	175,55	9,11	160,84
7.HN+N2P0K2	6,76	100	6,18	100	6,86	100	6,51	100	8,44	100
8.HN+N2P1K2	6,82	100,90	6,32	102,21	7,00	102,00	6,53	100,25	8,67	102,78
5.HN+N2P2K2	7,12	105,41	6,40	103,54	6,93	101,05	6,48	99,52	8,79	104,13
9.HN+N2P3K2	7,11	105,26	6,50	105,13	7,00	102,04	6,59	101,19	8,86	104,96
3.HN+N2P2K0	6,19	100	6,20	100	6,78	100	6,47	100	8,34	100
4.HN+N2P2K1	6,65	107,52	6,24	100,80	6,97	102,76	6,48	100,07	8,63	103,45
5.HN+N2P2K2	7,12	115,09	6,40	103,34	6,93	102,17	6,48	100,15	8,79	105,36
6.HN+N2P2K3	7,06	114,01	6,32	102,02	6,98	102,85	6,57	101,46	8,75	104,87

Statistická významnost výnosových rozdílů mezi kombinacemi hnojení je obdobná jako v oblasti řepařské. Statisticky významné zvýšení výnosů je dosahováno minerálním hnojením.

Porovnáme-li průměrnou výrobnost v obou oblastech (tab. 8), zjistíme, že přirozená úrodnost prezentovaná dlouhodobě nehnojenou kombinací byla před 10 lety u stanovišť v řepařské oblasti téměř o 40 % vyšší než v oblasti bramborářské. V současné době tento rozdíl činí jen 15,3 %, je tedy zřejmé, že i na černozemích trvale nehnojených úrodnost s délkou trvání pokusu klesá. Aplikace hnoje o 14,8 % zvyšuje výrobnost. Při použití minerálních hnojiv rozdíl výrobnosti činí až 10 %, a to u nejvyšší hladiny živin. V řepařské oblasti jsou vlivem výrazně lepších půdních podmínek rozdíly mezi kombinacemi velmi malé. V bramborářské oblasti na méně úrodných půdách je podstatně vyšší účinnost dodaných živin a výrobnost lehce převyšuje řepařskou oblast. Při hodnocení před 10 lety, se projevovala naopak vyšší výrobnost v řepařské oblasti.

Tabulka 8: Porovnání účinnosti stupňovaných hladin živin mezi výrobními oblastmi (OJ.ha⁻¹)

výrobní oblast	Kombinace hnojení - celková výrobnost (HP + VP)				
	1.Nehnojeno	2.HN	10.HN+N1P1K1	5.HN+N2P2K2	11.HN+N3P3K3
řepařská	6,53	7,15	8,12	8,22	8,26
bramborářská	5,67	6,21	8,23	8,79	9,11
BO = 100%	115,25	114,98	98,75	93,52	90,62

6.1.2 Posouzení účinnosti zásobního a každoročního hnojení na výrobnost

Vliv zásobního a každoročního hnojení fosforem a draslíkem je možno na stanovištích v řepařské oblasti vyhodnotit porovnáním kombinací se střední hladinou živin 5 (N₂P₂K₂ - zásobní hnojení) a 12 (N₂P₂K₂ - každoroční hnojení). Vyšší účinnost každoročního hnojení je patrná na hnědozemích v Uherském Ostrohu a Pustých Jakartcích (tab. 9). Naproti tomu méně účinné se jeví zásobní hnojení na černozemích ve Věrovanech a Žatci. Rozdíly ve výrobnosti za delší časové období jsou nevýznamné u hlavního i vedlejšího sklizňového produktu. Vzhledem ke sníženému počtu aplikací by mělo být zásobní hnojení výhodnější.

Tabulka 9: Porovnání účinnosti zásobního a každoročního hnojení (OJ.ha⁻¹)

komb.	Pusté Jakartice				Uherský Ostroh			
	HP	VP	celkem	%	HP	VP	celkem	%
5	7,21	1,54	8,74	100,0	6,41	1,17	7,59	100
12	7,33	1,59	8,92	102,04	6,68	1,26	7,94	104,63
komb.	Věrovany				Žatec			
	HP	VP	celkem	%	HP	VP	celkem	%
5	7,36	1,61	8,97	100	6,66	0,89	7,46	100
12	6,84	1,73	8,57	95,54	6,43	0,95	7,38	98,97
komb.	průměr řepařské oblasti							
	HP		VP		celkem		%	
5	6,44		0,94		7,38		100	
12	6,80		1,33		8,13		110,04	

6.1.3 Posouzení účinnosti vápnění na výrobnost

Účinnost vápnění je možno posoudit na stanovištích v bramborářské oblasti, kde je sledována kombinace bez vápnění 12 (N₃P₃K₃). Porovnání výrobnosti této kombinace s vápněnou a stejně hnojenou kombinací 11 (N₃P₃K₃) uvádí tabulka 10.

Tabulka 10: Porovnání účinnosti vápnění (OJ.ha⁻¹)

komb.	Horažďovice				Chrástava				Jaroměřice			
	HP	VP	celkem	%	HP	VP	celkem	%	HP	VP	celkem	%
11	6,50	0,83	7,32	100	6,53	0,87	7,40	100	5,29	0,54	5,84	100
12	6,58	0,79	7,37	100,6	5,76	0,85	6,61	89,3	5,27	0,53	5,81	99,5
komb.	Krásné Údolí				Libějovice				Lípa			
	HP	VP	celkem	%	HP	VP	celkem	%	HP	VP	celkem	%
11	7,23	0,92	8,15	100	6,11	0,67	6,78	100	6,66	0,78	7,44	100
12	7,31	0,894	8,20	100,6	5,96	0,59	6,55	96,5	6,49	0,79	7,28	97,8
komb.	Staňkov				Svitavy				Vysoká			
	HP	VP	celkem	%	HP	VP	celkem	%	HP	VP	celkem	%
11	6,00	0,73	6,73	100	6,28	0,93	7,217	100	6,30	0,481	6,78	100
12	5,94	0,728	6,67	99,2	6,08	0,973	7,053	97,7	6,59	0,50	7,09	104,5
komb.	průměr bramborářské oblasti											
	HP			VP			celkem			%		
11	6,32			0,75			7,07			100		
12	6,22			0,74			6,96			98,37		

