

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Mikrobiologické vlastnosti půdy po aplikaci přípravků N-Lock, Dithane a Polyversum**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Klára Stejskalová**

**Obor studia: N-AMBO2 Technologie odpadů  
Technologie zpracování a využití odpadů**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Lubomír Růžek, CSc.**

© 2018 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Mikrobiologické vlastnosti půdy po aplikaci přípravků N-Lock, Dithane a Polyversum" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Lubomíru Růžkovi, CSc. za odborný dohled, poskytnutí velmi cenných rad, nápadů a námitek při zpracování diplomové práce.

# Mikrobiologické vlastnosti půdy po aplikaci přípravků N-Lock, Dithane a Polyversum

## Souhrn

V diplomové práci jsou popsány půdní, geologické, geomorfologické a klimatické poměry oblasti Nového Knína (Středočeský kraj; okres Příbram), kde byla řešena.

Pěstovanou plodinou byla řepka olejná (*Brassica napus*), hybridní odrůda DK Exstorm. Jde o novou, stále více pěstovanou odrůdu. Je popsána agrotechnika, výhody a zápory hybridů, a jejich výnosy.

Sledovány jsou mikrobiologické vlastnosti po aplikaci stabilizátoru dusíku N-Lock, používaného jak s tekutými organickými hnojivy (kejda, digestát, fugát), tak s tekutými anorganickými hnojivy (DAM 390, SAM 240), organického kontaktního fungicidu Dithane DG Neotec, používaného proti širokému spektru houbových chorob a biofungicidu Polyversum – Biogarden s houbovým organismem *Pythium oligandrum* (kmen *Oomycota*, říše *Chromista*).

Vzorky půdy z orniční vrstvy byly odebrány ve fenologické fázi počátku kvetení severovýchodně od Nového Knína 1. května 2017. V následujících pěti týdnech byly provedeny analýzy uhlíku půdní organické hmoty, uhlíku mikrobiální biomasy, labilního organického uhlíku, elektrické konduktivity (vodivosti) půdního výluhu, pH, sušiny a objemové hmotnosti upravené půdy.

Zjištěné výsledky prokázaly, že nejlepší mikrobiologické vlastnosti souhrnně vykazuje stabilizátor dusíku N-Lock. Za pomoci programu Statistica byl zjištěn významný rozdíl mezi kontaktním fungicidem Dithane DG Neotec a kontrolou a mezi stabilizátorem dusíku N-Lock a kontrolou. Statistické rozdíly nebyly prokázány mezi variantami Dithane DG Neotec a N-Lock, Dithane DG Neotec a Polyversum Biogarden, N-Lock a Polyversum Biogarden a dokonce ani mezi Polyversum Biogarden a kontrolou.

**Klíčová slova:** půda, mikrobiologické parametry, N-Lock, Dithane, Polyversum

# The microbiological properties of the soil after application of N-Lock, Dithane and Polyversum

## Summary

The diploma thesis describes geological, geomorphological, climatic and soil conditions in the Central Bohemian region (district Příbram, locality Nový Knín).

The crop grown in the area concerned was the oilseed rape (*Brassica napus*), the hybrid variety DK Exstorm, which is relatively young and increasingly grown. The conditions of its cultivation, advantages and disadvantages of hybrids and their yields are described.

Microbiological properties following the application of N-Lock (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> stabilizer used both with liquid organic fertilizers (slurry, digestate) and with liquid inorganic fertilizers (DAM 390 and SAM 240). Organic contact fungicide Dithane DG Neotec against a wide range of fungal diseases and the Polyversum – Biogarden, bio-fungicide, with the *Pythium oligandrum* fungus (*Oomycota, Chromista*).

Soil samples from topsoil were collected northeast from the Nový Knín in 1<sup>st</sup> May 2017. In the laboratory in next five weeks soil organic matter carbon, microbial biomass carbon, labile organic carbon, soil conductivity, pH, dry matter and bulk soil were analysed.

The results found showed that N-Lock has the best microbiological properties. With Statistica, there was a significant difference between Dithane DG Neotec products and control, and between N-Lock and control. Statistical differences have not been established between Dithane DG Neotec and N-Lock, Dithane DG Neotec and Polyversum Biogarden, N-Lock and Polyversum Biogarden and neither Polyversum Biogarden nor control.

