

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**

**Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin**

---



## **Vliv antropogenní činnosti na chemismus půdy**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*

doc. RNDr. Lubica Pospíšilová, CSc.

*Vypracovala:*

Adéla Tlušťáková

---

Brno 2016



**Agronomická  
fakulta**

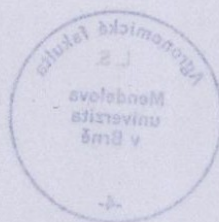
Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin  
Akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Adéla Tlušťáková**  
Studijní program: Zemědělská specializace  
Obor: Pozemkové úpravy a ochrana půdy  
Název tématu: **Vliv antropogenní činnosti na chemismus půdy**  
Rozsah práce: 30 – 40 stran

Zásady pro vypracování:

1. Literární rešerše o obsahu makro a mikro prvků v půdě.
2. U vybraných intenzivně obhospodařovaných půd bude stanoven obsah základních živin, množství a kvalita humusu a půdní reakce.
3. Budou využity standardní metody a analytické postupy.
4. Porovnání chemických vlastností půdy při orbě a minimalizačním zpracování půdy.
5. Statistické zpracování dat pomocí ANOVA jeden faktor.
6. Závěr a vyhodnocení vlivu antropogenní činnosti na kvalitu půdy.



Mendelova  
univerzita  
v Brně

Seznam odborné literatury:

1. ŠARAPATKA, B. – ABRAHAMOVÁ, M. – ČÍŽKOVÁ, S. – DOTLAČIL, L. – HLUCHÝ, M. – KŘEN, J. – KURAS, T. – LAŠTŮVKA, Z. – LOSOSOVÁ, Z. – POKORNÝ, E. – POKORNÝ, J. – POKORNÝ, R. – SALAŠOVÁ, A. – TKADLEC, E. – TUF, I. – VÁCHA, M. – ZÁMEČNÍK, V. – ZEIDLER, M. – ŽALUD, Z. *Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření*. 1. vyd. Olomouc: Bioinstitut, o.p.s., 2010. 440 s. ISBN 978-80-87371-10-7.
2. POKORNÝ, E. Agrochemické půdní limity. In REJSEK, K. – HOUŠKA, J. *Pedologické dny 2001 "půda, její funkce, vlastnosti a taxonomie v zemědělské a lesní krajině"*. Brno: ČPS, 2001, s. 74–76. ISBN 80-7157-526-7.
3. BARTLOVÁ, J. – POKORNÝ, E. Effect of different soil tillage on wet aggregate stability. *No-venytermeles*. 2010. č. 59, s. 21–24. ISSN 0546-8191.
4. POKORNÝ, E. *Fytotrofické půdní režimy jako jeden z faktorů nosné kapacity prostředí*. Di-sertační práce. Brno: MZLU v Brně, 1999. 139 s.
5. PRAX, A. – POKORNÝ, E. *Klasifikace a ochrana půd*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004. 175 s. ISBN 80-7157-746-4.
6. POKORNÝ, E. *Klasifikace a ochrana půd*. Brno: MZLU v Brně, 1996. 143 s. ISBN 80-7157-186-5.
7. POSPÍŠILOVÁ, L. – POKORNÝ, E. Kvalita půdy při různých systémech obhospodařování. In *mezinárodní vědecká konference 10. pedologické dny 2004*. Roztoky u Křivokláta: VÚMOP Praha, 2004, s. 58–59. ISBN 80-213-1248-3.
8. BADALÍKOVÁ, B. – POKORNÝ, E. – ČERVINKA, J. Změna půdního prostředí při různých technologiích zpracování půdy k cukrovce. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 2009. sv. 125, č. 11, s. 308–311. ISSN 1210-3306.
9. DENEŠOVÁ, O. – STRÁLKOVÁ, R. – PODEŠVOVÁ, J. – POKORNÝ, E. Změny kvality humusu a biologické aktivity diagnostikují poruchy půdy. *Obilnářské listy*. 2006. č. 2, s. 28–30. ISSN 1212-138X.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2016

*Thesofkova*  
**Adéla Tlušťáková**  
Autorka práce



*Lubica Pospíšilová*  
**doc. RNDr. Lubica Pospíšilová, CSc.**  
Vedoucí práce

*Petr Škarpa*  
**Ing. Petr Škarpa, Ph.D.**  
Vedoucí ústavu

*Pavel Ryant*  
**doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.**  
Děkan AF MENDELU

## PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své bakalářské práce doc. RNDr. Lubici Pospíšilové, CSc. za poskytnuté informace a rady, za trpělivost a především za kladný přístup při konzultacích. Ráda bych také poděkovala své rodině a přátelům za podporu po celou dobu mého studia.

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci „Vliv antropogenní činnosti na chemismus půdy“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem)si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

## ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na sledování vlivů antropogenní činnosti na chemické vlastnosti půdy. Cílem je sledovat změnu chemických vlastností půdy při různém způsobu hospodaření. Objektem studia byly – *kambizem modální* (Svárov) a *černozem luvická* (Unčovice). Na obou půdách se prováděla orba a minimalizace. Sledovali jsme půdní reakci, obsah živin a obsah a kvalitu humusu. Došli jsme k závěru, že větší antropogenní vliv se projevil u kambizemí ve srovnání s černozeměmi.

Klíčová slova: Kambizemě, Černozemě, Chemické vlastnosti půdy

## ABSTRACT

Bachelor thesis is focused on studying of anthropogenic activities on soil chemical properties. The aim was to determine selected soil chemical properties (soil reaction, nutrients content and humus content and quality). The objects of study were – *Modal Cambisol* (Svárov) and *Luvic Chernozem* (Unčovice) under conventional tillage system and minimum tillage system. We came to the conclusion that more affected by anthropogenic activities were Cambisols than Chernozems.

Keywords: Cambisols, Chernozems, Chemicalsoilproperties

# OBSAH

1. ÚVOD .....	9
2. CÍL .....	10
3. LITERÁLNÍ PŘEHLED .....	11
3.1 Referenční třída KAMBISOLY .....	11
3.2 Referenční třída ČERNOSOLY .....	12
3.3 Antropogenní vlivy na půdu.....	13
3.4 Základní zpracování půdy .....	14
3.4.1 Orba .....	14
3.4.2 Minimální zpracování půdy.....	17
3.5 Chemismus půdy .....	20
3.5.1 Minerální síla půdy .....	20
3.5.2 Půdní reakce .....	22
3.6 Elementární složení půdy.....	23
3.6.1 Makroprvky .....	24
3.6.1.1 Dusík .....	24
3.6.1.2 Fosfor .....	25
3.6.1.3 Draslík .....	25
3.6.1.4 Vápník .....	26
3.6.1.5 Síra .....	27
3.6.1.6 Hořčík.....	27
3.6.2 Mikroprvky.....	28
3.6.2.1 Mangan.....	28
3.6.2.2 Zinek .....	28
3.6.2.3 Měď .....	29
3.6.2.4 Bór.....	29
3.6.2.5 Molybden.....	30
4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	31
4.1 Objekt studia .....	31
4.1.1 Lokalita Unčovice.....	31
4.1.2 Lokalita Svárov.....	33
4.2 Metody studia .....	37
4.2.1 Zrnitostní složení půd.....	37
4.2.2 Půdní reakce .....	38

4.2.3	Stanovení živin podle Mehlich III .....	39
4.2.4	Stanovení obsahu humusu .....	40
4.2.5	Optické vlastnosti humusových látek.....	41
5	VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ.....	42
6	DISKUZE .....	47
7	ZÁVĚR.....	48
8	POUŽITÁ LITERATURA .....	49
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	53
	SEZNAM TABULEK.....	54



## 1. ÚVOD

Půda je přírodní útvar, který je výsledkem dlouhodobého vývoje. Působení hydrosféry, litosféry, atmosféry a biosféry dochází k vytvoření tohoto přírodního a pro život velmi důležitého útvaru. Vznikla zvětráváním zemské kůry a z organických zbytků.

Na půdu se můžeme dívat hned několika směry, například jako na zdroj surovin, potravin nebo zdroj poznání. Suroviny, které jsou uloženy v půdě (ropa, zemní plyn, uhlí) nám do značné míry usnadňují a vylepšují život. Je také jasné, že bez půdy bychom nedokázali žít. Neměli bychom si na čem vypěstovat potraviny, čím krmit zvířata a především, bychom neměli kde pěstovat naše „zdroje kyslíku“.

Díky půdě jsme se dozvěděli a stále ještě dozvídáme spoustu věcí o historii. Předměty, které byly uloženy v půdě a nepodlehly rozkladu, nám daly spoustu informací o tom, jak se zde dříve žilo. Dozvídáme se také o vývoji živočichů a dokážeme si díky kostrám nalezených v půdě představit, jak vypadali dnes už vyhynulí živočichové.

Dále nám půda slouží také jako stavební pozemek a místo kde můžeme žít. Pro tohle využití bychom si měli vybírat méně úrodné půdy nebo půdy, které nejsou vhodné pro zemědělství. Zastavováním úrodných a zdravých půd škodíme sobě, ale také budoucím generacím. Každý den zastavujeme cca 14 ha půdy.

Vzhledem k tomu, že vznik jednoho centimetru půdy trvá v průměru 100 let, se půda stává bohatstvím a měli bychom si půdy jako takové nesmírně vážít. Všechny negativní vlivy působení člověka na půdu bychom měli eliminovat a také se snažit vytvářet lepší podmínky pro vývoj půdy.

***„Vznik a zánik národů ovládá tentýž zákon: Ztráta úrodnosti půdy způsobuje jejich úpadek, udržení úrodnosti půdy je základní podmínkou pro jejich stabilitu, bohatství a moc“. (Justus von Liebig)***

V dnešní době si spousta lidí neuvědomuje jak moc je půda důležitá. Berou ji jako něco nevyčerpatelného a něco co tu vždycky bylo, je a bude. Je sice pravda, že půda jako taková tu nejspíše vždycky bude, otázkou ale je, kolik funkcí jí zůstane a jaká bude její úrodnost a kvalita.

## 2. CÍL

Cílem bakalářské práce bude vypracovat literární rešerše na téma obsah makro a mikro prvků v půdě. Dále budou porovnány chemické vlastnosti půd s rozdílným intenzivním hospodařením. Hodnoceny budou dva půdní typy – *kambizem modální a černozem luvická* a dvěma různými typy hospodaření, a to orba a minimalizace. Sledovány budou tyto chemické a fyzikálně-chemické ukazatele půdy:

- *půdní reakce,*
- *vodivost půdního výluhu,*
- *tlumící schopnost,*
- *obsah a kvalita humusu,*
- *obsah živin.*

Výsledkem práce bude zjištění, jak intenzivní obhospodařování a minimalizace ovlivňují chemismus kambizemí a černozemí. Dále bude výsledkem zhodnocení vlivu antropogenní činnosti na kvalitu kambizemí a černozemí.

### 3. LITERÁLNÍ PŘEHLED

#### 3.1 Referenční třída KAMBISOLY

Kambisoly jsou půdy, které mají jasný pelický nebo braunifikovaný (hnědý) diagnostický horizont. Zahrnují dva půdní typy půd kambizem (KA) a pelozem (PE). Vznikají v hlavních souvrstvích svahovin, přemístěných zvětralin, metamorfických, magmatických a zpevněných sedimentárních hornin, ale například i v nezpevněných lehčích až středně těžkých sedimentech (Tomášek, 2003). Stratigrafie horizontů u kambizemí je:

#### ***O – Ah nebo Ap – Bv–IIC***

Kambizemě u nás tvoří 45 % zemědělského půdního fondu a nacházíme je převážně ve vyšších polohách pahorkatin a vrchovin, ve velkém rozmezí klimatických a vegetačních podmínek. Mají různé zrnitostní složení, obsah skeletu, trofismus, chemické a fyzikální vlastnosti. U lesních kambizemí nacházíme všechny formy nadložního humusu (mor, model, mul) a to převážně díky určitým substrátovým, vegetačním a klimatickým podmínkám. Hodnoty pH jsou kolem 5,0. V humidnějších a chladnějších zónách roste obsah humusu v organo-minerálním *A* horizontu (1 – 6%). Díky tomu se snižuje poměr huminových a fulvokyselín (HK/FK) a kvalita humusu. Podle Němečka a kol. (2011) rozlišujeme tyto subtypy kambizemí: ***m-modální, l-luvická, u-umbrická, g-glejová.***

Půdotvorný proces, kterým kambizemě vznikají, označujeme jako braunifikace a bisialitizace. Braunifikace (hnědnutí) je zvětrávání a přeměna půdního materiálu, kdy dochází k uvolnění železa a k tvorbě sekundárních jílových minerálů. Tím vzniká pro kambizemě typický horizont ***Bv***. Bisialitizace je mírné chemické zvětrávání, při kterém dochází k tvorbě jílu z primárních minerálů nebo také uvolňováním jílu ze zpevněných sedimentů a k přeměně jílových minerálů ([www.web2.mendelu.cz](http://www.web2.mendelu.cz)). Typický profil je uveden na obr. 1.



Obr. 1- Profil kambizemě modální (Pospíšilová, 2011)

### 3.2 Referenční třída ČERNOSOLY

Černosoly jsou půdy, které se vyznačují především mocným (0,40 – 0,60 m) černickým humusovým horizontem, který má drobtovitou až zrnitou strukturu. Vznikly z nezpevněných karbonátových substrátů. Zahrnují typy černozem CE a černice CC. Stratigrafie černozemí je:

***Ac – A/Ck – K – Ck nebo Ac – Bth – BCk – Ck***

Černozemě mají obsah humusu v horizontu *Ac* 2,0 – 4,5 %. Vytvořily se ze spraší, písčitých spraší a slínů v teplých oblastech a v podmínkách ustického režimu. Půdní reakce je neutrální až slabě alkalická. Nadmořská výška u černozemí je do 300 m.n.m, průměrný úhrn srážek 450 – 650 mm průměrná teplota 8 °C (Tomášek, 2003). Subtypy jsou: m-modální, p-pelická, l-luvická, x-černická, r-arenická, b-vertická (www.pedologie.cz).