U kombinace 12 s dlouhodobou absencí vápnění je patrné, že se projevuje prohlubující pokles výnosů. Zatímco před 10 lety byla výrobnost nižší oproti vápněné kombinaci pouze na čtyřech stanovištích je v současnosti deprese výnosů zřejmá již na šesti stanovištích, nejvýrazněji po celou dobu trvání pokusu na Chrástavě 10,7 %. Příčinou je výrazné okyselení půdy a s tím související horší využití živin. Změny pH půdy jsou podle stanovišť značně rozdílné.

Nejvyšší výnosy při přepočtu na obilní jednotky byly dosaženy shodně v obou oblastech u okopanin. Po nich následuje pšenice ozimá, ječmen jarní a na posledním místě jeteloviny.

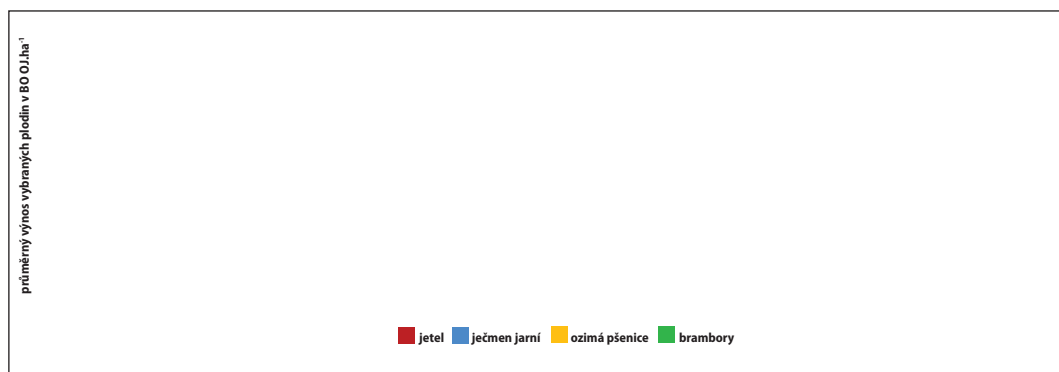
Významnější rozdíly v reakci pěstovaných plodin na použité hnojení prokázány nebyly. V obou výrobních oblastech poskytovala nejnižší výnos nehnojená kombinace,

průměrný výnos vybraných plodin v RO OL ha ⁻¹	
--	--

mírný nárůst výnosů zajistilo použití chlévského hnoje. Minerální hnojení všemi živinami se projevilo výrazným nárůstem výnosů v bramborářské oblasti u brambor o 94 % a ječmene jarního o 78 % u pšenice ozimé o 42 %. V řepařské oblasti u ječmene jarního o 36 % u a cukrovky o 30 %. Ozimá pšenice na minerální hnojení reagovala výrazně slaběji a výnos oproti kontrole vzrostl jen o 5 %.

Stupňování dávek samotného fosforu přírůstky výnosů ječmene v řepařské oblasti neovlivnilo, naproti tomu v bramborářské oblasti jen nárůst činil 5 %. Pozitivnější reakci vykazalo stupňování draslíku v obou oblastech, výnos ječmene vzrostl o 3 %. Nejlépe na hnojení draslíkem reagovaly brambory, a to nárůstem výnosu o 11 %. V řepařské oblasti všechny plodiny vyjma cukrovky zvýšily výnos v rozpětí 2,4 - 3,3 %.

Graf 4: Zhodnocení výnosů vybraných plodin zařazených v bramborářské oblasti



6.2 Odběr živin

Nároky na potřebu přístupných živin a také na odčerpání sklizněmi jednotlivými plodinami je odlišné zejména vzhledem k rozdílným půdním podmínkám. Pokus je osmihonný, s 50 % zastoupením obilnin, 25 % okopanin a 25 % jetelovin (tab. 4). V bramborářské oblasti jsou brambory zařazeny ve sledu 2x, v řepařské oblasti pouze jednou. Druhou okopaninu reprezentuje cukrovka, která je pěstována 1x ve sledu. V ŘO (tabulka 12) v průměru nejvyšší množství dusíku odebrala vojtěška, a cukrovka. Nejméně pak ječmen jarní. Odběr fosforu je vcelku vyrovnaný a v případě draslíku se na nejvyšším oděru podílela cukrovka. Odběr živin z půdy sklizněmi koresponduje se stupňováním všech živin.

Tabulka 12: Porovnání průměrného odběru živin jednotlivými plodinami v ŘO

odběr živin za sledované období		odběr živin v kg.ha ⁻¹ u vybraných kombinací hnojení				
		1.Nehnojeno	2.HN	10.HN+N1P1K1	5.HN+N2P2K2	11.HN+N3P3K3
cukrovka	N	118	134	210	231	261
	P	17	21	28	30	33
	K	165	198	260	286	317
ječmen jarní	N	69	78	104	113	123
	P	16	19	22	23	24
	K	47	54	72	78	88
brambory	N	80	98	120	131	134
	P	17	19	22	25	25
	K	110	129	168	185	200
pšenice ozimá	N	116	125	152	160	162
	P	22	23	25	25	26
	K	60	65	84	85	94
vojtěška	N	222	225	240	237	246
	P	21	22	24	24	24
	K	164	176	204	208	224
oves-vojtěška	N	119	132	154	163	170
	P	15	16	21	22	25
	K	112	131	171	184	212

V BO (tab. 13) se jako nejnáročnější živina z pohledu odebraného množství živin jeví jetel, přičemž rozdíly mezi hladinami jsou vcelku konstantní. Ječmen jarní podobně jako v ŘO vykazuje nejnižší odběr živin, odběr živin je v paralele se stupňováním dodaných živin. Při porovnání obou výrobních oblastí, je parný nižší odběr živin v BO vzhledem k méně příznivým půdním podmínkám.