**Keywords:** soil, microbiological parameters, N-Lock, Dithane, Polyversum

## Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce a hypotéza</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Literární rešerše</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1 Přírodní poměry</b> .....	<b>3</b>
3.1.1 Pedologické poměry .....	3
3.1.2 Geomorfologické poměry .....	4
3.1.3 Klimatické poměry .....	5
3.1.4 Geologické poměry .....	6
<b>3.2 Půda</b> .....	<b>6</b>
3.2.1 Funkce půdy.....	7
3.2.2 Půdní znaky.....	10
3.2.3 Fyzikální vlastnosti půd .....	11
3.2.4 Stanovení pH.....	12
3.2.5 Specifická elektrická vodivost a obsah rozpustných solí.....	13
3.2.6 Objemová hmotnost.....	13
3.2.7 Labilní organický uhlík.....	13
3.2.8 Oxidovatelný uhlík organické hmoty .....	14
3.2.9 Kambizem.....	15
3.2.10 Škodliviny v půdě .....	16
<b>3.3 Řepka ozimá</b> .....	<b>17</b>
3.3.1 Pěstování řepky .....	17
3.3.2 Odrůdy řepky .....	18
3.3.3 Výnosy .....	20
<b>3.4 Přípravky</b> .....	<b>22</b>
<b>Nitrapyrin</b> .....	<b>22</b>
3.4.1 N-Lock .....	22
3.4.2 Dithane DG Neotec.....	23
3.4.3 Polyversum Biogarden.....	23
<b>4 Materiály a metody</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1 BPEJ zájmového území (5.27.14)</b> .....	<b>25</b>
<b>4.2 Odběr půdních vzorků</b> .....	<b>25</b>
<b>4.3 Stanovení uhlíku půdní organické hmoty (C<sub>org</sub>-MW)</b> .....	<b>26</b>
<b>4.4 Stanovení uhlíku mikrobiální biomasy (MBC-MW)</b> .....	<b>26</b>
<b>4.5 Stanovení labilního organického uhlíku (C-K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</b> .....	<b>27</b>
<b>4.6 Stanovení elektrické konduktivity (vodivosti) půdního výluhu</b> .....	<b>27</b>
<b>4.7 Stanovení pH</b> .....	<b>28</b>

4.8	Stanovení sušiny půdního vzorku .....	28
4.9	Stanovení objemové hmotnosti .....	28
4.10	Statistické vyhodnocení .....	28
5	Výsledky .....	29
5.1	Analýza uhlíku půdní organické hmoty .....	29
5.2	Analýza uhlíku mikrobiální biomasy .....	30
5.3	Analýza labilního organického uhlíku (C-K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) .....	31
5.4	Analýza elektrické konduktivity (vodivosti) půdního výluhu .....	32
5.5	Analýza pH (H <sub>2</sub> O) .....	33
5.6	Analýza sušiny .....	34
5.7	Analýza objemové hmotnosti upravené půdy.....	35
5.8	Výsledné bodové vyhodnocení přípravků .....	36
5.9	Výnosy .....	37
5.10	Statistické vyhodnocení .....	38
6	Diskuze .....	39
7	Závěr.....	42
8	Literatura.....	43
9	Přílohy .....	47

# 1 Úvod

Půda je důležitým přírodním zdrojem, jak pro člověka, tak pro rostliny a živočichy. Je přímým i nepřímým zdrojem obživy, životním prostředím, úkrytem pro živočichy, oporou a zdrojem výživy pro rostliny. V dnešní době je kladen důraz na funkce půdy v krajinném ekosystému, které dříve byly považovány za samozřejmé. Při hospodaření je kladen důraz na funkci produkční, která má přímý vliv i na další ekologické (environmentální) funkce půdy, bohužel i negativní. Cílem společnosti by mělo být dosažení zdravé půdy s vyrovnanými ekologickými (environmentálními) funkcemi a nalezení vhodného kompromisu pro zachování zdravé půdy příštím generacím. Pro člověka je nejdůležitější vlastností půdy její úrodnost, může ji svojí činností ovlivňovat jak negativně, tak pozitivně. Ochrana půdní úrodnosti by se měla dostat do širšího povědomí veřejnosti.