Typický profil je uveden na obr. 2.



*Obr. 2 - Profil černozemě modální (Foto: E.Pokorný)*

### **3.3 Antropogenní vlivy na půdu**

Působení člověka na půdu se projevuje v příznivém i nepříznivém smyslu. Z pozitivních a příznivých způsobů to může být hloubka prohumózněné vrstvy, změny ve fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických vlastnostech půd. Z negativních vlivů je to především úbytek humusu v ornici, vyšší riziko větrné i vodní eroze, zhutňování půd.



*Obr. 3- Dvě varianty zpracování půdy ke kukuřici  
(Hůla a Procházková, 2008, foto: I. Hartman)*

Kontaminace půdy, neboli její znečištění, je zpravidla způsobeno chemickými látkami, které se do půdy dostávají například těžbou nerostných surovin nebo u zemědělských půd používáním chemicky vyrobených hnojiv. Dále půdu znečišťují pesticidy, herbicidy a insekticidy, které se používají pro ochranu rostlin.

Lidská činnost má také velký vliv na zasolování a okyselování půd. Zasolování půd neboli salinizace, je akumulace rozpustných solí v půdě. Je způsobena převážně nadměrným používáním minerálních hnojiv, velkým vlivem zemědělských strojů na půdu a nadměrnou pastvou. Acidifikace půdy neboli její okyselování, je způsobeno migrací živin z půdního profilu pomocí půdního roztoku. Je způsobena např. špatným obhospodařováním půdy nebo nedostačujícím používáním vápenatých hnojiv. Důsledkem okyselování je zhoršení kvality půdy, úrodnosti a také snížení její odolnosti ke zhutnění a erozi.

Velký vliv má antropogenní činnost také na zhutnění půdy, a to převážně pojezdy zemědělských strojů po půdě v nevhodnou dobu. V ČR je díky utužení ohroženo okolo 40 % zemědělské půdy ([www.vitejnazemi.cz](http://www.vitejnazemi.cz)).

### **3.4 Základní zpracování půdy**

#### **3.4.1 Orba**

Orba je jedno ze základních zpracování půdy. Orba byla, je a nejspíše i bude nepostradatelná při zvýšení produkce rostlinné výroby. Díky ní se mění stav půdy-pokud je při ní použit klínový pluh, tak se půda mísí, obrací, kypří a drobí. Slitá a ulehlá půda drobením ornice získává vhodný drobtový stav, který vede k zlepšení poměru vody v půdě, provzdušenosti a biologické činnosti v půdě. Mísením půdy dochází k rovnoměrnému zastoupení organických látek a průmyslových hnojiv v ornici. Přesun rozpustných látek a živin ze spodních vrstev půdy do povrchových je způsoben jejím obracením (Šimon-Lhotský a kol., 1989). Pro kvalitní a úspěšnou orbu je potřeba, aby půda měla především vhodnou vlhkost, která je u lehkých půd 30-40%, středních 20-30 % a těžkých 20 % objemových. Musí se také správně zvolit pojezdová rychlost. Ta závisí na vlhkosti půdy, svažitosti pozemku a zrnitosti. Na orbu má také vliv vhodné

zvolení typu odhrňovačky a orební poměr (tj. poměr mezi zvolenou hloubkou orby a pracovním záběrem radlice). Používají se tři způsoby orby:

- ***záhonová orba,***
- ***orba do roviny,***
- ***kombinovaná orba.***

Nejčastěji používanou orbou je záhonová orba, u které se musí pozemek rozdělit na tzv. záhony šířky 40-130 cm. Každý jednotlivý záhon se ore buď to do skladu nebo do rozoru. U orání do skladu, kde samotné orbě předchází tzv. rozorávka, se začíná v prostředku záhonu vytvořením skladu, jehož svrchní plocha nepřevyšuje ostatní svrchy brázdových skrýv. Ukončením orby jsou na stranách otevřené brázdy. Naopak při orbě do rozoru ve středu vzniká otevřená brázda a orat se začíná na pravé straně záhonu. Tyto dvě možnosti by se měli každý rok střídat (Šimon-Lhotský a kol., 1989). Orba do roviny se provádí tak, že se začne pole orat z jedné strany a záběry oboustranného otočného pluhu se na sebe napojují. Způsob orby do roviny se využívá především na svažitéch terénech, ale také na rovinách, kde díky ní nevznikají rozory a sklady a tím umožňuje lepší podmínky pro pěstování náročných plodin. Použití kombinované orby je na velkých a pravidelných honech. Začíná se zpracováním středu pozemku záhonovou orbou a poté orba dokola nebo se střídá rozor se skladem. Hloubka orby mění a ovlivňuje chemické, biologické a fyzikální vlastnosti půd. Hlavně působí na akumulaci srážkové vody, a tím na tvoření zásoby půdní vláhy, na rozvoj mikrobů v půdě, na jednodušší zakořenění rostlin a rozvíjení kořenového systému. Kritéria pro určení hloubky orby:

- ***mocnost ornice,***
- ***nárok plodin na podmínky půdy,***
- ***povětrnostní a klimatické podmínky,***
- ***typ a druh půdy, její biologický a fyzikální stav,***
- ***mocnost ornice.***

Podle hloubky se dělí orba na:

- ***mělkou do 0,18 m,***
- ***střední 0,18 – 0,24 m,***
- ***hlubokou 0,24- 0,30 m,***

- *velmi hlubokou na 0,30 m,*
- *rigolovací na 0,50 m.*

Mělká orba se uplatňuje na půdách s mnohdy šterkovitým, malým orničním profilem. Nejvíce se používá středně hluboká orba, a to jak vzhledem ke stavu půdy, tak i pěstovaným rostlinám. Hluboká orba je oproti mělké orbě lepší, protože hlubší zpracování ornice více mění a upravuje půdní vlastnosti. Zejména těžké půdy potřebují hlubší orbu. Na hlubokých humózních půdách se provádí velmi hluboká orba, kvůli zlepšení půdního prostředí nebo jako prohlubovací orba k náročnějším plodinám. Rigolovací orba se používá při zakládání vinic, chmelnic, ovocných sadů (Šimon-Lhotský a kol., 1989). U půd, jejichž půdní profil umožňuje orat na větší hloubku, má význam střídání v jednotlivých letech hloubku orby. Díky tomu se snižuje nebezpečí utužení podorničních vrstev a zlepšuje se využití půdního profilu rostlinami. Podle způsobu zpracování brázdové skrývky rozeznáváme:

1. *jednovrstevnou orbu* – zpracování brázdové skrývky jedním orebním procesem,
2. *dvouvrstevnou orbu* – obrácení brázdové skrývky pomocí dvou orebních těles,
3. *třívrstevnou orbu* – brázdová skrývka je dělena na tři části, které jsou zvláště obráceny a vzájemně výškově přenášeny.

### **Doba orby**

Rozlišují se doby orby:

1. *letní orba,*
2. *seťová orba k ozimům,*
3. *podzimní (hlavní) orba k jařinám,*
4. *jarní orba.*

Termín orby je ještě podřízen technologickému procesu při orbě. Záleží na fyzikálním a vodním stavu půdy, na odporu půdy a na agregaci. Letní orba je mělká orba, která je provedena hned po sklizni předplodin spolu s rozdrobením skrývky. Je především určena k meziplodinám a také k druhé plodině, která následuje po sklizené předplodině. Seťová orba se využívá při pěstování řepky a ozimých obilnin. Relativní je její termín a kvalita provedení, měla by být provedena za příznivé půdní vlhkosti a včas. Orat se má 3 týdny před setím, a to po provedené podmítce. Čím kratší je doba mezi orbou a setím, tím menší je hloubka orby, která se také snižuje na těžkých půdách



(Šimon-Lhotský a kol., 1989). Podzimní orba se provádí například pro luskoviny, okopaniny a jarní obilniny. Podílí se na biologických procesech v půdě a měla by být vykonávána v čas. Bývá využívána také k odstranění zhutnění půdy. Pokud je pozemek převlhčený nebo předčasně promrzlý a neumožňuje včasnou podzimní orbu, dělá se opožděná podzimní orba, která je méně příznivá, ale přijatelnější než orba jarní. Využití jarní orby je jen tehdy, kdy z rozličných důvodů nemohla být provedena podzimní orba. Jarní orba zhoršuje zasakování vody v zimních a podzimních měsících, zvyšuje předpoklady zaplevelení a oddaluje termín setí a sázení plodin (Šimon-Lhotský a kol., 1989).

### 3.4.2 Minimální zpracování půdy

Pojem minimální zpracování půdy znamená pěstování plodin bez běžných technologií zpracování půdy. Zahrnuje také soubor opatření, která zaručují omezení potřebných zásahů na půdě. Tato opatření znamenají jak slučování a vynechávání některých operací, tak i změnu v technologii pěstování plodin (Šimon-Lhotský a kol., 1989).

#### Důvody minimalizace

Několik motivů a důvodů, díky kterým je ovlivněn výzkum minimálního zpracování půdy:

- *u rostlinné výroby používání většího množství průmyslových hnojiv,*
- *zavedení vybraných, účinných herbicidů v porostech plodin,*
- *usnadnění a urychlení zpracování půdy a následné snížení přejezdů po půdě,*
- *snížení nákladů a úspory pracovních sil,*
- *ochrana půdy před větrnou a vodní erozí.*

Díky zvýšené aplikaci průmyslových hnojiv se zvýšilo množství živin v půdě, a tím se snížil význam kypření půdy s úmyslem uvolňování živin. Zavedením vybraných herbicidů se snížila potřeba obdělávání půdy za účelem boje proti plevelům. Minimálním zpracováním půdy jde docílit velké úspory pracovního času a to především při bezorebném způsobu pěstování plodin. Při korektním dodržení zásad uplatnění

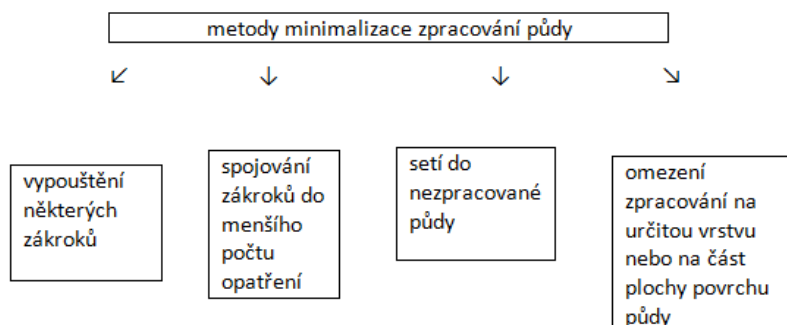
minimálního zpracování půdy lze dosáhnout finanční úspory (Šimon-Lhotksý a kol, 1989).

### **Principy a metody minimálního zpracování půdy**

V současnosti je několik rozličných metod a principů minimálního zpracování půdy. Podle KVĚCHY a ŠKODY (1985) jsou tyto rozličné způsoby rozděleny na šest základních metodických principů:

- 1. vylučování některých operací,*
- 2. spojování zákroků do malého počtu operací,*
- 3. nahrazení některého zákroku jiným účinnějším obdělávacím zákrokem,*
- 4. mělké nebo speciální zpracování půdy,*
- 5. pásové zpracování půdy*
- 6. setí do nezpracované půdy.*

Schéma jednotlivých postupů minimalizace je uvedeno na obr. 4.



Obr. 4- *Metody minimalizace zpracování půdy (Šimon, 1982)*

ŠIMON (1982) s ohledem na použití techniky při zakládání a předseťové přípravě rozdělil systémy minimálního zpracování půdy do dvou charakteristických skupin:

1. *systémy s orbou,*
2. *systémy bez orby (bezorebné systémy).*

Rozmach bezorebných systémů hospodaření byl zaznamenán po roce 1990 a to z důvodů snižování výrobních nákladů. V Severní Americe se bezorebné technologie rozšířily kvůli drahé pracovní síle, velké konkurenci a problémech s větrnou i vodní erozí. Na necelých 50% půdy je zde využíváno mělké zpracování půdy. V Africe je velmi malý podíl konvenčního zpracování půdy pluhem. Půda je zde téměř vždy mělce kypřena bez obracení, také se využívá přímé setí. V Austrálii je nejčastěji používáno zpracování půdy bez orby. V Číně jsou vysoké výnosy dosahovány především díky intenzivnímu zpracování půdy. To způsobuje velké problémy s erozí půdy. V Evropě je stále ještě větší využití klasického zpracování půdy pluhem. Neoraných ploch je v Evropě okolo 10 % a nevýznamnou roli má i přímé setí plodin do nezpracované půdy. V České republice, na Slovensku a v Maďarsku nastal v poslední době výrazný rozvoj minimalizačních technologií. Hlavním důvodem jsou lepší podmínky pro uplatnění těchto technologií, snaha snížení nákladů a zlepšení ekonomiky rostlinné výroby. Podle HŮLY a PROCHÁZKOVÉ (2008) lze zařadit pod pojem minimalizačních technologií pro podmínky ČR:

- *minimalizace s kypřením půdy do malé hloubky, ornici lze dle potřeby hlouběji prokypřit a to bez obracení,*
- *půdoochranné zpracování- zpracování půdy, kdy po zasetí zůstává nejméně 30% povrchu pokryto zbytky předplodin nebo meziplodin,*
- *přímé setí, kdy se půda po sklizení předplodiny nezpracovává.*

### 3.5 Chemismus půdy

Chemické vlastnosti patří k nejdůležitějším půdním vlastnostem, protože zabezpečují uvolňování živin pro potřeby rostlin a tím přímo ovlivňují produkci a úrodu. Souvisí s mineralogickým a chemickým složením mateční horniny (Jandák, Pokorný, Prax, 2007).

#### 3.5.1 Minerální síla půdy

Zvýšená minerální síla půdy neboli trofismus, je určována celkovým obsahem živin, které se nacházejí v minerální části půdy nebo přibýváním obsahu zvětratelných minerálů. Minerální podíl se klasifikuje dle obsahu zvětratelného minerálního podílu, který je tvořen součtem draselných živců, plagioklasů a minerálů se specifickou vahou větší  $2,80 \text{ g/cm}^3$ . Jako nezvětratelný půdní podíl označujeme obsah křemene. Charakteristika půd dle obsahu zvětratelné části je dána v Tab. 1.