Tabulka 13: Porovnání průměrného odběru živin jednotlivými plodinami v BO

odběr živin za sledované období		odběr živin v kg.ha ⁻¹ u vybraných kombinací hnojení				
		1.Nehnojeno	2.HN	10.HN+N1P1K1	5.HN+N2P2K2	11.HN+N3P3K3
ječmen jarní	N	53	58	87	97	108
	P	12	14	19	20	21
	K	32	36	56	64	73
brambory	N	74	87	133	148	169
	P	13	14	20	22	26
	K	111	128	196	215	250
ozimá pšenice	N	86	90	132	149	159
	P	17	19	24	26	26
	K	45	48	70	77	85
jetel	N	262	276	298	295	296
	P	27	30	33	33	35
	K	190	211	261	263	283
oves-jetel	N	83	96	123	133	149
	P	11	13	18	20	22
	K	85	100	154	171	200

6.3 Bilance živin

Bilance vyjadřuje v obecném pojetí rozdíl mezi množstvím živin vstupujících do půdy (vstupy) a množstvím živin opouštějících půdu prostřednictvím sklizně (výstupy). V jednoduché bilanci sestavené z výsledků hodnocených pokusů jsou vstupem živiny dodané do půdy v chlévském hnoji a minerálních hnojivech a výstupem živiny odčerpané výnosy pěstovaných plodin. Průměrné roční dávky živin použité při výpočtu bilance uvádí tabulka 14.

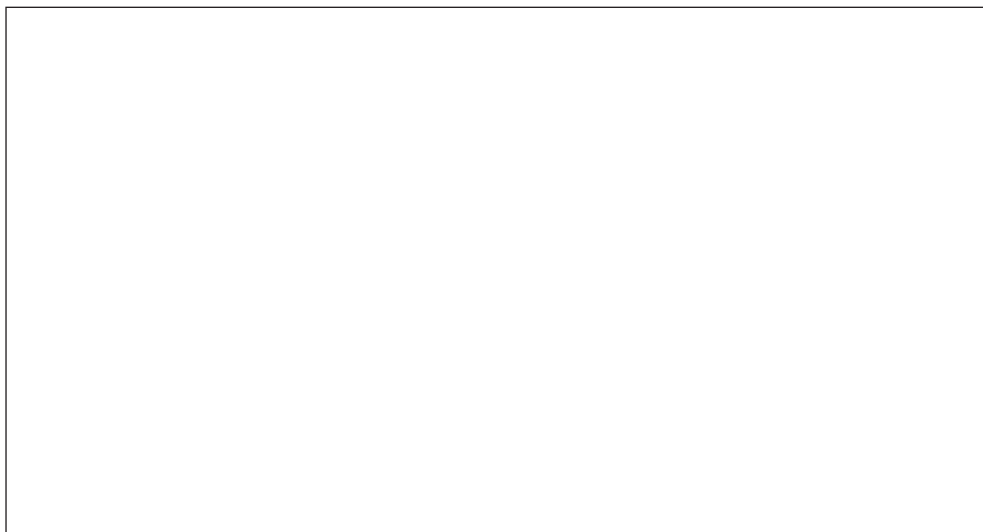
Tabulka 14: Průměrné roční dávky živin v minerálních a organických hnojivech (kg.ha⁻¹)

hnojiva	hladina živin	řepařská oblast					bramborářská oblast				
		dusík N	fosfor		draslík		dusík N	fosfor		draslík	
			P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K		P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K
minerální	1 - N	58	48	21	61	51	58	53	23	69	57
	2 - S	87	76	33	97	81	88	80	35	108	90
	3 - V	115	112	49	143	119	117	116	51	158	131
chl. hnůj	všechny	25	17	8	43	35	25	17	8	43	35
miner. + chl. hnůj	1 - N	83	65	29	104	86	83	70	31	112	92
	2 - S	112	93	41	140	116	113	97	43	151	125
	3 - V	140	129	57	186	154	142	133	59	201	166

Přestože byl z pokusných parcel odvezen vždy celý sklizený produkt (hlavní i vedlejší) byla při výpočtu bilance zvolena i varianta zapravení vedlejšího produktu zpět do půdy. V tomto případě jsou výstupem pouze živiny obsažené v hlavním produktu. U sledovaných pokusů je tato varianta pouze teoretická naznačující možnost úspory hnojiv při vracení slámy, chrástu a ostatních vedlejších produktů zpět do půdy. Aby bylo možné porovnat bilanci živin s trendem vývoje přístupného fosforu a draslíku v půdě na jednotlivých stanovištích, je bilance uvedena (tabulky 15 - 20) podle stanovišť a průměr za řepařskou a bramborářskou oblast (grafy 5 - 7).

6.3.1 Zhodnocení bilance dusíku

Z výsledků bilance dusíku v řepařské i bramborářské oblasti je zřejmé, že při odvozu obou sklizených produktů je bilance N až do vysoké hladiny, tj. 140 kg N.ha⁻¹, záporná, v obou oblastech téměř shodně -55 až 53 kg N.ha⁻¹. Ani tato hladina hnojení nedostačuje na žádném ze sledovaných stanovišť pokrýt dusík odčerpaný výnosem (graf 5). Vzhledem k nižší produkci v bramborářské oblasti byl v období 30letého hodnocení bilanční deficit nižší, jednoznačně záporný oproti řepařské oblasti. Při porovnání výhradního hnojení hnojem, je zřejmá jeho vyšší účinnost v bramborářské oblasti, kde je bilance záporná -67 kg N.ha⁻¹, naproti tomu v řepařské oblasti deficit dosahuje -112 kg N.ha⁻¹.