## 2 Cíl práce a hypotéza

Cílem této práce bylo porovnání tří přípravků: (1.) stabilizátoru N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> N-Lock, používaný jak s tekutými organickými hnojivy (kejda, digestát, fugát), tak s tekutými anorganickými hnojivy (DAM 390, SAM 240), (2.) organického kontaktního fungicidu Dithane DG Neotec, používaného proti širokému spektru houbových chorob a (3.) bio-fungicidu Polyversum – Biogarden s houbovým organismem *Pythium oligandrum* (říše *Chromista*, kmen *Oomycota*), a jejich vlivu na uhlík půdní organické hmoty, uhlík mikrobiální biomasy, labilní organický uhlík, elektrickou vodivost (vodivost) půdního výluhu, pH, sušinu a objemovou hmotnost upravené půdy. Dále byly sledovány výnosy řepky ozimé (*Brassica napus*), hybridní odrůdy DK Exstorm, která byla pěstována na zájmovém území, severovýchodně od Nového Knína. Dosažené výsledky byly statisticky zhodnoceny programem Statistica.

Hypotéza diplomové práce: Aplikace (A) stabilizátoru dusíku N-Lock, používaného jak s tekutými organickými hnojivy (kejda, digestát, fugát), tak s tekutými anorganickými hnojivy (DAM 390, SAM 240), (B) organického kontaktního fungicidu Dithane DG Neotec proti širokému spektru houbových chorob a (C) biofungicidu Polyversum – Biogarden s houbovým organismem *Pythium oligandrum* (říše *Chromista*, kmen *Oomycota*), zachovává dlouhodobě udržitelné mikrobiologické vlastnosti půdy.