Tabulka 1: Klasifikace půd podle minerální síly (Klika, 1954)

Zvětratelný podíl z celé půdní hmoty (%)	Označení zeminy
0-10 %	Zeminy jalové
10-20 %	Zeminy minerálně slabé
20-30 %	Zeminy o střední minerální síle
30-40 %	Minerálně silné
>40 %	Minerálně velmi silné

### 3.5.2 Půdní koloidy

Půdní roztok přímo ovlivňuje půdotvorné procesy a výživu rostlin. Obsahuje organické, organo-minerální a minerální látky v iontové, koloidní a molekulové formě. Půdy mají v půdním roztoku koncentraci solí několik setin procent (mimo zasolených půd). Nejvíce zastoupené jsou v půdním roztoku anionty  $\text{CHO}_3^-$  a  $\text{NO}_3^-$  (více jak 90%). V půdním roztoku se nacházejí kationty:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ . U nezasolených půd převládá jednoznačně kationt  $\text{Ca}^{2+}$ . Organické sloučeniny, které se nacházejí v půdním roztoku, jsou např. vodorozpustné látky organických zbytků a produktů jejich rozkladu (sacharidy, alkoholy) a humusové látky (HL) ve formě organo-minerálních sloučenin (Sotáková, 1988). Ukazatele sorpčního komplexu, podle kterých hodnotíme kvalitu, a nasycenost jsou následující:

- Okamžitý obsah výměnných bází (S)
- Celková kationtová výměnná kapacita (T)
- Stupeň sorpčního nasycení (V)

Okamžitý obsah výměnných bází (S) je množství bází, které je právě sorpčním komplexem poutáno. Jeho hodnoty se udávají v milimolech chemického ekvivalentu (mmol) na 0,1 kg zeminy. Jeho hodnoty se mění během roku se změnami vlhkosti půdy a hnojením.

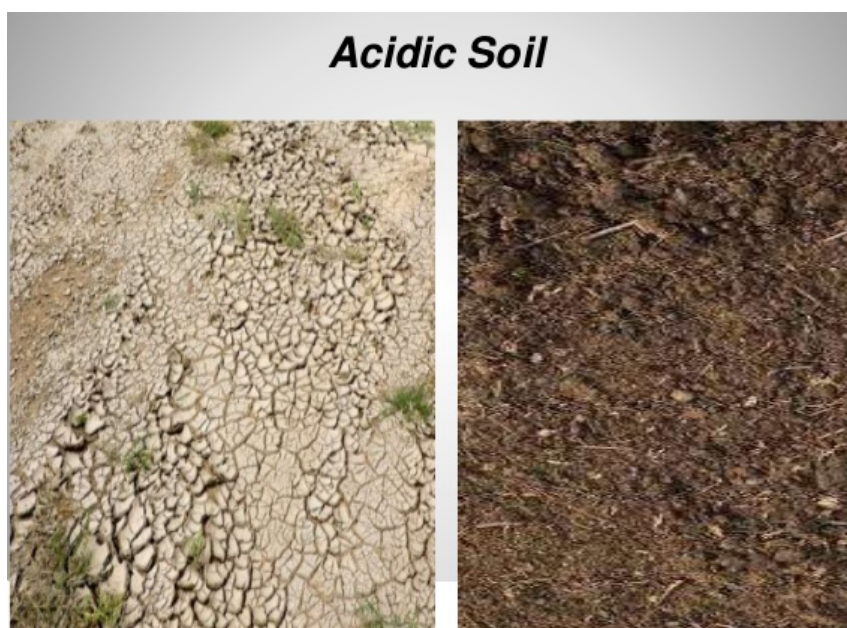
Celková kationtová výměnná kapacita (T) neboli KVK- kationtová výměnná kapacita, je největší množství bází, které je sorpční komplex půdy schopen poutat na svém povrchu. Písečné půdy mají sorpční kapacitu 2 – 10, hlinité 20 – 30, jílovité 40 – 50 a organické půdy až 150 mmol na 0,1 kg půdy.

Stupeň sorpčního nasycení (V) je poměr okamžitého obsahu výměnných bází (S) k maximálně možnému obsahu výměnných bází (T). Označován je v procentech maximální sorpční kapacity (Jandák, 2007)

### 3.5.2 Půdní reakce

Voda je v přírodě nejrozšířenějším rozpouštědlem a také disperzním prostředím, které se velmi slabě rozkládá na  $H^+$  a  $OH^-$ . Součin koncentrací těchto iontů je při běžné teplotě  $10^{-14}$ . Zvýšený obsah vodíkových iontů je způsoben růstem obsahu kyselin a kyselých solí, nebo acidoidních koloidů. Lze tedy říct, že závislost půdní reakce souvisí s asociací a disociací vodíkových iontů (Sotáková, 1988). Rozlišujeme tyto typy půdní reakce – **aktivní a potenciální**. Aktivní reakce stanovuje okamžitou koncentraci vodíkových iontů v půdním roztoku. Potenciální reakci, která se dále dělí na reakci výměnou a hydrolytickou, utvářejí vodíkové ionty, které jsou sorbovány půdními koloidy. Výměnná půdní reakce je definována jako schopnost půdy měnit pH neurálních solí. Hydrolytická kyselost je schopnost půdy měnit pH hydrolyticky zásaditých solí a je to nejmírnější podoba půdní kyselosti. Podle Sotákové (1988) má pH velký vliv nejen na vznik a vývoj půdy, ale ovlivňuje skladbu mikroflóry, mikrofauny a rostlinného pokryvu. Půdy s pH nad 9 a pod 3,5 neumožňují růst většině rostlin. Půdní reakce je ovlivněna:

- *koncentrací oxidu uhličitého (např. aktivita mikroorganismů),*
- *obsahem HL a organických kyselin (např. vrstva nadložního humusu),*
- *aplikací průmyslových hnojiv, díky kterým dochází k okyselování půdy,*
- *extrémně kyselými srážkami (< 4,6).*



Obr. 5- Zasolená půda v porovnání s nezasolenou ([www.slideshare.net](http://www.slideshare.net))

### 3.6 Elementární složení půdy

V půdě nejvíce hromadí kyslík, křemík, dusík a uhlík a z části také síra. Tyto jsou obsaženy ve většině minerálů. Jak uvádí Pokorný (2003) lze je rozdělit na makro prvky ( $> 1\%$ ) a mikro prvky ( $< 1\%$ ) – viz Tab. 2.

Tabulka 2: Průměrné složení půdy v hmotnostních procentech (Pokorný, 2003)

Prvek	%	Prvek	%
<b>Kyslík</b>	49,00	Draslík	1,80
<b>Křemík</b>	33,00	Titan	0,50
<b>Hliník</b>	6,70	Fosfor	0,08
<b>Železo</b>	3,20	Mangan	0,08
<b>Vápník</b>	2,00	Síra	0,04
<b>Sodík</b>	1,10	Uhlík	1,40
<b>Hořčík</b>	0,80	Dusík	0,20

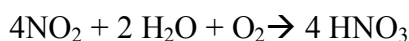
Prvky (živiny) v půdě nacházíme ve dvou formách. Ve formě půdního roztoku (iontová forma) a v tuhé formě ve více vazbách, např. adsorbované soli nebo výměně vázané na povrchu minerálních i organických sorbentů, fixované v jílových minerálech, vázané v organické hmotě, v biomase, v krystalové mřížce silikátů. Obsah živin je u půd různý. Mobilizací se označuje proces zpřístupňování živin. Je to přechod živiny z nerozpustného stavu do rozpustného, díky čemuž se stane lépe přijatelnější pro rostliny. Mineralizace je proces, kdy se při mikrobiálním rozkladu organických látek, uvolňují živiny. V organické hmotě obsažené živiny se navracejí do látkového koloběhu v půdě. Proces imobilizace je opačný. Zvětrávání je změna minerálů a hornin vyskytujících se na zemském povrchu, která probíhá při jejich styku s biosférou, atmosférou nebo hydrosférou. Přístupné živiny, které se vyskytují hlavně v půdním roztoku nebo poutané v sorpčním komplexu půdy, vytvářejí jen velmi malé procento (desetiny až  $1\%$ ) z celkového obsahu živin v půdě. Praktické stanovení přístupných

živin v půdě je při agrotechnickém zkoušení půd (AZP). Více než 99% živin v půdě je pevně vázáno na minerální, organo-minerální a organický podíl půdy. Při uvolňování těchto živin hrají velkou roli povětrnostní podmínky, a to převážně uvolňování dusíku, síry a fosforu. Živinný půdní režim závisí na povaze sorpce (humus, jíly), činnosti mikroorganismů, pH, textuře, poměru vzduchu a vody v půdě, osadu makro a na stupni rozložitelnosti organických látek v půdě (www.web2.mendelu.cz).

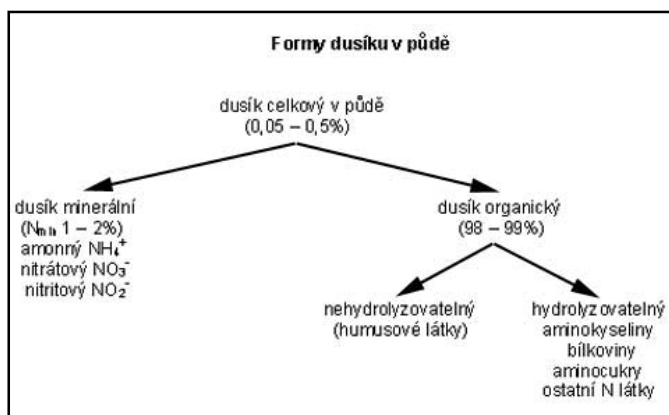
### 3.6.1 Makroprvky

#### 3.6.1.1 Dusík

Jeho zdrojem je především atmosféra, která obsahuje 78% objemových dusíku (N) a to hlavně plynného dusíku N<sub>2</sub>. V atmosféře je i několik oxidů dusíku a dusík čpavkový. Plynný dusík, nacházející se jak v atmosféře, tak v půdním vzduchu, není přijatelný bez předcházející ionizace. Při elektrickém výboji se oxiduje N<sub>2</sub> na oxidy dusíku, popřípadě na kyselinu dusičnou. V půdě se dusík nachází převážně ve formě organické a to 98-99%. Tento dusík představuje formu N, která je pro rostliny přístupná až po mineralizaci (Richter, Hlušek, Hřivna, 1999).



Na základě těchto reakcí, je do půdy přivedeno každým rokem cca 10 – 40 kg/ha dusíku. Průměrné zastoupení dusíku v půdě je v rozmezí 0,05 – 0,5 %. U půd v ČR je to 0,1 – 0,2 %. Téměř všechen dusík v ornici je ve formě organické a jen 1 – 2 % v minerální formě. Formy dusíku v půdě podle IVANIČ et al. (1984) – viz obr. 6.



Obr. 6 - Formy dusíku v půdě podle IVANIČ et al. (1984)



Na obr. 7 je dokumentován deficit dusíku u kukuřice.



Obr.7 - Deficit dusíku u kukuřice (<http://web2.mendelu.cz>)

### **3.6.1.2 Fosfor**

Celkový obsah fosforu v půdách je v rozmezí 0,03 – 0,13%. nachází se ve všech magmatických horninách. Těží se jako minerál apatit. Dále se vyskytuje ve formě fosforečnanů železa a manganu (tripity) nebo vodnaté fosforečnany hliníku (wawelity). Podle Richter a Hlušek (1994) se v důsledku zvětrávání primárních minerálů uvolňují fosforečnany a hydrogenfosforečnany. Ročně se uvolní do půdy 2 – 4 kg/ha fosforu zvětráváním hornin. Rovněž organický fosfor, jehož obsah poměrně kolísá (10 – 80%), tvoří velkou část P v půdě. Ztráty fosforu vyplavením jsou za rok v rozmezí 2-5 kg/ha. Dle údajů ČHMÚ je roční atmosférická depozice fosforu od 3 do 7 kg/ha. Od 20 do 70 kg/ha/rok se pohybuje množství fosforu, které je odčerpáno sklizní zemědělských plodin (Richter a Hlušek, 1994, Šarapatka a kol., 2010, [www.web2.mendelu.cz](http://www.web2.mendelu.cz)).

### **3.6.1.3 Draslík**

Obsah draslíku je vyšší než u dusíku nebo fosforu, ale jeho výskyt značně kolísá. Nejbohatší draslíkem jsou půdy mírného pásu, zrnitostně středně těžké až těžké, které jsou obdělávané. Zatím co nejchudší jsou například podzoly. Draslík se rozděluje do tří skupin a to podle přístupnosti pro rostliny a podle druhu vazby:

- *draslík nevýměnný,*
- *draslík výměnný,*
- *draslík vodorozpustný.*

Celkový draslík, který je rozpustný ve vodě představuje 1 – 10 % výměnného draslíku. Má velký význam pro výživu rostlin, neboť je snadno přijatelný a vyplavuje se z půdy pomalu. Obsah vodorozpustného draslíku je závislý na obsahu vody v půdě, na typu jílových minerálů. Během vegetace se jeho množství mění a to díky odčerpávání rostlinami, mineralizací a hnojením (Richter a Hlušek, 1994, [www.web2.mendelu.cz](http://www.web2.mendelu.cz)). Jak uvádějí Šarapatka a kol (2010), množství draslíku, které je odčerpáno obilovinami je v rozmezí 40- 80 kg/ha/rok, bramborami 120 – 200 kg, jetelovinami 100 – 140 kg a cukrovkou 160 – 220 kg.