Tabulka 18: Bilance fosforu podle stanovišť v bramborářské oblasti (kg P.ha⁻¹)

stanoviště	délka hodnocení	1. Nehnojeno	7. P0	8. P1	5. P2	9. P3
Horažďovice	1978 - 2011	-15	-7	10	23	43
Chrastava	1977 - 2011	-16	-10	8	20	42
Jaroměřice	1975 - 2011	-14	-5	14	27	53
Kr. Údolí	1977 - 2009	-16	-7	12	27	52
Libějovice	1974 - 2009	-14	-6	15	29	54
Lípa	1974 - 2011	-15	-8	12	25	50
Staňkov	1981 - 2011	-14	-6	5	27	52
Svitavy	1981 - 2011	-15	-9	11	25	50
Vysoká	1983 - 2011	-12	-5	15	29	54
Průměr bramborářské oblasti		-15	-7	11	26	50

6.3.3 Zhodnocení bilance draslíku

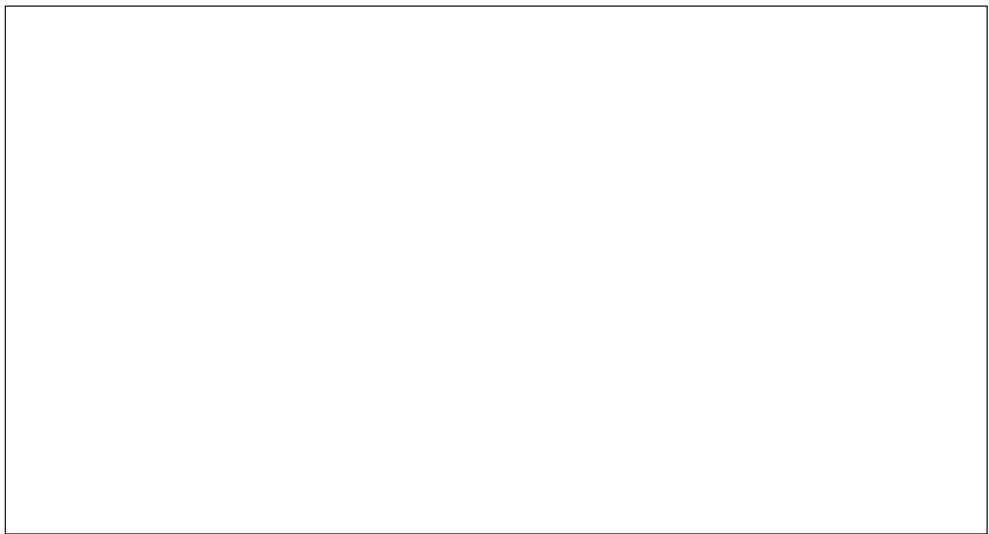
Z výpočtu bilance draslíku je patrný rozdíl mezi stanovišti v řepařské a bramborářské oblasti. V řepařské oblasti je bilance K při odpočtu celého produktu jednoznačně záporná až po vysokou hladinu hnojení K₃ (116 kg K.ha⁻¹) s výjimkou Žatce, proto vyrovnané bilanci by odpovídala dávka K přibližně 170 kg.ha⁻¹.

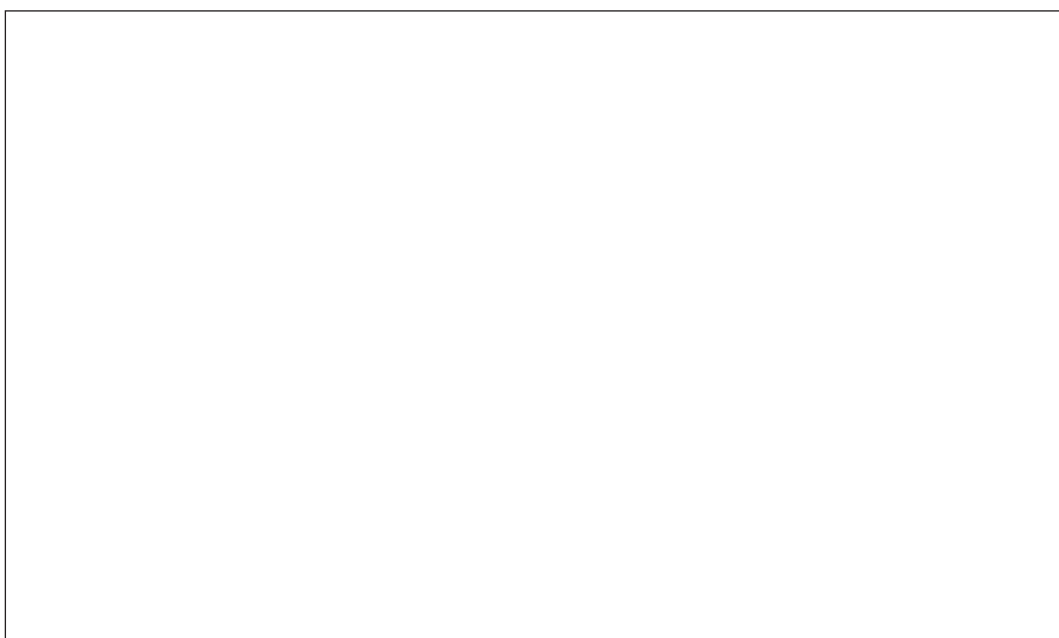
Většina stanovišť v bramborářské oblasti vykazuje vyrovnanou bilanci draslíku až při vysoké hladině hnojení K₃, tj. při dávce cca 142 kg K.ha⁻¹.