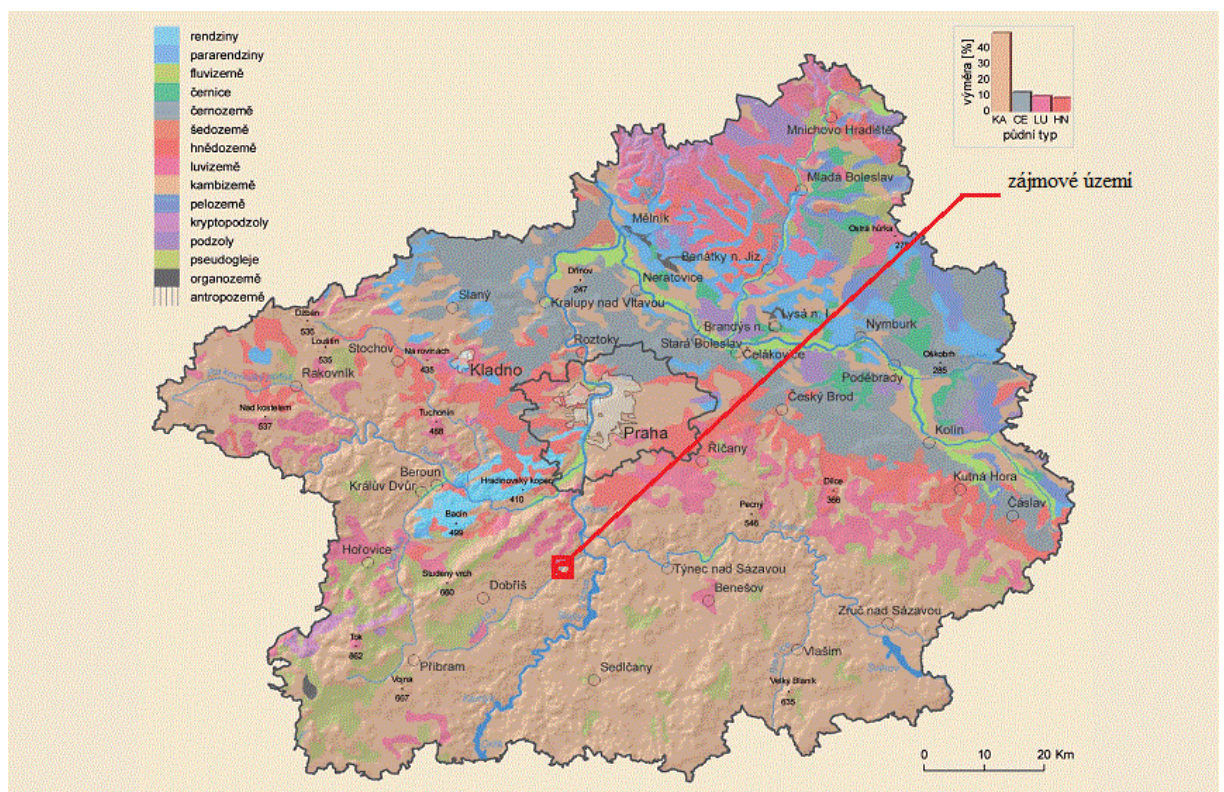
## 3 Literární rešerše

### 3.1 Přírodní poměry

#### 3.1.1 Pedologické poměry

Mozaiku půd Středočeského kraje obohacuje přítomnost krasového fenoménu, kdy vápencové podloží Českého krasu podmínilo tvorbu půd vázaných právě na tento substrát – rendzin. Česká tabule se vyznačuje neobyčejně pestrou a bohatou strukturou půdního pokryvu. Rozmanité horniny české křídové pánve se střídají s rozsáhlými akumulacemi eolických sedimentů. V této části kraje se střídají černozemě, hnědozemě, luvizemě, pararendziny, texturně těžké pelozemě na slínech a slínovcích a naproti tomu extrémně lehké arenické a psefitické kambizemě a arenické podzoly na písčitéch substrátech. (Hauptman a kol., 2009)

Podle pedologické mapy Středočeského kraje (obrázek č. 1) je na zájmovém území kambizem, která je na našem území nejrozšířenějším půdním typem.



Obrázek č. 1: Pedologická mapa Středočeského kraje (Hauptman a kol., 2009)

### 3.1.2 Geomorfologické poměry

Na mapě geomorfologického členění ČR (Demek a kol., 2006) na obrázku č. 2 a 3 je zájmové území součástí provincie Česká Vysočina, subprovincie Česko – moravská soustava, oblast Středočeská pahorkatina, celek Benešovská pahorkatina, podcelek Dobříšská pahorkatina, okrsek Jílovská vrchovina.

Zařazení lokality do geomorfologických jednotek s kódy:

ČESKÁ VYSOČINA

II Česko – moravská soustava

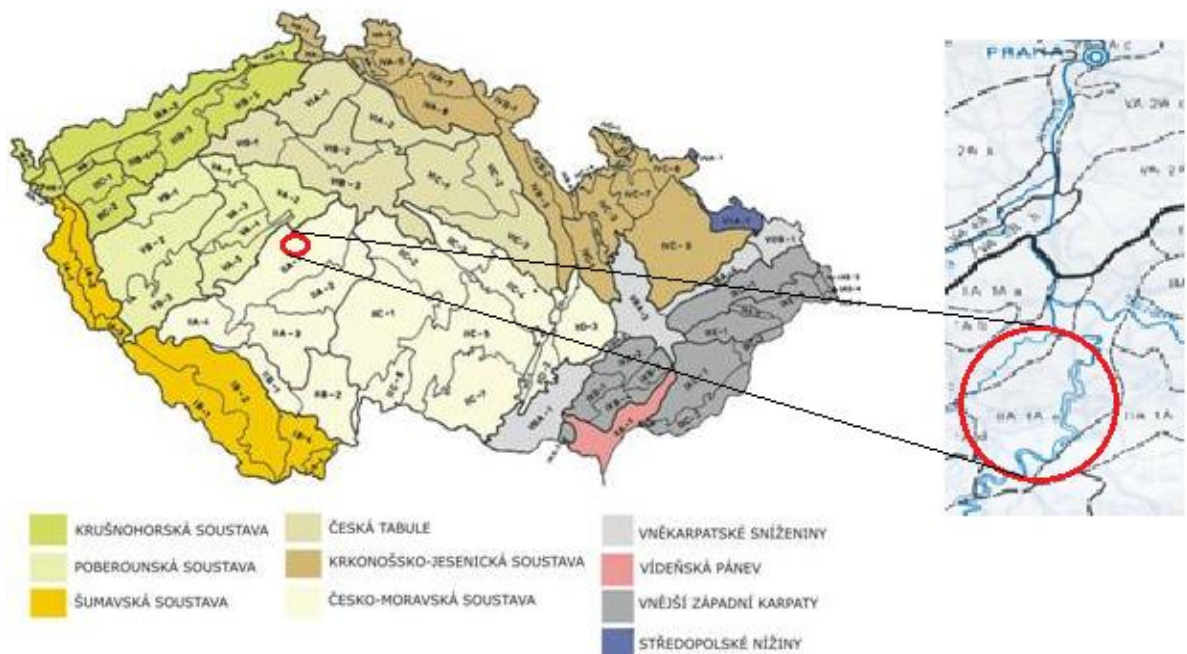
II A Středočeská pahorkatina

II A–1 Benešovská pahorkatina

IIA- 1A Dobříšská pahorkatina

IIA - 1A -e Jílovská vrchovina

Jílovská vrchovina se nachází ve středu Dobříšské pahorkatiny, která je málo až středně zalesněná. Převažují smrkové porosty, méně pak jedlové s příměsí borovice, buku, habru a dubu. Jedná se o plochou vrchovinu v povodí s hluboce zaříznutými údolními Vltavy a Sázavy. Vrchovina se nachází na granodioritech, porfyrech, proterozoických metabazitech, keratofyrech jílovského pásma, drobách, metamorfovaných břidlicích českého sázavského typu. (Demek a kol., 1987)



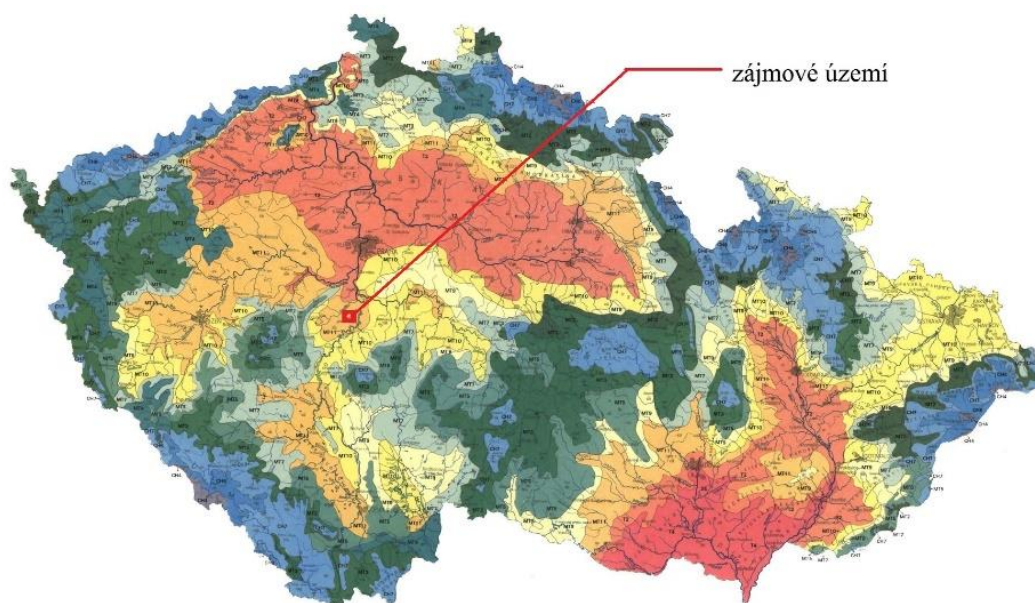
Obrázek č. 2: Geomorfologické členění ČR (Zdroj:

[http://geologie.vsb.cz/CviceniInzenyrskaGeologie/KAPITOLY/3\\_GEOMORFOLOGICK%C3%89\\_MAPY/3\\_GEOMORFOLOGICKE\\_MAPY.htm](http://geologie.vsb.cz/CviceniInzenyrskaGeologie/KAPITOLY/3_GEOMORFOLOGICK%C3%89_MAPY/3_GEOMORFOLOGICKE_MAPY.htm), upraveno)

### 3.1.3 Klimatické poměry

Zájmové území se nachází podle Quitta (1971) v mírně teplé oblasti (MT11) a jednotlivé klimatické charakteristiky jsou shrnuty v tabulce č. 1.