#### **3.6.1.4 Vápník**

Obsah vápníku v půdě je v rozmezí 0,15 – 6%. Nejvyšší obsah mají půdy na karbonátových substrátech a naopak nejméně půdy v humidních oblastech. Dle přijatelnosti dělíme vápník na:

- *vápník nevýměnný,*
- *vápník výměnný,*
- *vápník rozpustný ve vodě.*

Největší podíl tvoří v půdě nevýměnný vápník. Je to vápník, který je součástí krystalové mřížky alumosilikátů vápenatých (anorthit) a apatitů. Tento vápník je velmi pomalu uvolňován díky zvětrávání a má malý význam jako výživa pro rostliny. Do této skupiny patří také slabě rozpustné sloučeniny jako  $\text{CaCO}_3$  a  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . Výměnný vápník tvoří přibližně 2% vápníku nevýměnného. Je poután hlavně fyzikálně-chemicky na povrchu půdních koloidů. Vápník v půdě není pouze biogenním elementem, jeho působení v půdě je mnohostranné. Ovlivňuje půdotvorný proces, fyzikální a chemické vlastnosti půdy, biologickou činnost půdy, snižuje výskyt některých chorob, upravuje pH do alkalických hodnot ([www.web2.mendelu.cz](http://www.web2.mendelu.cz), Richter a Hlušek, 1994).

### **3.6.1.5 Síra**

Půda obsahuje od 0,01 do 2% síry. Výskyt síry v půdě je v minerálních i organických sloučeninách a přirozeným zdrojem jsou sirníky (pyrit, markazit, chalkopyrit, sádrovec). Richter a Hlušek (1994) uvádí, že velký podíl síry v půdě je ve formě sloučenin organických, například některé černozemní půdy obsahují až  $\frac{3}{4}$  veškeré síry v této formě. Za rok se sklizní odčerpá 15 – 50 kg/ha síry, z toho nejvíce vyžaduje řepka ozimá cca 10 kg/ha dále kapusta 6 kg, cukrovka 6 kg na tunu produktu. Ztráty způsobené vyplavováním síry z půdy ve formě  $\text{SO}_4^{2-}$  dosahují 200 – 300 kg/ha.

### **3.6.1.6 Hořčík**

Půda obsahuje 0,4 – 0,6 % hořčíku. Dle rozpustnosti se hořčík dělí do 3 skupin:

- **nevýměnný,**
- **výměnný,**
- **rozpustný.**

Nevýměnný hořčík je obsažen v nejrůznějších primárních i sekundárních minerálech (silikáty, alumosilikáty, biotit a další). Výměnný hořčík je nejlépe přijatelný pro rostliny. Hořčík zaujímá až 3x větší část v půdním sorpčním komplexu než draslík, poměr by neměl být nižší než 1:1,1 – 1,6. Ve formě rozpustné se Mg nachází v solích ( $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ) a jsou obsaženy v půdním roztoku a snadno přijatelné pro rostliny. Může se stát, že přechází do krystalické mřížky minerálů a stává se tak pro rostliny nepřijatelným (<http://web2.mendelu.cz>, Richter a Hlušek, 1994).

### 3.6.2 Mikroprvky

#### 3.6.2.1 Mangan

Mangan řadíme mezi mikroelementy, protože jeho obsah je velmi nízký od 0,01 do 0,29 %. Díky biologické akumulaci je vyšší obsah manganu ve svrchní vrstvě půdy než v půdotvorném substrátu. Nejvíce manganu se vyskytuje v půdách vytvořených na vyvěřelinách a sedimentech, zatím co u písčítých a také solných půd je to jen nepatrné množství. V půdě se vyskytují formy manganu -  $Mn^{2+}$ ,  $Mn^{3+}$ ,  $Mn^{4+}$ . Přípustnost Mn ze sloučenin ( $MnO_2$ ,  $Mn_2O_3$ , manganit) závisí na půdní reakci, redox potenciálu půdy a na jejich rozpustnosti. Přijatelnost Mn z organické formy (rostlinné zbytky) je až po mineralizaci. Vodorozpustný mangan, nacházející se v půdě je vytvářen solemi dvojmocného manganu, kdy je pro rostliny přijatelný (Šimek, 2003).

#### 3.6.2.2 Zinek

Obsah zinku dosahuje v ornici v průměru 10 – 300 ppm. Větší obsah zinku mají horniny bazické než kyselé. Zdrojem jsou minerály jako biotit, augit, amfibol, kde je zinek vázán v nevýměnné formě. Jeden ze symptomů nedostatku Zn je prodloužení palisádových buněk s malým počtem chloroplastů a velké množství Ca-oxylátových drůz, listy jsou světle zelené, žluté nebo bílé (Obr. 7).



Obr. 8 - Deficit zinku u kukuřice ([www.web2.mendelu](http://www.web2.mendelu))

Převládající formou v půdě jsou nevýměnné formy zinku ( $Zn_2SiO_4$ ) včetně organických sloučenin. Přijatelnost Zn je velmi malá. Zvětráváním se uvolňují ionty  $Zn^{2+}$  převážně v kyselém prostředí. V půdách ČR je průměrný obsah Zn 0,2 – 2,0 ppm. Antropogenní zdrojem zinku jsou především podniky barevné metalurgie. Díky jejich činnosti je v určitých oblastech kontaminována půda, dochází k akumulaci zinku v horní vrstvě půd a vzniká závažný problém v ochraně životního prostředí ([www.web2.mendelu.cz](http://www.web2.mendelu.cz)).

### **3.6.2.3 Měď**

Celkový obsah mědi je 1 – 180 mg/kg. Díky biologické sorpci s hloubkou profilu klesá obsah mědi a nejvíce Cu se nachází v humózním profilu. Dělíme ji následovně:

- *nevýměnná měď,*
- *výměnná měď,*
- *vodorozpustné soli mědi.*

U většiny půd v ČR je obsah mědi ve středních hodnotách, nízký obsah má pouze 5 % a vysoký 11,7 % ploch ([www.web2.mendelu.cz](http://www.web2.mendelu.cz), Richter a Hlušek, 1994).

### **3.6.2.4 Bór**

Obsah bóru se pohybuje 5 – 100 ppm. Bór je mikroelement a jeho obsah v půdě ovlivňují - *půdotvorná hornina, zvětrávání, obsah jílnatých částic, půdní reakce, vlhkost půdy a atmosférické srážky*. Více bóru obsahují půdy, které vznikly na kyselých vyvěřelinách oproti půdám vzniklých na alkalických vyvěřelinách nebo sedimentech. Celkový obsah bóru je u půd velmi proměnlivý a jeho hlavním zdrojem jsou křemičitany a organické zbytky ([www.web2.mendelu.cz](http://www.web2.mendelu.cz)).

### 3.6.2.5 Molybden

Obsah molybdenu je od 0,5 – 5 ppm. Vyskytuje se v půdě jako  $\text{MoO}_4^{2-}$

v následujících formách:

- *vodorozpustný,*
- *výměnný,*
- *nevýměnný.*



Obr. 9- Deficit molybdenu u růžice kvěťáku (www.web2.mendelu)

## 4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 4.1 Objekt studia

#### 4.1.1 Lokalita Unčovice

Unčovicese nachází na severu střední Moravy. Oblast je tvořena rozšířenou nivou Moravy a dominuje zde 3. dubovo – bukový- vegetační stupeň (Culek, 1996).

##### *Horniny a reliéf*

Sedimenty mladého kvartéru tvoří povrch v podstatě celého regionu. Mladý kvartér jsou např. uloženy nivy Moravy, z části kryté hlínami, sprašemi, sprašovými hlínami a lokálně i slatinami. Reliéf je charakteristický pro dna tektonických sníženin v hrubších rysech v konkávním tvaru apři okrajích se zde vyskytují nízké pahorky nebo stupně. Ráz reliéfu je zde rovinnatý s výškovou členitostí do 30 metrů. U okrajů to jsou až ploché pahorkatiny s členitostí 30 -75 m.

##### *Podnebí*

Oblast lokality Unčovice náleží z velké části do teplé oblasti T2 a je dočasně zásobena srážkami (Olomouc 612 mm). Jen Uničov, kde se projevuje slabý srážkový stín jeseníků, je 585 mm srážek. V zimě jsou zde v regionálním rozsahu teplotní inverze.

##### *Půdy*

Půdy zde převažují glejt fluvizemě. Mimo nivu jsou nejrozšířenějšími půdami hnědozemě na spraších. Také se v oblasti Uničova vyvinul ostrůvek s hnědozemí, černic a černozemí. Severně od Olomouce se vyskytuje významná lokalita organozemí (slatin).

##### *Popis půdního profilu na lokalitě Unčovice*

Souřadnice sondy na pozemky U sadu jsou 49°37,217' N, 17° 08,759' E. Sonda byla otevřena dne 9. 8. 2007 a nachází se v nadmořské výšce 202 ± 5 m. n. m. Pozemek leží na rovině a v době výkopu sondy byl po sklizni řepky. Uhličitany zde byly zjištěny v hloubce 80 m a půdotvorný substrátem je zde spraš.

Orniční horizont *Ap (0-30 cm)* má hnědočernou barvu (10YR 2/3) a hrudkovitou strukturu. Texturně se zemina řadí do zrnitostní třídy prachovitá hlína, bez skeletu. V době odběru byla ulehlá a vlháká. Nachází se zde velké množství rostlinných zbytků. Ve 30 cm přechází ostrým přechodem v černický horizont *Ac*.

Černický horizont *Ac (30-44 cm)* je hnědočerné barvy (10YR 2/3) a má výrazně vyvinutou drobtovitou strukturu. Texturně se zemina řadí do kategorie prachovito-jílovitá hlína, bez skeletu. Zemina je vlháká, drobná. Horizont je biologicky méně oživený (0,5 chodby na dm<sup>2</sup>). Ve hloubce 44 cm přechází horizont v přechodný *AC* horizont.

Tento přechodný horizont *AC (44 – 75 cm)* hnědé barvy (10YR 4/4) má slabě vyvinutou prismatickou strukturu a povlaky koloidů na povrchu. Texturně jde o prachovito-jílovitou hlínu, bez skeletu. V době odběru byla taky vlháká a drobná. Do hloubky 75 cm zasahují kořeny rostlin a výskyt žížal je jen výjimečný. Výrazným přechodem pak přechází v půdotvorný substrát *C*.

Půdotvorný substrát *C (75 – 110 cm)* má žlutohnědou barvu (10YR 5/6) a má prismatickou strukturu. Zrnitostní třídou je zde prachovitá jílovitá hlína, bez skeletu. V době odběru byl půdotvorný substrát vlháký a tuhý. Od hloubky 1 metru se zde vyskytují pseudomycelia a cicváry s průměrem do 5 cm.

Na základě pedologického průzkumu lze tuhle půdu označit jako *černozem luvickou*. Označení odpovídá Taxonomickému systému půd ČR (Němeček a kol., 2011). Na vybrané lokalitě a půdě byl sledován vliv orby a minimalizace na chemické vlastnosti půdy.





Obr. 10- Černozem luvická (Unčovice, foto: E. Pokorný, 2009)

#### 4.1.2 Lokalita Svárov

Obec Svárov se nachází v okrese Kladno, Středočeský kraj. Dle historického osídlení je zde půda intenzivně využívána a jsou v okolí obce plochy polních kultur, které zde zabírají více než 60% celkové výměry katastru. Na základě biogeografického členění (Culek, 1996) se obec nachází na hranici Křivokrátského a Řípského bioregionu (Únhošť a Úhonice).

##### *Horniny a reliéf*

Zemědělskou půdu v katastru lze zařadit do Řípského bioregionu, ten je tvořen opukovou tabulí a je součástí české křídové pánve. Je zde teplomilná vegetace 2. bukovo-dubového stupně. Reliéf je zde tvořen lehce zvlněnou plošinou, která směřuje od jihozápadu k severovýchodu, je členěna údolními zářezy, s celkovým charakterem pahorkatiny s členitostí 75 – 100 m.

##### *Podnebí*

Podnebí je zde teplé suché a řadí se do teplé oblasti T2, úhrn srážek je kolem 500 mm a průměrná roční teplota je 8,5 °C.

## *Půdy*

Zastoupení půd je hlavně karbonátovými černozeměmi na spraších, které přecházejí v pararenziny typické.

Na lokalitě Svárov byly vykopány dvě půdní sondy a to na orbě a na variantě minimalizace. Popisy půdních profilů je uveden níže.

### **Sonda č. 1 – orba**

Souřadnice sondy č. 1 jsou 50°03'48,6" N, 14° 08'31,7" E. Nachází se v nadmořské výšce 376 ± 5 m. n. m. Pozemek leží ve střední části svahu a byl zde porost pšenice. Půdotvorným substrátem jsou fylitické droby.

Orniční horizont **Ap (0 – 34 cm)** má tmavě hnědou barvu (10YR 3/3) a hrudkovitou strukturu. Texturně se zemina řadí do zrnitostní třídy hlinitá. Obsahuje 2-5 % ostrohranného skeletu převážně velikostí do 1 cm. V době odběru byla vlahá a drobivá. Nachází se zde kořínky s průměrem do 1mm. Ve 34 cm přechází ostrým přechodem v kambický horizont **Bv<sub>1</sub>**.

Kambický horizont **Bv<sub>1</sub> (34 –65 cm)** má žlutohnědou barvu (10YR 5/6) s polyedrickou strukturu. Texturně se zemina řadí do kategorie hlinitá s 10 % ostrohranného skeletu převážně velikostí do 2 cm. V době odběru byla vlahá a drobivá. Nachází se zde ojediněle vlásečnicové kořínky do 1 mm. V hloubce 65 cm je zřetelný přechod v kambický **Bv<sub>2</sub>** horizont.

Kambický **Bv<sub>2</sub> (65- 98 cm)** horizont hnědavě žluté barvy (10YR 6/8) s polyedrickou strukturu. Texturně se jedná o půdu hlinitou a v době odběru byla vlahá a drobivá. Obsahuje 20 % ostrohranného skeletu s převážnou velikostí 2-5 cm. Ojediněle se zde nachází vlásečnicové kořínky. V hloubce 98 cm je ostrý přechod do **Cr** horizontu.

Horizont **Cr (98 – 126 cm)** má hnědavě žlutá s bez struktury. Texturně se zemina řadí do třídy hlinitá a v době odběru byla vlahá a drobivá. Obsahuje 90 % ostrohranného skeletu převážně o velikosti 5-7 cm.

Tato půda je klasifikována jako **kambizem modální** – viz obr. 11.