Při odpočtu draslíku odčerpaného pouze hlavním produktem byla na kombinaci s nízkou K₁ a střední K₂ hladinou hnojení dosažena v obou oblastech záporná bilance K, přičemž hlubší deficit vykazuje řepařská oblast.

Tabulka 19: Bilance draslíku podle stanovišť v řepařské oblasti (kg K.ha⁻¹)

stanoviště	délka hodnocení	1. Nehnojeno	3. K0	4. K1	5. K2	6. K3
P. Jakartice	1979 - 2011	-75	-81	-51	-43	-18
Uh. Ostroh	1972 - 2011	-109	-117	-78	-56	-12
Věrovany	1990 - 2011	-130	-128	-90	-75	-34
Žatec	1972 - 2011	-82	-53	-29	-10	11
Průměr řepařské oblasti		-99	-95	-62	-46	-13





U stanovišť v řepařské oblasti, kde je potřeba vápnění nízká nebo žádná, jsou hodnoty pH vesměs stabilní. Při porovnání průměrné hodnoty pH před založením pokusů a po trvání čtyřiceti let je jasně patrný trend okyselování půdy v souvislosti s nejvyšší hladinou minerálního hnojení (kombinace 11).

Na stanovištích v bramborářské oblasti (graf 9) se vlivem intenzivnějšího a pravidelného vápnění pH postupně zvyšuje, i když mírné okyselování půdy vlivem stupňovaných dávek živin je rovněž patrné. Výraznější okyselení půdy je evidentní především u kombinace 12 (tab. 21) kde se projevuje dlouhodobá absence vápnění i vysoká hladina minerálního hnojení. Těsný poměr mezi půdní reakcí a přístupným Ca v půdě názorně dokládá právě tato kombinace, na níž je obsah vápníku výrazně nižší v porovnání s nehnojenou a nevápněnou kombinací 1.

Case No.	Case Name	Case Address	Case City	Case State	Case Zip	Case Phone	Case Email	Case Date	Case Time	Case Status	Case Notes
1	John Doe	123 Main St	New York	NY	10001	212-555-1234	john.doe@example.com	2023-10-27	14:30	Completed	Initial assessment and data collection.
2	Jane Smith	456 Elm St	Los Angeles	CA	90001	310-555-5678	jane.smith@example.com	2023-10-28	10:00	In Progress	Interview with subject and review of records.
3	Robert Johnson	789 Oak St	Chicago	IL	60601	312-555-9012	robert.johnson@example.com	2023-10-29	09:00	Pending	Awaiting further information from the subject.
4	Emily White	101 Pine St	San Francisco	CA	94101	415-555-3456	emily.white@example.com	2023-10-30	11:00	Completed	Final report and analysis completed.
5	Michael Brown	202 Cedar St	Phoenix	AZ	85001	602-555-7890	michael.brown@example.com	2023-10-31	13:00	In Progress	Interview with subject and review of records.
6	Sarah Green	303 Birch St	Philadelphia	PA	19101	215-555-2345	sarah.green@example.com	2023-11-01	10:00	Pending	Awaiting further information from the subject.
7	David Black	404 Maple St	San Diego	CA	92101	619-555-6789	david.black@example.com	2023-11-02	14:00	Completed	Final report and analysis completed.
8	Lisa Gray	505 Elm St	Seattle	WA	98101	206-555-0123	lisa.gray@example.com	2023-11-03	09:00	In Progress	Interview with subject and review of records.
9	James Hall	606 Oak St	Portland	OR	97201	503-555-4567	james.hall@example.com	2023-11-04	11:00	Pending	Awaiting further information from the subject.
10	Amanda King	707 Pine St	Denver	CO	80201	303-555-8901	amanda.king@example.com	2023-11-05	13:00	Completed	Final report and analysis completed.

parametr	1. Nehnojeno	2. CHL.HN.	10. N1P1K1	5. N2P2K2	11. N3P3K3	12.N3P3K3 nevápněná
pH/CaCl ₂	5,8	6,3	6,1	6,1	5,9	5,0
Ca 1972-2003	1669	2108	2025	2036	1985	1398
Ca 2009-2011	1685	1942	1895	1878	1798	1366

Vliv stupňovaného hnojení P a K na změny obsahu těchto přístupných živin v půdě je sledován na kombinacích 7 (P₀), 8 (P₁), 5 (P₂), 9 (P₃) a kombinacích 3 (K₀), 4 (K₁), 5 (K₂), 6 (K₃). Na všech stanovištích v řepařské i bramborářské oblasti (tab. 22 a 23) je u fosforu v půdě patrný nárůst obsahu od hladiny hnojení P₀ po P₃. Kombinace bez hnojení fosforem, případně s nízkou hladinou P snížily obsah v půdě proti hodnotě před založením pokusů. Kombinace se střední a vysokou hladinou vykazují hodnoty vyšší. Patrný je i nárůst obsahu přístupného P v půdě v průběhu sledování. Průměrné obsahy z období let 2000 - 2002, 1981 - 1983 vykazují nárůst proti období 2009 - 2011 úměrný stupňovaným dávkám. Obsah fosforu v půdě nepoklesl ani na kombinaci hnojené pouze chlévským hnojem.

Tabulka 22: Porovnání průměrných změn obsahů přístupného P a K v půdě v řepařské oblasti, Mehlich III (mg.kg⁻¹ suš. půdy)

stanoviště	období	před založením	7. P0	8. P1	5. P2	9. P3	před založením	3. K0	4. K1	5. K2	6. K3
Pusté Jakartice	81 - 83	61	54	65	76	73	119	106	113	122	106
	00 - 02		60	81	79	103		83	85	108	131
	09 - 11		62	82	75	88		111	122	160	176
Uherský Ostroh	81 - 83	52	43	53	74	69	271	278	311	334	368
	00 - 02		52	63	87	95		221	249	249	309
	09 - 11		56	71	119	126		252	266	328	411
Věrovany	81 - 83	79	71	75	83	89	165	175	162	173	224
	00 - 02		78	89	91	95		158	147	169	175
	09 - 11		78	96	83	120		156	159	164	206
Žatec	81 - 83	54	48	61	54	66	238	168	189	226	251
	00 - 02		51	76	111	111		171	201	288	404
	09 - 11		66	87	101	118		173	221	238	446

Tabulka 23: Porovnání průměrných změn obsahů přístupného P a K v půdě na stanovištích v bramborářské oblasti, Mehlich III (mg.kg⁻¹ suš. půdy)

stanoviště	období	před založením	7. P0	8. P1	5. P2	9. P3	před založením	3. K0	4. K1	5. K2	6. K3
Horažďovice	81 - 83	49	44	65	63	75	148	110	114	136	145
	00 - 02		42	73	82	105		86	107	116	127
	09 - 11		47	122	76	91		113	141	151	182
Chrástava	81 - 83	64	61	71	84	94	191	170	190	210	222
	00 - 02		51	65	82	86		102	124	141	176
	09 - 11		58	67	87	114		117	165	190	224
Jaroměřice	81 - 83	52	44	60	66	72	195	158	189	199	223
	00 - 02		57	85	115	131		172	182	204	214
	09 - 11		68	101	124	165		165	179	220	299
K. Údolí	81 - 83	29	21	34	33	43	104	78	86	96	94
	00 - 02		17	42	50	89		80	85	101	98
	07 - 09		15	48	42	83		113	96	101	117
Libějovice	81 - 83	61	49	72	78	94	170	112	163	175	191
	00 - 02		76	106	95	153		118	129	164	199
	07 - 09		79	111	89	144		114	135	180	202
Lípa	81 - 83	56	41	49	64	67	147	109	133	142	156
	00 - 02		42	56	79	102		75	80	102	137
	09 - 11		52	57	86	98		83	150	127	186
Staňkov	81 - 83	66	50	60	67	80	126	112	121	125	124
	00 - 02		51	63	77	83		106	108	122	145
	09 - 11		48	67	65	94		151	150	179	258
Svitavy	81 - 83	74	65	67	77	82	230	216	235	240	243
	00 - 02		49	72	87	85		134	145	165	222
	09 - 11		71	86	96	111		134	149	190	233
Vysoká	81 - 83	65	61	75	85	91	200	122	147	151	163
	00 - 02		52	82	79	109		88	113	125	194
	09 - 11		58	79	76	103		125	145	198	247

Graf 10: Porovnání průměrných změn obsahů přístupného P v půdě ($\text{mg P} \cdot \text{ha}^{-1}$) Mehlich III

Řepařská oblast

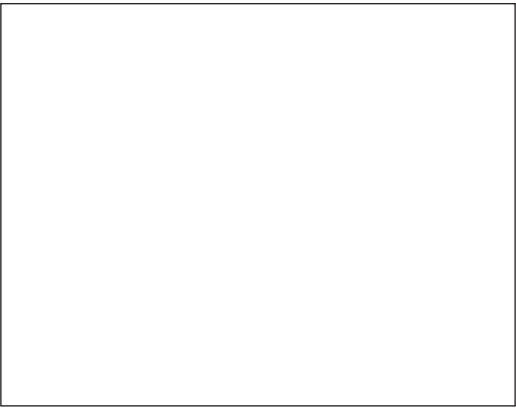
Bramborářská oblast

Graf 11: Porovnání průměrných změn obsahů přístupného K v půdě ($\text{mg K} \cdot \text{ha}^{-1}$) Mehlich III

Řepařská oblast

Bramborářská oblast

Statistické hodnocení jednofaktorovou analýzou variance a významnost rozdílů mezi kombinacemi hnojení testovaná Tuckey - Kramer testem jsou podle výrobních oblastí značně rozdílné. V bramborářské oblasti je vztah mezi stupňovaným hnojením fosforem nebo draslíkem a přístupným obsahem těchto živin v půdě úzký. Obsah přístupného P v půdě na kombinaci 7 (P_0) je významně nižší než obsahy na kombinacích 5 a 9



Uvedené porovnání prokazuje zřetelnou tendenci ve vztahu mezi stupňovanými hladinami fosforu a draslíku, vypočítanou bilancí a změnami obsahu přístupného P a K v půdě. U fosforu se kladná bilance ve všech případech projevuje nárůstem obsahu této živiny v půdě. U draslíku znamená posun k vyrovnané bilanci spíše stabilizaci obsahu v půdě. Z uvedeného je možné vyvodit, že průběžně sledovaná bilance živin, periodicky doplňovaná analýzou půdy poskytuje velmi dobrou informaci o stavu zásobenosti půdy přístupnými živinami.

6.6 Vliv hnojení na kvalitu produkce

Ve sklizených hlavních produktech se v průběhu vedení pokusu sleduje každoročně u obilnin hmotnost tisíce semen, u cukrovky cukernatost a u brambor škrobnatost. Průměrné hodnoty těchto rozborů za celou dobu sledování jsou uvedeny v tabulce 24.