Obr. 11- *Kambizem modální (Svárov, foto: A. Žigová, 2014)*

### Sonda č. 2 – minimalizace

Souřadnice sondy č. 2 jsou  $50^{\circ}03'52,5''N$ ,  $14^{\circ}08'45,4''E$ . Nachází se v nadmořské výšce  $383 \pm 5$  m n. m. Pozemek leží ve střední části svahu a byl zde porost řepky. Půdotvorným substrátem jsou ruly a xylitická droba. Podzemní voda zde nebyla dosažena.

Orniční horizont *Ap<sub>1</sub>* (0 – 23) je hnědočerné barvy (10YR 2/2) a má hrudkovitou strukturu. Texturně se zemina řadí do třídy hlinitá a v době odběru byla vlháká a drobivá. Obsahuje 2-5 % ostrohranného skeletu převážně velikosti do 1 cm. Je zde výskyt kořínků o průměru do 1 mm. V hloubce 23 cm je pozvolný zvlněný přechod do horizontu *Ap<sub>2</sub>*.

Orniční horizont *Ap<sub>2</sub>* (23 – 35/40 cm) má tmavě hnědou barvu (10YR 3/3) a hrudkovitou strukturu. Texturně jde o hlinitou půdu s obsahem 5-15 % ostrohranného skeletu převážně velikosti do 1 cm. V době odběru byla zemina vlháká a drobivá. Je zde výskyt vlásečnicových kořínků a zřetelný přechod do kambického *Bv<sub>1</sub>* horizontu v hloubce 35-40 cm.

Kambický *Bv<sub>1</sub>* (35/40 – 61 cm) horizont má tmavě žlutohnědou barvu (10YR 3/6) a polyedrickou strukturu. V době odběru byla zemina vlháká a soudržná. Texturně se řadí do třídy hlinitá a obsahuje 15-20 % ostrohranného skeletu převážně velikostí do 2

cm. Ojediněle se zde vyskytují vlásečnicové kořínky. Zřetelně přechází do kambického **B<sub>v</sub>2** horizontu v hloubce 61 cm.

Kambický horizont **B<sub>v</sub>2 (61 – 93 cm)** je tmavě žlutohnědé barvy a má polyedrickou strukturu. Texturně se řadí do třídy hlinitá a obsahuje 20-30 % ostrohranného skeletu převážně velikosti do 2 cm. V době odběru byla zemina vlhá a soudržná. Je zde zřetelný přechod do půdotvorného substrátu **C** v hloubce 93 cm.

Půdotvorný substrát **C (93 – 138 cm)** je bez struktury. Jeho barva je žlutohnědá a texturně se řadí do třídy hlinitá. V době odběru byla zemina vlhá a soudržná. Obsahuje 30-50 % ostrohranného skeletu převážně velikosti do 2 cm.

Tato půda byla klasifikovaná jako **kambizem modální**- viz obr. 12.



Obr. 12- *Kambizem modální (Svárov, Sonda 2, foto: A. Žigová, 2014)*

## 4.2 Metody studia

U sledovaných typů půd byly měřeny a hodnoceny tyto parametry:

- *zrnitostní složení půdy,*
- *půdní reakce,*
- *vodivost půdního výluhu,*
- *obsah živin,*
- *humus,*
- *kvalita HL.*

### 4.2.1 Zrnitostní složení půd

Zrnitostní rozbor u našich půdních vzorků byl zjištěn pomocí metody *pipetovací*. Tato metoda se řadí do skupiny metod tzv. „neopakované sedimentace“. Principem je odebrání vzorku daného objemu ze suspenze o určité koncentraci. Vzorek se odebírá z určité hloubky a po uběhnutí určitého časového limitu. Tento časový limit je roven době, která je nutná k sedimentaci dané frakce do hloubky, ze které je vzorek odebírán. Podrobný postup uvádí Jandák (2003). Vyhodnocení bylo provedeno dle Nováka (1953) – viz Tab. 3.

Tabulka 3: *Hodnocení půdní textury (Novák, 1953)*

Kategorie	Charakteristika	Označení	Obsah částic > 0,01 mm	Půdy
1.	písčítá zemina	P	0 – 10	Lehké
2.	Hlinitopísčítá	Hp	10 – 20%	Lehké
3.	Písčítóhlinitá	Ph	20 – 30%	Střední
4.	Hlinitá	H	30 – 45%	Střední
5.	Jílovitohlinitá	Jh	45 – 60%	Těžké
6.	Jílovitá	Jv	60 – 75%	Těžké
7.	Jíl	J	> 75%	Těžké

#### 4.2.2 Půdní reakce

*Stanovení aktivní půdní reakce* bylo provedeno potenciometricky ve vodní suspenzi zeminy pomocí kombinované elektrody. Princip spočívá ve stanovení koncentrace vodíkových iontů v půdním roztoku.

**Postup:** do 50 cm<sup>3</sup> se odváží 10 g vyschlé zeminy (jemnozeme), přidá se 25 cm<sup>3</sup> vychladlé destilované vody, která je 5 minutovým povařením zbavena CO<sub>2</sub>. Takto připravená suspenze se trvale 5 minut míchá tyčinkou a následně se změří její hodnota pH, které se označí jako pH/H<sub>2</sub>O.

*Stanovení výměnné půdní reakce* – princip spočívá ve stanovení ionty vodíku, které jsou půdními koloidy poutané, se díky draselným iontům vytěsňují a elektrometricky se změří výměnná půdní reakce (pH/KCl).

**Postup:** do kádinek o objemu 100 ml se naváží 10 g jemnozeme, přilije se 25 ml roztoku KCl (1 mol/l – 74,56 g KCl + destilovaná voda do objemu 1 litr). 5 minut se suspenze důkladně míchá a poté se pomocí elektrod změří pH (dokud se pH metr neustálí cca 1-2 min), (Jandák, 2003). Hodnocení aktivní a výměnné půdní reakce bylo provedeno podle Tab. 4.

Tabulka 4: *Hodnocení aktivní a výměnné půdní reakce (Pokorný, 2003)*

pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	Hodnocení
< 4,9	< 4,5	silně kyselá
5,0 – 5,9	4,6 – 5,5	Kyselá
6,0 – 6,9	5,6 – 6,5	slabě kyselá
7,0	6,6 – 7,2	Neutrální
7,1 – 8,0	>7,2	slabě alkalická
8,1 – 9,4	/	Alkalická
> 9,4	/	silně alkalická

### 4.2.3 Stanovení živin podle Mehlich III

Podrobný postup stanovení obsahu živin uvádějí Zbiral a kol. (1997), Pokorný (2007) a Pospíšilová a Vlček (2015). Hodnocení celkového obsahu fosforu, draslíku, hořčíku a vápníku je uvedeno v Tab. 6 - 9. Princip stanovení spočívá ve využití komplexačního účinku EDTA (kyselina etylen-diamino-tetra octová) a kyselého roztoku fluoridu amonného a dusičnanu amonného. Pro nastavení kyselého pH se využívá kyselina octová a kyselina dusičná. Využívá se AAS (atomová absorpční spektrometrie) k výpočtu koncentrace sledované živiny.

Tabulka 5: Hodnocení fosforu dle Mehlicha III (Klement a kol., 2012)

Obsah	Fosfor (mg.kg <sup>-1</sup> )
Nízký	do 50
Vyhovující	51 – 80
Dobrý	81 – 115
Vysoký	116 – 185
velmi vysoký	nad 185

Tabulka 6: Hodnocení draslíku dle Mehlicha III (Klement a kol., 2012)

Obsah	Draslík (mg.kg <sup>-1</sup> )		
	lehká půda	střední půda	těžká půda
Nízký	do 100	do 105	do 170
Vyhovující	101 – 160	106 – 170	171 – 260
Dobrý	161 – 275	171 – 310	261 – 350
Vysoký	276 – 380	311 – 420	351 – 510
velmi vysoký	nad 380	nad 420	nad 510

Tabulka 7: *Hodnocení hořčíku dle Mehlicha III (Klement a kol., 2012)*

Obsah	Horčík (mg.kg <sup>-1</sup> )		
	lehká půda	střední půda	těžká půda
<b>Nízký</b>	do 80	do 105	do 120
<b>Vyhovující</b>	81 – 135	106 – 160	121 – 220
<b>Dobrý</b>	136 – 200	161 – 265	221 – 330
<b>Vysoký</b>	201 – 285	266 – 330	331 – 460
<b>velmi vysoký</b>	nad 285	nad 330	nad 460

Tabulka 8: *Hodnocení vápníku dle Mehlicha III (Klement a kol., 2012)*

Obsah	Vápník (mg.kg <sup>-1</sup> )		
	lehká půda	střední půda	těžká půda
<b>Nízký</b>	do 1000	do 1100	do 1700
<b>Vyhovující</b>	1001 – 1800	1101 - 2000	1701 – 3000
<b>Dobrý</b>	1801 – 2800	2001 – 3300	3001 – 4200
<b>Vysoký</b>	2801 – 3700	3301 – 5400	4201 – 6600
<b>velmi vysoký</b>	nad 3700	nad 5400	nad 6600

#### 4.2.4 Stanovení obsahu humusu

Půdní organická hmota podléhá procesům jako mineralizace, humifikace, ulmifikace. V půdě se stanovuje jako celkový obsah organického uhlíku a obsah humusu se dopočítá podle Orlova (1985). Množství organického uhlíku (Corg) lze stanovit na suché ana mokré cestě. V bakalářské práci byl obsah Corg stanoven na mokré cestě oxidimetrickou titrací. Podrobný postup lze najít i v práci Podlešáková a kol. (1992). Přepočet Corg na humus uvádíme níže:

$$\mathbf{Humus(\%) = Corg (\%) \cdot 1,724}$$

Koeficient 1,724 byl vypočítán za předpokladu, že je v humusu 58% uhlíku. Hodnocení se provede podle Tab. 9.



Tabulka 9: *Hodnocení půd podle procenta stanoveného humusu*

Hodnocení obsahu humusu	Humus (%)
<b>Velmi vysoký</b>	více než 5
<b>Vysoký</b>	3-5
<b>Střední</b>	2-2,9
<b>Nízký</b>	1-1,9
<b>Velmi nízký</b>	méně než 1

#### 4.2.5 Optické vlastnosti humusových látek

Pro charakteristiku kvality humusových látek se používá metoda *UV-VIS spektroskopie*. Humínové kyseliny jsou charakteristické svou vysokou intenzitou absorpance, jak v ultrafialovém, tak i ve viditelné oblasti *spektra*. Z UV-VIS spekter získáváme tzv. barevnou křivku a barevný index  $Q_{4/6}$ , který je také nazýván jako barevný koeficient nebo humifikační index. Tento humifikační index je definován jako poměr absorbancí při vlnových délkách 465 nm a 665 nm respektive 400 nm a 600 nm. U humínových kyselin jsou hodnoty nízké (3-4) a fulminové kyseliny mají naopak hodnoty vysoké (9-10), jak uvádějí Pospíšil (1980), Pospíšilová a Tesařová (2009), Fasurová a Pospíšilová (2010). Tvar spektrální čáry je závislý na chemickém složení huminových kyselin, jak uvádí Pospíšilová (2012). Optické vlastnosti humusových látek byly stanoveny na UV-VIS spektrofotometry Varian Cary 50 Probe, s optickým vláknem v rozsahu vlnových délek 300 – 700 nm.

## 5 VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ

Byly stanoveny a hodnoceny tyto parametry:

- *zrnatostní složení půdy,*
- *půdní reakce,*
- *obsah živin,*
- *humus,*
- *kvalita HL.*

### **Kambizem modální (Sonda 1, orba, Svárov)**

Byl zde stanoven obsah jílnatých částic na 27 %, což je půda písčitohlinitá, středně těžká půda (Tab. 3). Byla stanovena slabě kyselá aktivní půdní reakce (pH/H<sub>2</sub>O – 6,45) a slabě kyselá výměnná půdní reakce (pH/KCl – 5,66) – viz Tab. 4, 13. Obsah Corg byl 1,6 % a hodnotíme ho jako nízký. Obsah živin v půdě je uveden v Tab. 15. Obsah fosforu je 49,1 (mg/kg) a hodnotíme ho podle Tab. 5 jako nízký. Draslík s hodnotou 117,3 (mg/kg), hodnotíme dle Tab. 6, jako vyhovující. Obsah hořčíku o hodnotě 195,9 (mg/kg), můžeme dle Tab. 7, vyhodnotit jako dobrý. Obsah vápníku s hodnotou 1994 (mg/kg), hodnotíme dle Tab. 8, jako vyhovující. Obsah HL dosahuje hodnoty 0,55 %, z toho mají HK hodnotu 0,28 % a FK mají hodnotu 0,27 %. Poměr HK/FK je 1,04, což značí fulvátně - humátní typ humusu (Tab. 10, 12)). Stupeň humifikace je 28,13 %, jedná se tedy o střední stupeň humifikace (Tab. 11, 14). Barevný index Q<sub>4/6</sub> dosahuje hodnoty 7 a jedná se o mladé humusové látky (Tab. 14).

V roce 2014 byla stanovena půdní aktivní reakce jako slabě kyselá (pH/H<sub>2</sub>O = 6,75) a výměnná půdní reakce je také slabě kyselá (pH/KCl = 5,86) – viz Tab. 4, 13. Obsah živin v půdě je uveden v Tab. 15. Obsah fosforu je 68,1 (mg/kg) a hodnotíme ho podle Tab. 5 jako vyhovující. Draslík s hodnotou 140,3 (mg/kg), hodnotíme dle Tab. 6, jako vyhovující. Obsah hořčíku o hodnotě 98,5 (mg/kg), můžeme dle Tab. 7, vyhodnotit jako nízký. Obsah vápníku s hodnotou 2123 (mg/kg), hodnotíme dle Tab. 8, jako dobrý. Obsah Corg 1,8 % hodnotíme jako nízký (Tab. 14). Obsah HL je 0,80 %, z toho HK 0,30 % a FK 0,50 %. Poměr HK/FK činí 0,6. Jedná se o humátně - fulvátní typ humusu (Tab. 10, 12). Stupeň humifikace dosahuje 40 %, jedná se o vysoký stupeň humifikace

(Tab. 11, 14). Hodnota barevného indexu  $Q_{4/6}$  je 5, tedy vyšší a indikuje střední kvalitu HL (Tab. 14).

V roce 2015 zde byla stanovena aktivní půdní reakce jako slabě kyselá ( $\text{pH}/\text{H}_2\text{O} = 6,70$ ) a výměnná půdní reakce je také slabě kyselá ( $\text{pH}/\text{KCl} = 5,80$ ) – viz Tab. 4, 13. Obsah Corg 1,30 % a je nízký (Tab. 14). Obsah živin v půdě je uveden v Tab. 15. Obsah fosforu je 136,2 (mg/kg) a hodnotíme ho podle Tab. 5 jako vysoký. Draslík s hodnotou 284,3 (mg/kg), hodnotíme dle Tab. 6, jako dobrý. Obsah hořčíku o hodnotě 146,7 (mg/kg), můžeme dle Tab. 7, vyhodnotit jako vyhovující. Obsah vápníku s hodnotou 2313 (mg/kg), hodnotíme dle Tab. 8, jako dobrý. Obsah HL je 0,50 %, z toho HK 0,30 % a FK 0,20 %. Poměr HK/FK činí 1,5. Jedná se o fulvátně – humátní typ humusu (Tab. 10, 12). Stupeň humifikace dosahuje 33,33 %, jedná se o vysoký stupeň humifikace (Tab. 11, 14). Hodnota barevného indexu  $Q_{4/6}$  na jaře je 4,20 (Tab. 14). Hodnota je vyšší a indikuje převahu fulvokyselin.

#### **Kambizem modální (Sonda 2, minimalizace)**

V roce 2013 zde byl stanoven obsah jílnatých částic na 27 %, což je půda písčitohlinitá, středně těžká půda (Tab. 3). Byla stanovena slabě kyselá aktivní půdní reakce ( $\text{pH}/\text{H}_2\text{O} = 6,20$ ) a slabě kyselá výměnná půdní reakce ( $\text{pH}/\text{KCl} = 5,20$ ) – viz Tab. 4, 13. Obsah Corg byl 1,65 % a hodnotíme ho jako nízký. Obsah živin v půdě je uveden v Tab. 15. Obsah fosforu je 87,20 (mg/kg) a hodnotíme ho podle Tab. 5 jako dobrý. Draslík s hodnotou 239,70 (mg/kg), hodnotíme dle Tab. 6, jako dobrý. Obsah hořčíku o hodnotě 100,90 (mg/kg), můžeme dle Tab. 7, vyhodnotit jako vyhovující. Obsah vápníku s hodnotou 1909,00 (mg/kg), hodnotíme jako dobrý, viz Tab. 8. Obsah HL dosahuje hodnoty 0,51 %, z toho mají HK hodnotu 0,27 % a FK mají hodnotu 0,24 %. Poměr HK/FK je 1,13, což značí fulvátně - humátní typ humusu (Tab. 10, 12). Stupeň humifikace je 30,91 %, jedná se tedy o vysoký stupeň humifikace (Tab. 11, 14). Barevný index  $Q_{4/6}$  dosahuje hodnoty 5,2 a jedná se o mladé humusové látky (Tab. 14).

V roce 2014 byla stanovena půdní aktivní reakce jako slabě kyselá ( $\text{pH}/\text{H}_2\text{O} = 6,32$ ) a výměnná půdní reakce je také jako slabě kyselá ( $\text{pH}/\text{KCl} = 5,37$ ) – viz Tab. 4, 13. Obsah fosforu je 112,2 (mg/kg) a hodnotíme ho podle Tab. 5 jako dobrý. Draslík s hodnotou 257,8 (mg/kg), hodnotíme dle Tab. 6, jako dobrý. Obsah hořčíku o hodnotě

100,6 (mg/kg), můžeme dle Tab. 7, vyhodnotit jako nízký. Obsah vápníku s hodnotou 2687 (mg/kg), hodnotíme dle Tab. 8, jako dobrý. Obsah Corg 1,8 % hodnotíme jako nízký (Ta. 14). Obsah HL je 0,88 %, z toho HK 0,33 % a FK 0,55 %. Poměr HK/FK činí 0,6. Jedná se o humátně - fulvátní typ humusu (Tab. 10, 12). Stupeň humifikace dosahuje 48,89 %, jedná se o vysoký stupeň humifikace (Tab. 11, 14). Hodnota barevného indexu  $Q_{4/6}$  je 5, tedy vyšší a indikuje střední kvalitu HL (Tab. 14).

V roce 2015 zde byla stanovena aktivní půdní reakce jako slabě kyselá ( $pH/H_2O = 6,70$ ) a výměnná půdní reakce je také slabě kyselá ( $pH/KCl = 5,70$ ) – viz Tab. 4, 13. Obsah živin v půdě je uveden v Tab. 15. Obsah fosforu je 104,40 (mg/kg) a hodnotíme ho podle Tab. 5 jako dobrý. Draslík s hodnotou 244,8 (mg/kg), hodnotíme dle Tab. 6, jako dobrý. Obsah hořčíku o hodnotě 93,9 (mg/kg), můžeme dle Tab. 7, vyhodnotit jako nízký. Obsah vápníku s hodnotou 1919 (mg/kg), hodnotíme dle Tab. 8, jako vyhovující. Obsah HL je 0,60%, z toho HK 0,30 % a FK 0,30 %. Poměr HK/FK činí 1,0 a jedná se o fulvátně – humátnítyp humusu (Tab. 10, 12). Stupeň humifikace dosahuje 46,15 %, jedná se o vysoký stupeň humifikace (Tab. 11, 14). Hodnota barevného indexu  $Q_{4/6}$  je 4,6 a indikuje převahu fulvokyselin (Tab. 14).

### **Černozem luvická (sonda č. 1, orba)**

Obsah živin stanovený před pokusy v roce 2008 (Tab. 5-8, 19) je u orby vyhodnocený jako:

- |               |             |                                    |
|---------------|-------------|------------------------------------|
| ○ fosfor (P)  | = 53 mg/kg  | → vyhovující obsah fosforu v půdě  |
| ○ draslík (K) | =148 mg/kg  | → vyhovující obsah draslíku v půdě |
| ○ vápník (Ca) | =3494 mg/kg | →vysoký obsah vápníku v půdě       |
| ○ hořčík (Mg) | =154 mg/kg  | →vyhovující obsah hořčíku v půdě   |

Hodnoty aktivní půdní reakce se v roce 2009 pohybovali v rozmezí 7,44 – 7,49, což jsou hodnoty, které určují půdní reakci jako slabě alkalickou. Výměnná půdní reakce byla stanovena jako neutrální ( $pH/KCl = 6,77$ ), viz Tab. 4, 18. Celkový obsah organického uhlíku v ornici (Corg)je v roce 2009 2,16 % (Tab. 17). Zastoupení humusu je 2,84 %, což značí vysoký obsah humusu. Obsah humusových látek v tomhle roce je 0,52 %, z toho 0,31 % HK a 0,21 % FK (Tab. 10, 16) Kvalita humusových látek je dána poměr HK/FK, který je 1,48. Stupeň humifikace má hodnotu 14,35 %, co to značí, že je

nízký (Tab. 11, 17). Hodnota barevného indexu  $Q_{4/6}$ , která je 4,1, indikuje střední hodnotu HL. V roce 2010 byla aktivní půdní reakce v rozmezí hodnot 7,24 – 7,33, což ji značí jako slabě alkalickou. Hodnoty výměnné půdní reakce se pohybovaly v rozmezí 6,46 – 6,62, tedy rozmezí neutrální až slabě kyselá půdní reakce (Tab. 4, 18). U orby v roce 2010 je výskyt organického uhlíku (C<sub>org</sub>) 1,64 (Tab. 17). Humus je zastoupen v 2,82 % což značí nízký obsah. V orničním horizontu je stanoveno 0,62 % veškerých humusových látek, z toho je 0,40 % HK a 0,22 % FK. Hodnota 1,82 je poměr HK/FK a jedná se o fulvátně - humátní typ humusu (Tab. 10, 16). Stupeň humifikace činí v orničním horizontu 24,46 %, což znamená, že je velmi vysoký (Tab. 11, 17). Hodnota indexu  $Q_{4/6}$  je 3,8 a indikuje vysokou kvalitu humusových látek. V roce 2011 zde byla aktivní půdní reakce slabě alkalická (pH/H<sub>2</sub>O = 7,15). Hodnoty výměnné půdní reakce (pH/KCl = 6,28 – 6,31) ji značí jako slabě kyselou (Tab. 4, 18). V orničním horizontu je stanoven obsah veškerých humusových látek hodnotou 0,56 %. Rozdělení je na HK = 0,38% a FK 0,18 % a jejich poměr (HK/FK) je 2,11. Tato hodnota udává typ humusu jako humátní (Tab. 10, 16). Procentuální zastoupení humusu je zde 2,30 % a obsah C<sub>org</sub> 1,34 % (Tab. 17). Tyto hodnoty udávají střední obsah humusu. V orničním horizontu je stupeň humifikace střední s hodnotou 28,46 % (Tab. 11, 17). Závěrem lze konstatovat, že kvalita humusových látek je vyšší než průměr u kambizemí.

### **Černozem luvická (sonda č. 2, minimalizace)**

Obsah živin stanovený před pokusy v roce 2008 (Tab. 5-8, 19) je u minimalizace vyhodnocený jako:

- fosfor (P) = 52 mg/kg → vyhovující obsah fosforu v půdě
- draslík (K) = 130 mg/kg → vyhovující obsah draslíku v půdě
- vápník (Ca) = 3853 mg/kg → vysoký obsah vápníku v půdě
- hořčík (Mg) = 152 mg/kg → vyhovující obsah hořčíku v půdě

Aktivní půdní reakce se u minimalizace v roce 2009 dostala na hodnoty 7,52 a značí je teda jako slabě alkalickou (Tab. 4, 18), zatímco výměnná půdní reakce je zde slabě kyselá (pH/KCl = 6,77). Celkový obsah organického uhlíku v ornici (C<sub>org</sub>) je v roce 2009 2,75 % (Tab. 17). Procentuální zastoupení humusu je 3,15%, což značí vysoký obsah humusu (Ta. 9). Obsah humusových látek v tomhle roce je 0,63 % a z toho 0,45 % HK a 0,18 % FK. Kvalita humusových látek je dána poměr HK/FK = 1,61 a typ humusu je fulvátně - humátní (Tab. 10, 16). Stupeň humifikace má hodnotu 50,42 %, což značí, že je velmi vysoký (Tab. 11, 17). Hodnota barevného indexu  $Q_{4/6}$ , která je 4 a indikuje

střední kvalitu HL (Tab. 17). V roce 2010 určuje hodnota 7,20 aktivní půdní reakci jako slabě alkalickou. Oproti tomu hodnota 6,32 u výměnné půdní reakce ji určují jako slabě kyselou (Tab. 4, 18). Výskyt organického uhlíku ( $C_{org}$ ) 0,89 % (Tab. 17). Humus je zastoupen v 1,54 % což značí nízký obsah (Tab. 9). V orničním horizontu je stanoveno 0,63% veškerých humusových látek, z toho je 0,45% HK a 0,28 % FK. Hodnota 1,61 je pro poměr HK/FK a jedná se o fulvátně - humátní typ humusu (Tab. 10, 16). Stupeň humifikace činí v orničním horizontu 24,56 %, což znamená, že je střední (Tab. 11, 17). Hodnota indexu  $Q_{4/6}$  je 3,8 a indikuje vysokou kvalitu humusových látek. V roce 2011 zde byla aktivní půdní reakce stanovena jako neutrální ( $pH/H_2O = 7,04$ ) a výměnná půdní reakce jako slabě kyselá ( $pH/KCl = 6,28$ )-viz Tab. 4, 18. V orničním horizontu je stanoven obsah veškerých humusových látek hodnotou 0,62 %. Rozdělení je na HK = 0,42% a FK 0,20 % a jejich poměr (HK/FK) je 2,10. Tato hodnota udává typ humusu jako humátní (Tab. 10, 16). Procentuální zastoupení humusu je zde 2,29 %, obsah  $C_{org} = 1,71$  % (Tab. 17). Tyto hodnoty udávají střední obsah humusu (Tab. 9). V orničním horizontu je stupeň humifikace střední s hodnotou 24,56 % (Tab. 11,17). Závěrem lze říci, že obsah humusových látek je nižší než průměr u černozemí.

## 6 DISKUZE

V souladu s cílem práce byl hodnocen vliv antropogenní činnosti na chemismus půdy. Dlouhodobé pokusy byly založeny na lokalitě Svárov v roce 2013 a trvaly do roku 2015, na lokalitě Unčovice od roku 2009 do roku 2011. Na obou lokalitách se prováděly pokusy na orbě a minimalizaci. Byly sledovány tyto půdní typy: *kambizem modální* (Svárov) a *černozem luvická* (Unčovice). Lze konstatovat, že u *černozemě luvické* (Unčovice) nemá způsob hospodaření na půdě zásadní vliv na žádný ze sledovaných parametrů (Corg, HL, HK, FK, pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl, Sh). U *kambizemě modální* naopak má výrazný vliv způsob ohospodařování. Statistické zpracování dat ANOVA (jeden faktor) ukázalo, že sledované parametry u *černozemě luvické* nejsou statisticky významně rozdílné při různém způsobu obhospodařování půdy. Naopak u *kambizemě modální* byl zjištěn statisticky průkazně vyšší obsah živin při minimalizaci v porovnání s orbou. Podobné výsledky u *kambizemí* publikoval Kovaříček (2013).

## 7 ZÁVĚR

Výsledky bakalářské práce na téma „*Vliv antropogenní činnosti na chemismus půdy*“ nám dovoluují vyslovit tyto závěry:

1. U *černozemě luvické* (Unčovice) se vliv způsobu hospodaření (orba x minimalizace) neprojevil statisticky průkazně na sledovaných parametrech a můžeme konstatovat, že variabilita byla vícezpůsobena vlivem ročníku.
2. U *kambizemě modální* (Svárov) byl zjištěn nejen výrazný vliv ročníku, ale i vliv způsobu obhospodařování na sledované parametry. Obsah živin byl statisticky průkazně vyšší na minimalizaci.