Tabulka 24: Kvalitativní ukazatelé

plodina	ukazatel	kombinace hnojení				
		1.Nehnojeno	2. CHL.HN.	10. N1P1K1	5. N2P2K2	11. N3P3K3
řepařská oblast						
pšenice ozimá	HTS g	40,4	40,6	39,4	38,8	38,7
	relativně %	100	100,6	97,5	96,0	95,8
ječmen jarní	HTS g	42,1	42,6	41,6	40,5	39,7
	relativně %	100	101,1	98,8	96,3	94,3
cukrovka	cukernatost v %	16,2	16,0	15,1	14,7	14,4
	relativně	100	99,2	93,2	90,6	89,3
bramborářská oblast						
pšenice ozimá	HTS g	40,7	40,9	39,7	38,6	37,0
	relativně %	100	100,6	97,5	94,8	91,0
ječmen jarní	HTS g	44,3	42,4	43,4	43,8	43,4
	relativně %	100	95,9	98,2	98,9	98,1
brambory	škrobnatost %	15,6	15,2	14,5	14,2	13,7
	relativně %	100	97,7	93,2	91,4	88,2

Rozdíly mezi zjištěnými hodnotami nejsou výrazné, ale přesto jsou při stupňování dávek živin patrné jisté tendence. Nejvyšší hodnoty HTS, obsahu cukru i škrobu byly zjištěny při třicetiletém hodnocení, ale i všech čtyřiceti let sledování na nehnojené kombinaci (1) a kombinaci se samotným chlévským hnojem (2). Počínaje nízkou úrovní hnojení minerálními hnojivy (kombinace 10) dochází především ke snižování cukernatosti a škrobnatosti a při dalším stupňování dávek živin i k většímu poklesu hodnot HTS. Vysoká úroveň hnojení minerálními hnojivy (kombinace 11) snížila HTS pšenice i ječmene přibližně o 2 %, obsah cukru a škrobu se snížil přibližně o 11 %.

Samostatné stupňování pouze fosforu nebo draslíku sledované kvalitativní parametry téměř neměnilo, žádné tendence působení těchto dvou živin nejsou patrné. Vliv na kvalitu má především dusík, a to v daných případech negativní.

6.7 Stanovení účelné úrovně hnojení

Použitá úroveň hnojení by měla splňovat předpoklad pro dosažení dobrého výnosu pěstovaných plodin a současně by měla zajistit stabilitu zásoby živin v půdě. V hodnoceném období pokusu je možné stanovit účelnou úroveň hnojení základními živinami N, P, K odvozením od dosahované produkce, vypočítané bilance živin a u P a K rovněž ze změn jejich obsahu v půdě. V osevním postupu je zastoupeno 50 % obilovin, 25 % jetelovin, 25 % okopanin a při pravidelném organickém hnojení k okopaninám je možné na základě dlouhodobého sledování zobecnit systém hnojení následovně.

Při hodnocení dlouhodobého trendu je patrné, že průměrná roční produkce v posledních deseti letech vzrostla. Průměrná produkce čtyřiceti let u všech kombinací minerálně hnojených překročila hranici 8 OJ.ha⁻¹. Při třicetiletém hodnocení činila roční produkce 7,5 OJ.ha⁻¹, v řepařské oblasti sejevila jako dostačující nízká až střední hladina minerálního hnojení, což odpovídá přibližně 210 kg.ha⁻¹ (80 kg N + 50 kg P₂O₅ + 80 kg K₂O).

I v bramborářské oblasti produkce za poslední desetiletí vzrostla, jestliže po třicetiletém období se blížila k 7 OJ.ha⁻¹, pak v souhrnu čtyřicetiletého období překračuje 8 OJ.ha⁻¹ a nevyšší hladina živin překročila 9 OJ.ha⁻¹. V bramborářské oblasti je vzhledem k dlouhodobé vyšší účinnosti živin účelná střední, případně vysoká hladina hnojení, tj. cca 280 kg.ha⁻¹ (90 kg N + 80 kg P₂O₅ + 110 kg K₂O).

Tabulka 25: Stanovení účelné úrovně hnojení

výrobní oblast	živina	potřeba živin v minerálních hnojivech (kg.ha ⁻¹)		
		podle výnosu	podle bilance	podle obsahu v půdě
řepařská	N	80	160	nestanoveno
	P ₂ O ₅	50	50	30
	K ₂ O	80	150	100
bramborářská	N	90	140	nestanoveno
	P ₂ O ₅	80	50	30
	K ₂ O	110	150	150

Z bilance živin při odvozu celého produktu vyplynulo pro obě výrobní oblasti, že vyrovnanou bilanci nezaručuje u dusíku ani vysoká hladina dusíkatého hnojení, u fosforu postačuje nízká hladina a u draslíku je dostatečná až vysoká hladina hnojení. To představuje průměrnou roční dávku v řepařské oblasti přibližně 160 kg N.ha⁻¹, 50 kg P₂O₅.ha⁻¹ a 150 kg K₂O.ha⁻¹, celkem 360 kg.ha⁻¹. V bramborářské oblasti taktéž 140 kg N.ha⁻¹, 50 kg P₂O₅.ha⁻¹ a 150 kg K₂O.ha⁻¹, celkem 340 kg.ha⁻¹.

Na základě dlouhodobých změn obsahu přístupného fosforu a draslíku v půdě vyplývá, že pro udržení obsahu P v půdě na počátečním stavu postačuje v obou výrobních oblastech průměrná roční dávka fosforu na úrovni kombinace minerálně fosforem nehno-

jené nebo kombinace s nízkou hladinou hnojení, což odpovídá přibližně 30 kg P_2O_5 .ha⁻¹. Obdobně pro udržení počátečního stavu přístupného draslíku v půdě v řepařské oblasti postačuje střední, v bramborářské pak vysoká hladina draselného hnojení, tj. cca 100 a 150 kg K_2O .ha⁻¹.

Z popsaných tří možností pro stanovení úrovně minerálního hnojení možno považovat při daných podmínkách za účelnou pro dosažení odpovídající produkce a udržení dobré zásobenosti půdy P a K průměrnou roční dávku 100 - 120 kg N, 30 kg P_2O_5 a 100 - 150 kg K_2O , celkem 230 - 300 kg.ha⁻¹ živin. Horní hranice uvedené rozpětí by měla být s ohledem na draslík preferována na půdách v bramborářské oblasti.