## 8 POUŽITÁ LITERATURA

FASUROVÁ, N. & POSPÍŠILOVÁ, L. (2010). *Characterization of soil humic substances by ultraviolet visible and synchronous fluorescence spectroscopy. Journal Central European Agriculture*, No 3: 351-358.

HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: ProfiPress, 2008. ISBN 978-80-86726-28-1.

JANDÁK, Jiří, a kol. *Cvičení z půdoznalství*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. ISBN 80-7157-733-2.

JANDÁK, Jiří, Eduard POKORNÝ a Alois PRAX. *Půdoznalství*. 2. vyd. / . Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. ISBN 978-80-7157-559-7.

KLEMENT, Vladimír, Michaela SMATANOVÁ a Karel Trávník, 2012: *Padesát let agrochemického zkoušení zemědělských půd v České republice*. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 96 s. ISBN: 978-80-7401-062-0.

KLIKA, J. 1954. *Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství*. [1. vyd.]. Praha: Nakl. Československé akademie věd.

KONONOVÁ M. M. & BĚLČIKOVÁ N. P., 1963: *Uskorenyj metod opredelenija sostava gumusaminalnych počv*. In: *Organičeskoje veščestvo počvy*. Moskva.

KOVAŘÍČEK, P. a kol., 2013: *Agromická opatření ke snížení vodní eroze na orné půdě s využitím zapravení organické hmoty*. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha.

KVĚCH, O., ŠKODA, V.: *Současné a perspektivní způsoby zpracování půdy*. Praha, Skriptum VŠZ v Praze, 1958.

PODLEŠÁKOVÁ, E. a kol. *Rozbory půd, vod a rostlin*. Praha: VÚMOP, 1992.

POSPÍŠILOVÁ L., 2012: *Nedegradační metody studia kvality přírodních humusových látek*. 3. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-662-2.

POSPÍŠILOVÁ L., & TESAŘOVÁ M., 2009: *Organický uhlík obhospodařovaných půd*. Acta Folia II. Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2009 (1): 41s.

POSPÍŠILOVÁ L., VLČEK V., 2015: *Chemické, biologické a fyzikální ukazatele kvality/zdraví půdy*. Mendelova univerzita, Brno, Acta Folia VIII 2015. Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, VIII. 86 s., ISBN 978-80-7509-244-1.

PRIX, Alois a Eduard POKORNÝ. *Klasifikace a ochrana půd*. Vyd. 2., přeprac. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004. ISBN 80-7157-746-4.

RICHTER, Rostislav a Jaroslav HLUŠEK. *Výživa a hnojení rostlin: (I.obecná část)*. 1.vyd. Brno: VŠZ v Brně, 1994. ISBN 80-7157-138-5.

RICHTER, Rostislav, Luděk HŘIVNA a Jaroslav HLUŠEK. *Výživa a hnojení rostlin: praktická cvičení*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1999. ISBN 80-7157-346-9.

SOTÁKOVÁ, S. (1988). *Podznalectvo*, Bratislava, Příroda, 1988,

ŠARAPATKA, Bořivoj. *Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření*. Olomouc: Bioinstitut, 2010. ISBN 978-80-87371-10-7.

ŠIMON, Josef a Jiří LHOTSKÝ. *Zpracování a zúrodňování půd*. 1.vyd. Praha: SPN, 1989. ISBN 80-209-0048-9.

## INTERNETOVÉ ZDROJE

*Pozitivní vlivy lidské činnosti na půdu.* Databáze online [cit. 2016.03.23]. Dostupné na:  
[http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=pozitivni\\_vlivy\\_lidske\\_cinnosti\\_na\\_pu  
du&site=puda](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=pozitivni_vlivy_lidske_cinnosti_na_pu<br/>du&site=puda)

*Zasolování a eroze.* Databáze online [cit. 2016.03.23]. Dostupné na:  
[http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=zasolovani\\_a\\_eroze&site=puda](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=zasolovani_a_eroze&site=puda)

Richter R, 2004 : *Multimediální učební text – mikroelementy v půdě.* Databáze online  
[cit. od 2015-12-13 do 2016-03-29]. Dostupné na:  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/agrochemie\\_pudy/a\\_inde  
x\\_agrochem.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/a_inde<br/>x_agrochem.htm)

Richter R, 2007 : *Multimediální učební text – makroelementy v půdě.* Databáze online  
[cit. od 2015-12-16 do 2016-03-29]. Dostupné na:  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/agrochemie\\_pudy/a\\_inde  
x\\_agrochem.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/a_inde<br/>x_agrochem.htm)

Richter R, 2007 : *Multimediální učební text – živinný režim půd.* Databáze online [cit. od  
2015-12-15 do 2016-04-04]. Dostupné na:  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/agrochemie\\_pudy/a\\_inde  
x\\_agrochem.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/a_inde<br/>x_agrochem.htm)

Znaky trofismu. In: Diagnostické znaky. Databáze online. ©2004 [cit. 2016-04-04].  
Dostupné na:  
[http://klasifikace.pedologie.cz/index.php?action=showKategorie&id\\_categoryNode=10  
9](http://klasifikace.pedologie.cz/index.php?action=showKategorie&id_categoryNode=10<br/>9)

Ing. Šimečková J., 2015: Základní půdotvorné procesy. Databáze online [cit. 2016-04-14]. Dostupné na:

[https://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/stranka.php?kod=5290](https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=5290)

*Problematic Soil*. online [cit. 2016.04.20]. Dostupné na:

<http://www.slideshare.net/aamir619/problematic-soil>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: *Profil kambizemě*

Obrázek 2: *Profil černozemě*

Obrázek 3: *Dvě varianty zpracování půdy ke kukuřici*

Obrázek 4: *Metody minimalizace zpracování půdy*

Obrázek 5: *Zasolená půda v porovnání s nezasolenou (www.slideshare.net)*

Obrázek 6: *Formy dusíku v půdě, (IVANIČ, 1984)*

Obrázek 7: *Deficit dusíku u kukuřice, (http://web2.mendelu.cz)*

Obrázek 8: *Deficit Zn u kukuřice (www.web2.mendelu)*

Obrázek 9: *Deficit molybdenu u růžice kvěťáku (www.web2.mendelu)*

Obrázek 10: *Černozem luvická (Unčovice, foto: E. Pokorný, 2009)*

Obrázek 11: *Kambizem modální (Svárov, Sonda 1, foto: A. Žigová, 2014)*

Obrázek 12: *Kambizem modální (Svárov, Sonda 2, foto: A. Žigová, 2014)*

## SEZNAM TABULEK

- Tabulka 1: *Klasifikace půd podle minerální síly (Klika, 1954)*
- Tabulka 2: *Průměrné složení půdy v hmotnostních procentech (Pokorný, 2009)*
- Tabulka 3: *Hodnocení půdní textury (Novák, 1953)*
- Tabulka 4: *Hodnocení aktivní a výměnné půdní reakce (Pokorný, 2003)*
- Tabulka 5: *Hodnocení fosforu dle Melicha III (www.eagri.cz)*
- Tabulka 6: *Hodnocení draslíku dle Mehlicha III (www.eagri.cz)*
- Tabulka 7: *Hodnocení hořčíku dle Mehlicha III (www.eagri.cz)*
- Tabulka 8: *Hodnocení vápníku dle Melicha III. (www.eagri.cz)*
- Tabulka 9: *Hodnocení půd podle procenta stanoveného humusu*
- Tabulka 10: *Typ humusu (Pospíšilová, 2003)*
- Tabulka 11: *Stupeň humifikace (Pospíšilová, 2003)*
- Tabulka 12: *Frakční složení humusových látek, (Svárov 2013-2015)*
- Tabulka 13: *Půdní reakce, (Svárov 2013-2015)*
- Tabulka 14: *Celkový obsah organického uhlíku, stupeň humifikace a barevný index ( $Q_{4/6}$ ), Svárov 2013-2015*
- Tabulka 15: *Obsah živin v půdě, (Svárov 2013-2015)*
- Tabulka 16: *Frakční složení humusových látek, (Unčovice 2009-2011)*
- Tabulka 17: *Celkový obsah organického uhlíku, stupeň humifikace a barevný index ( $Q_{4/6}$ ), (Unčovice 2009-2011)*
- Tabulka 18: *Půdní reakce, (Unčovice 2009-2011)*
- Tabulka 19: *Obsah živin v půdě, (Unčovice 2008)*
- Tabulka 20: *Anova: jeden faktor pro aktivní půdní reakci (KAm, Svárov 2013-15)*

Tabulka 21: *Anova: jeden faktor pro výměnou půdní reakci (KAm, Svárov 2013-15)*

Tabulka 22: *Anova: jeden faktor pro celkový obsah uhlíku (KAm, Svárov 2013-15)*

Tabulka 23: *Anova: jeden faktor pro humusové látky (KAm, Svárov 2013-15)*

Tabulka 24: *Anova: jeden faktor pro huminové kyseliny (KAm, Svárov 2013-15)*

Tabulka 25: *Anova: jeden faktor pro fulvokyseliny (KAm, Svárov 2013-15)*

Tabulka 26: *Anova: jeden faktor pro stupeň humifikace (KAm, Svárov 2013-15)*

Tabulka 27: *Anova: jeden faktor pro fosfor (KAm, Svárov 2013-15)*

Tabulka 28: *Anova: jeden faktor pro draslík (KAm, Svárov 2013-15)*

Tabulka 29: *Anova: jeden faktor pro vápník (KAm, Svárov 2013-15)*

Tabulka 30: *Anova: jeden faktor pro hořčík (KAm, Svárov 2013-15)*

Tabulka 31: *Anova: jeden faktor pro aktivní půdní reakci (CE, Unčovice 2009-2011)*

Tabulka 32: *Anova: jeden faktor pro výměnou půdní reakci (CE, Unčovice 2009-2011)*

Tabulka 33: *Anova: jeden faktor pro celkový obsah organického uhlíku (CE, Unčovice 2009-2011)*

Tabulka 34: *Anova: jeden faktor pro humusové látky (CE, Unčovice 2009-2011)*

Tabulka 35: *Anova: jeden faktor pro huminové kyseliny (CE, Unčovice 2009-2011)*

Tabulka 36: *Anova: jeden faktor pro fulvokyseliny (CE, Unčovice 2009-2011)*

Tabulka 37: *Anova: jeden faktor stupeň humifikace (CE, Unčovice 2009-2011)*

# **PŘÍLOHY**



Tabulka 10: *Typ humusu (Pospíšilová, 2003)*

Poměr $C_{HK}:C_{FK}$	Typ humusu
více než 2	humátní
2 -1	fulvátně-humátní
1 – 0,5	humátně-fulvátní
méně než 0,5	fulvátní

Tabulka 11: *Stupeň humifikace (Pospíšilová, 2003)*

Hodnocení	Hranice veličiny
velmi vysoký	více než 40 %
Vysoký	40-30 %
Střední	30-20 %
Nízký	20-10 %
velmi nízký	méně než 10 %

Tabulka 12: *Frakční složení humusových látek, Svárov 2013-2015*

	<b>HL (%)</b>		<b>HK (%)</b>		<b>FK (%)</b>		<b>HK/FK</b>	
	<i>Orba</i>	<i>Min</i>	<i>Orba</i>	<i>Min</i>	<i>Orba</i>	<i>Min</i>	<i>Orba</i>	<i>Min</i>
<b>2013 jaro</b>	0,55	0,51	0,28	0,27	0,27	0,24	1,04	1,13
<b>2014 jaro</b>	0,80	0,88	0,30	0,33	0,50	0,55	0,60	0,60
<b>2015 jaro</b>	0,50	0,60	0,30	0,30	0,20	0,30	1,50	1,00
<b>2013 podzim</b>	0,53	0,58	0,25	0,23	0,28	0,35	0,89	0,66
<b>2014 podzim</b>	0,60	0,65	0,30	0,35	0,30	0,30	1,00	1,17
<b>2015 podzim</b>	0,40	0,65	0,20	0,30	0,30	0,35	0,67	0,86

Tabulka 13: *Půdní reakce, Svárov 2013-2015*

	<b>pH/H<sub>2</sub>O</b>		<b>pH/KCl</b>	
	<i>Orba</i>	<i>Min</i>	<i>Orba</i>	<i>Min</i>
<b>2013 jaro</b>	6,45	6,20	6,45	6,20
<b>2014 jaro</b>	6,75	6,32	5,86	5,37
<b>2015 jaro</b>	6,70	6,70	5,80	5,70

Tabulka 14: Celkový obsah organického uhlíku, stupeň humifikace a barevný index ( $Q_{4/6}$ ), Svárov 2013-2015

	<b>Corg</b>		<b>Sh(%)</b>		<b>Q4/6</b>	
	<b>Orba</b>	<b>Min</b>	<b>Orba</b>	<b>Min</b>	<b>Orba</b>	<b>Min</b>
<b>2013 jaro</b>	1,60	1,65	28,13	30,91	7,00	5,20
<b>2014 jaro</b>	1,80	1,80	40,00	48,89	5,00	5,00
<b>2015 jaro</b>	1,30	1,50	33,33	46,15	4,20	4,60
<b>2013 podzim</b>	1,50	1,65	35,33	35,15		
<b>2014 podzim</b>	1,50	1,80	37,50	36,11		
<b>2015 podzim</b>	1,92	1,62	20,83	40,12		

Tabulka 15: Obsah živin v půdě, Svárov 2013-2015

	<b>P (mg/kg)</b>		<b>K (mg/kg)</b>	
	<b>Orba</b>	<b>Min</b>	<b>Orba</b>	<b>Min</b>
<b>2013 jaro</b>	49,10	87,20	117,30	239,70
<b>2014 jaro</b>	68,10	112,20	140,30	257,80
<b>2015 jaro</b>	81,50	104,40	160,70	244,80
	<b>Ca (mg/kg)</b>		<b>Mg (mg/kg)</b>	
	<b>Orba</b>	<b>Min</b>	<b>Orba</b>	<b>Min</b>
<b>2013 jaro</b>	1994,00	1909,00	195,90	100,90
<b>2014 jaro</b>	2123,00	2687,00	98,50	100,60
<b>2015 jaro</b>	1891,00	1919,00	121,60	93,90

Tabulka č. 16: Frakční složení humusových látek, Unčovice 2009-2011

	<b>HL (%)</b>		<b>HK (%)</b>		<b>FK (%)</b>		<b>HK/FK</b>	
	<b>Orba</b>	<b>Min</b>	<b>Orba</b>	<b>Min</b>	<b>Orba</b>	<b>Min</b>	<b>Orba</b>	<b>Min</b>
<b>2009 jaro</b>	0,55	0,59	0,35	0,40	0,20	0,19	1,75	2,11
	0,52	0,63	0,31	0,45	0,21	0,28	1,48	1,61
<b>2010 jaro</b>	0,62	0,59	0,40	0,40	0,22	0,19	1,82	2,11
	0,62	0,63	0,40	0,45	0,22	0,28	1,82	1,61
<b>2011 jaro</b>	0,56	0,62	0,38	0,42	0,18	0,20	2,11	2,10
<b>2009 podzim</b>	0,56	0,66	0,35	0,40	0,21	0,26	1,67	1,54
	0,55	0,65	0,36	0,40	0,19	0,25	1,89	1,60
<b>2010 podzim</b>	0,70	0,70	0,48	0,45	0,22	0,25	2,18	1,80
	0,75	0,70	0,49	0,42	0,26	0,28	1,88	1,50
<b>2011 podzim</b>	0,72	0,63	0,37	0,32	0,35	0,31	1,04	1,02

Tabulka č. 17: Celkový obsah organického uhlíku, stupeň humifikace a barevný index (Q<sub>4/6</sub>), Unčovice 2009-2011

	Corg(%)		Sh (%)		Q4/6	
	<i>Orba</i>	<i>Min</i>	<i>Orba</i>	<i>Min</i>	<i>Orba</i>	<i>Min</i>
<b>2009 jaro</b>	2,15	0,82	16,32	48,93	4,10	4,00
	2,16	0,89	14,35	50,42		
<b>2010 jaro</b>	1,68	0,82	23,81	31,58	3,80	3,80
	1,64	0,89	24,46	26,67		
<b>2011 jaro</b>	1,34	1,71	28,46	24,56	3,62	3,76
<b>2009 podzim</b>	1,28	1,60	27,45	25,04		
	1,32	1,57	27,22	25,52		
<b>2010 podzim</b>	1,28	1,43	37,65	31,58		
	1,28	1,58	38,43	26,67		
<b>2011 podzim</b>	1,48	1,40	24,73	22,45		

Tabulka č. 18: Půdní reakce, Unčovice 2009-2011

	pH/H <sub>2</sub> O		pH/KCl	
	<i>Orba</i>	<i>Min</i>	<i>Orba</i>	<i>Min</i>
<b>2009 jaro</b>	7,49	7,52	6,77	6,72
	7,44	7,51	6,76	6,78
<b>2010 jaro</b>	7,24	7,20	6,58	6,32
<b>2011 jaro</b>	7,25	7,15	6,62	6,35
<b>2009 podzim</b>	7,31	7,10	6,46	6,17
	7,33	7,12	6,47	6,18
<b>2010 podzim</b>	7,13	7,08	6,33	6,31
<b>2011 podzim</b>	7,15	7,04	6,32	6,28

Tabulka č. 19: Obsah živin v půdě, Unčovice 2008

	P (mg/kg)		K (mg/kg)	
	<i>Orba</i>	<i>Min</i>	<i>Orba</i>	<i>Min</i>
<b>Jaro 2008</b>	53	52	148	130
	32	29	94	99
<b>Podzim 2008</b>	73	52	135	137
	44	29	104	101
	Ca (mg/kg)		Mg (mg/kg)	
<b>Jaro 2008</b>	3494	3853	154	152
	3635	3907	165	161
<b>Podzim 2008</b>	3156	3265	180	153
	3374	3352	192	159

Tabulka č. 20

Anova - jeden faktor pro aktivní půdní reakci (KAm, Svárov 2013-15)

(n=3, alfa=0,05, rkrit=4,303)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba (pH/H<sub>2</sub>O)</i>	3	19,9	6,63333	0,02583		
<i>Min (pH/H<sub>2</sub>O)</i>	3	19,22	6,40667	0,06813		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	0,07707	1	0,07707	<b>1,6403</b>	0,269503	<b>7,70865</b>
<i>Všechny výběry</i>	0,18793	4	0,04698			
<i>Celkem</i>	0,265	5				

Tabulka č. 21

Anova: jeden faktor pro výměnnou půdní reakci (Kam, Svárov 2013-2015)

(n=3, alfa=0,05, rkrit=4,303)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	3	18,11	6,03667	0,129033		
<i>Min</i>	3	17,27	5,75667	0,174633		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	0,1176	1	0,1176	<b>0,77453</b>	0,428517	<b>7,70865</b>
<i>Všechny výběry</i>	0,60733	4	0,15183			
<i>Celkem</i>	0,72493	5				

Tabulka č. 22

Anova: jeden faktor pro celkový obsah organického uhlíku (KAm, Svárov 2013-15)

(n=6, alfa=0,05, rkrit=2,571)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	6	9,62	1,60333	0,05047		
<i>Min</i>	6	10,02	1,67	0,0132		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	0,01333	1	0,01333	<b>0,41885</b>	0,532087	<b>4,9646</b>
<i>Všechny výběry</i>	0,31833	10	0,03183			
<i>Celkem</i>	0,33167	11				

Tabulka č. 23

Anova: jeden faktor pro humusové látky (KAm, Svárov 2013-15)

(n=6, alfa=0,05,rkrit=2,571)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	6	3,28	0,54667	0,02007		
<i>Min</i>	6	3,77	0,62833	0,01942		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	0,02001	1	0,02001	<b>1,01351</b>	0,337802	<b>4,9646</b>
<i>Všechny výběry</i>	0,19742	10	0,01974			
<i>Celkem</i>	0,21743	11				

Tabulka č. 24

Anova: jeden faktor pro huminové kyseliny (KAm, Svárov 2013-15)

(n=6, alfa=0,05,rkrit=2,571)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	5	1,35	0,27	0,002		
<i>Min</i>	5	1,51	0,302	0,00207		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	0,00256	1	0,00256	<b>1,25799</b>	0,294567	<b>5,31766</b>
<i>Všechny výběry</i>	0,01628	8	0,00204			
<i>Celkem</i>	0,01884	9				

Tabulka č. 25

Anova: jeden faktor pro fulvokyseliny (KAm, Svárov 2013-15)

(n=6, alfa=0,05,rkrit=2,571)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	6	1,85	0,30833	0,01018		
<i>Min</i>	6	2,09	0,34833	0,01142		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	0,0048	1	0,0048	<b>0,44458</b>	0,520006	<b>4,9646</b>
<i>Všechny výběry</i>	0,10797	10	0,0108			
<i>Celkem</i>	0,11277	11				

Tabulka č. 26

Anova: jeden faktor pro stupeň humifikace (KAm, Svárov 2013-15)

(n=6, alfa=0,05, rkrit=2,571)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	6	195,12	32,52	49,0462		
<i>Min</i>	6	237,33	39,555	47,3927		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	148,474	1	148,474	<b>3,07912</b>	0,109835	<b>4,9646</b>
<i>Všechny výběry</i>	482,195	10	48,2195			
<i>Celkem</i>	630,668	11				

Tabulka č. 27

Anova: jeden faktor pro fosfor (KAm, Svárov 2013-15)

(n=3, α=0,05, rkrit=4,303)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	3	198,7	66,2333	265,053333		
<i>Min</i>	3	303,8	101,267	163,613333		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	1841	1	1841	<b>8,58943235</b>	0,042780795	<b>7,70865</b>
<i>Všechny výběry</i>	857,333	4	214,333			
<i>Celkem</i>	2698,34	5				

Tabulka č. 28

Anova: jeden faktor pro draslík (KAm, Svárov 2013-15)

(n=3, α=0,05, rkrit=4,303)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	3	418,3	139,433	471,453333		
<i>Min</i>	3	742,3	247,433	87,1033333		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	17496	1	17496	<b>62,6471799</b>	0,001378764	<b>7,70865</b>
<i>Všechny výběry</i>	1117,11	4	279,278			
<i>Celkem</i>	18613,1	5				

Tabulka č. 29

Anova: jeden faktor pro vápník (KAm, Svárov 2013-15)

(n=3,  $\alpha=0,05$ , r<sub>krit</sub>=4,303)

<i>Faktor</i>						
<b>Výběr</b>	<b>Počet</b>	<b>Součet</b>	<b>Průměr</b>	<b>Rozptyl</b>		
<i>Orba</i>	3	6008	2002,67	13512,3333		
<i>Min</i>	3	6515	2171,67	199201,333		
<b>Zdroj variability</b>	<b>SS</b>	<b>Rozdíl</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>Hodnota P</b>	<b>F krit</b>
<i>Mezi výběry</i>	42841,5	1	42841,5	<b>0,4028091</b>	0,560128924	<b>7,70865</b>
<i>Všechny výběry</i>	425427	4	106357			
<i>Celkem</i>	468269	5				

Tabulka č. 30

Anova: jeden faktor pro hořčík (KAm, Svárov 2013-15)

(n=3,  $\alpha=0,05$ , r<sub>krit</sub>=4,303)

<i>Faktor</i>						
<b>Výběr</b>	<b>Počet</b>	<b>Součet</b>	<b>Průměr</b>	<b>Rozptyl</b>		
<i>Orba</i>	3	416	138,667	2590,14333		
<i>Min</i>	3	295,4	98,4667	15,6633333		
<b>Zdroj variability</b>	<b>SS</b>	<b>Rozdíl</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>Hodnota P</b>	<b>F krit</b>
<i>Mezi výběry</i>	2424,06	1	2424,06	<b>1,86050641</b>	0,244275689	<b>7,70865</b>
<i>Všechny výběry</i>	5211,61	4	1302,9			
<i>Celkem</i>	7635,67	5				

## Unčovice ANOVA

Tabulka č. 31

Anova: jeden faktor pro aktivní půdní reakci (CE, Unčovice 2009-2011)

(n=8,  $\alpha=0,05$ , r<sub>krit</sub>=2,365)

<i>Faktor</i>						
<b>Výběr</b>	<b>Počet</b>	<b>Součet</b>	<b>Průměr</b>	<b>Rozptyl</b>		
<i>Orba</i>	8	58,34	7,2925	0,01625		
<i>Min</i>	8	57,72	7,215	0,03651		
<b>Zdroj variability</b>	<b>SS</b>	<b>Rozdíl</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>Hodnota P</b>	<b>F krit</b>
<i>Mezi výběry</i>	0,02403	1	0,02403	<b>0,91065</b>	0,3561288	<b>4,60011</b>
<i>Všechny výběry</i>	0,36935	14	0,02638			
<i>Celkem</i>	0,39338	15				

Tabulka č. 32

Anova: jeden faktor pro výměnou půdní reakci (CE, Unčovice 2009-2011)

(n=8,  $\alpha=0,05$ , r<sub>krit</sub>=2,365)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	8	52,31	6,53875	0,03044		
<i>Min</i>	8	51,11	6,38875	0,05407		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	0,09	1	0,09	2,12991	0,1665217	4,60011
<i>Všechny výběry</i>	0,59158	14	0,04226			
<i>Celkem</i>	0,68158	15				

Tabulka č. 33

Anova: jeden faktor pro celkový obsah organického uhlíku (CE, Unčovice 2009-2011)

(n=10,  $\alpha=0,05$ , r<sub>krit</sub>=2,262)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	10	15,6	1,56	0,11887		
<i>Min</i>	10	12,71	1,271	0,13618		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	0,41761	1	0,41761	<b>3,27467</b>	0,087088	<b>4,41387</b>
<i>Všechny výběry</i>	2,29547	18	0,12753			
<i>Celkem</i>	2,71307	19				

Tabulka č. 34

Anova: jeden faktor pro humusové látky (CE, Unčovice 2009-2011)

(n=10,  $\alpha=0,05$ , r<sub>krit</sub>=2,262)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	10	6,145	0,6145	0,00656		
<i>Min</i>	10	6,395	0,6395	0,0015		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	0,00313	1	0,00313	<b>0,77538</b>	0,390164	<b>4,41387</b>
<i>Všechny výběry</i>	0,07255	18	0,00403			
<i>Celkem</i>	0,07567	19				



Tabulka č. 35

Anova: jeden faktor pro huminové kyseliny (CE, Unčovice 2009-2011)

(n=10,  $\alpha=0,05$ , r<sub>krit</sub>=2,262)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	10	3,885	0,3885	0,00328		
<i>Min</i>	10	4,105	0,4105	0,0016		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	0,00242	1	0,00242	<b>0,99169</b>	0,332529	<b>4,41387</b>
<i>Všechny výběry</i>	0,04393	18	0,00244			
<i>Celkem</i>	0,04635	19				

Tabulka č. 36

Anova: jeden faktor pro fulvokyseliny (CE, Unčovice 2009-2011)

(n=10,  $\alpha=0,05$ , r<sub>krit</sub>=2,262)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	10	2,26	0,226	0,00236		
<i>Min</i>	10	2,49	0,249	0,00179		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	0,00265	1	0,00265	<b>1,27538</b>	0,273586	<b>4,41387</b>
<i>Všechny výběry</i>	0,03733	18	0,00207			
<i>Celkem</i>	0,03998	19				

Tabulka č. 37

Anova: jeden faktor stupeň humifikace (CE, Unčovice 2009-2011)

(n=10,  $\alpha=0,05$ , r<sub>krit</sub>=2,262)

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
<i>Orba</i>	10	262,88	26,288	59,694		
<i>Min</i>	10	313,42	31,342	101,75		
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
<i>Mezi výběry</i>	127,715	1	127,715	<b>1,58215</b>	0,224525	<b>4,41387</b>
<i>Všechny výběry</i>	1453	18	80,722			
<i>Celkem</i>	1580,71	19				