7. ZÁVĚR

V dlouhodobém přesném polním pokusu se sleduje dvanáct kombinací se stupňovanými dávkami základních živin se zaměřením především na dosahovanou produkci a obsah přístupného fosforu a draslíku v půdě. Ze zjištěných poznatků lze formulovat tyto závěry:

- Stupňované hnojení zvyšuje výnosy pěstovaných plodin na všech pokusných stanovištích. V řepařské oblasti jsou dosahovány vlivem výrazně lepších půdních podmínek vyšší výnosy, v bramborářské oblasti na méně úrodných půdách je podstatně vyšší účinnost dodaných živin.
- V řepařské oblasti je z hlediska výrobnosti postačující nízká až střední hladina hnojení, v bramborářské oblasti střední, případně vysoká hladina hnojení.
- Účinnost zásobního a každoročního hnojení fosforem a draslíkem je výnosově dosti podobná. Depresivní vliv dlouhodobé absence vápnění na výnosy se projevil pouze na stanovištích s výrazným okyselením půdy.
- Na nejvyšším odběru dusíku se v řepařské oblasti podílela vojtěška a cukrovka. Nejméně pak ječmen jarní. Odběr fosforu je vcelku vyrovnaný a v případě draslíku se na nejvyšším odběru podílela opět cukrovka. Stupňování všech živin koresponduje i s odběrem živin z půdy sklizněmi. V bramborářské oblasti je nejnáročnější živinou z pohledu odebraného množství živin jetel, přičemž rozdíly mezi hladinami jsou vcelku konstantní. Ječmen jarní podobně jako v BO vykazuje nejnižší odběr živin. Při porovnání obou výrobních oblastí, je parný nižší odběr živin v BO vzhledem k méně výhodným půdním podmínkám.
- Ze sledovaných plodin nejlépe reagovaly na stupňované hnojení všemi živinami brambory a ječmen jarní. Při stupňování samotného fosforu a draslíku byla prokázána výraznější reakce na draslík u vojtěšky a na obě živiny u brambor.
- Pro dosažení vyrovnané bilance živin je hnojení dusíkem nedostačující, u fosforu postačuje nízká a u draslíku je nutná vysoká hladina hnojení. Výrazné zlepšení bilance, především u dusíku a draslíku, by nastalo při zpětném zapravení vedlejšího produktu do půdy.
- Vývoj půdní reakce závisí na použitém vápnění a hladině minerálního hnojení. Obsah přístupného fosforu v půdě se v obou výrobních oblastech od nízké hladiny hnojení postupně zvyšuje. U draslíku je v řepařské oblasti patrné jeho zvyšování v půdě až při vysoké hladině hnojení, v bramborářské oblasti dostahuje vysoká hladina pouze k udržení obsahu v půdě na původní úrovni.
- Výrazný vliv stupňovaného hnojení fosforem i draslíkem na jejich obsah v půdě prokázaly všechny porovnávané analytické metody. V současné době používaná metoda podle Mehlicha III je s ostatními metodami z hlediska diagnostiky výživy rostlin plně srovnatelná a pro své provozní přednosti je nejvýhodnější.
- Mezi stupňovanými dávkami fosforu a draslíku, vypočtenou bilancí a změnami obsahu přístupného P a K v půdě je zřetelná závislost. U fosforu představuje kladná bilance nárůst obsahu této živiny v půdě. U draslíku znamená posun

k vyrovnané bilanci stabilizaci obsahu v půdě. Průběžně sledovaná bilance P a K, periodicky doplňovaná analýzou půdy, poskytuje velmi dobrou informaci o stavu zásobenosti půd těmito živinami.

- Sledované kvalitativní parametry produkce ovlivnilo negativně stupňované hnojení dusíkem. Při stupňování pouze fosforu nebo draslíku nejsou změny ve sledovaných parametrech patrné.
- Na základě dosahované produkce, bilance živin a obsahu přístupného P a K v půdě je možné při daných podmínkách považovat za účelné minerální hnojení s průměrnou roční dávkou 100 až 120 kg N, 30 kg P_2O_5 a 100 až 150 kg K_2O . ha⁻¹. Horní hranice uvedeného rozpětí by měla být s ohledem na draslík preferována na půdách v bramborářské oblasti.

8. LITERATURA

1. BAIER J., (1969): Abeceda výživy a hnojení rostlin, STZ. Praha, 94 -97 s.
2. HLUŠEK J., RICHTER R., (2009): Balance živin v rostlinné výrobě ČR a potřeba hnojení. Racionální použití hnojiv sborník z konference 15, ISBN 978-80-213-2006-2,58 s.
3. NEUBERG J., (1990): Komplexní metodika výživy rostlin, ÚVTIS Praha, 1990,41-43 s.
4. TRÁVNÍK K. a kol (2004): 30 let dlouhodobých výživářských pokusů, ISBN 80-86548-43-0, ÚKZUZ

Vydavatel: **Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský ÚKZÚZ**
Sekce úřední kontroly
Hroznová 2, 656 06 Brno

Autoři textu: **Ing. Vladimír Klement, CSc.**
Ing. Michaela Smatanová, PhD.
Ing. Karel Trávník, kapitola „Historie založení pokusů“

Lektor: **Mgr. Jan Lipavský, CSc.** VÚRV, v.v.i. Praha

Vydal: ÚKZÚZ Brno
Publikace je neprodejná

Náklad: 250 ks

Vydání: první

Počet stran: 96

Fotografie na obálce: Ladislav Kubík a Michaela Smatanová

Grafická úprava: Oddělení správy dokumentů, ÚKZÚZ, Hroznová 2, Brno

Tisk: Oddělení správy dokumentů, ÚKZÚZ, Hroznová 2, Brno

ISBN: 978-80-7401-062-0