Podle klimatické regionalizace ČR patří do oblasti s průměrným počtem 160-177 dní s teplotou vzduchu 10 °C a výše. Průměrný roční úhrn srážek do 580 mm a s obdobím beze srážek více jak 22 dní. (Moravec a Votýpka, 1998)



TEPLÁ		MÍRNĚ TEPLÁ							CHLADNÁ			
T2	T4	MT2	MT3	MT4	MT5	MT7	MT9	MT10	MT11	CH4	CH6	CH7
oranžová	červená	khaki	tmavě zelená	olivová	zelená	světle zelená	světle žlutá	žlutá	okrová	šedá	modrá	světle modrá

Obrázek č. 3: Klimatické regiony ČR, zdroj: <http://janpivec.wz.cz/pivec/002.htm>

Tabulka č. 1: Klimatické charakteristiky mírně teplé klimatické oblasti (Quitt, 1971)

Klimatické charakteristiky	MT11
Počet letních dnů	40–50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	140–160
Počet mrazových dnů	110–130
Počet ledových dnů	30–40
Průměrná teplota v lednu (°C)	-2 - -3
Průměrná teplota v dubnu (°C)	7–8
Průměrná teplota v červenci (°C)	17–18
Průměrná teplota v říjnu (°C)	7–8
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90–100
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350–400

Klimatické charakteristiky	MT11
Srážkový úhrn v zimním období	200–250
Počet dnů se sněhovou příkrývkou	50–60
Počet dnů jasných	120–150
Počet dnů zamračených	40–50

### 3.1.4 Geologické poměry

Středočeský kraj územně náleží Českému masivu, jedné z nejstarších částí evropské pevniny. Zde se setkáváme s několika významnými geologickými jednotkami. Na jihu a jihovýchodě je krystalinikum zastoupené středočeským plutonem, kutnohorským krystalinikem a moldanubikem, na jihozápadě starohorní a prvohorní sedimentární horniny Barandienu se silurskými a devonskými vápenci a vápnitými břidlicemi Českého krasu. V Brdech převažují křemence a slepence a na severovýchodě je česká křídlová pánev. V údolí Labe a částečně i Vltavy jsou fluviální čtvrtohorní sedimenty. Geologická pestrost středních Čech se odráží i v reliéfu. (Hauptman a kol., 2009)

## 3.2 Půda

Názory na půdu prošly během doby dlouhým vývojovým procesem. V minulém století se pohlíželo na půdu jako na mrtvou směs nerostných částic, vzniklých zvětráváním hornin, s příměsí ústrojného podílu, který se vytvořil rozkladem rostlinných a živočišných zbytků. Tak vznikl půdoznalecký směr mineralogický, agrochemický, agrofyzikální, geologicko-petrografický, mikrobiologický, biochemický a fyzikálně chemický (Ládík a Halada, 1960).

Půda je nejsvrchnější částí zemské kůry, směs minerálního podílu, odumřelé organické hmoty a živých organismů. Je vertikálně členěna, je propojena se svým podložím a vzniká ze zvětralin nebo nezpevněných minerálních sedimentů. Je zdrojem informací o vývoji krajiny nejen ve čtvrtohorách, ale i ve starších geologických obdobích. (Hauptman a kol., 2009)

Je samostatný přírodní útvar, který je součástí abiotického systému geosféry. Probíhají v ní důležité procesy přeměny látek a energie. Představuje otevřený, dynamický, trojfázový heterogenní systém s negativní zpětnou vazbou, podmiňující schopnost vyrovnávat změny, způsobené vnějšími faktory. (Pospíšilová a kol., 2016)

Půda je jedním z hlavních přírodních zdrojů, které nás provází. Poskytuje přímo či nepřímo obživu a další základní potřeby. Půda kolem nás je nejen součástí terestrických ekosystémů a neslouží jen k produkci obživy člověka, ale právě ona je významně ovlivněna jeho činností. (Šarapatka, 2014)

Pro člověka je nejdůležitější vlastností půdy její úrodnost, tedy schopnost zabezpečovat existenci a reprodukci rostlin a v závislosti na nich i živočichů a lidí. Tedy vztaženo na zemědělsky využívané půdy, poskytovat sklizně pěstovaných plodin. V současné době se však do popředí stále více dostávají i jiné, mimoprodukční funkce půdy, jako je funkce stabilizační, krajinotvorná, hygienická aj. (Tomášek, 2000)

Úrodnost půd je možno definovat jako schopnost poskytovat nutné životní podmínky pro rostliny a edafon, tj. zajistit uchycení rostlin, zásobování živinami, vodou a vzduchem. Úrodnost půd je dána souborem fyzikálních, fyzikálně-chemických, chemických a biologických vlastností půdy. Potenciální (přirozená) úrodnost je určována genetickým vývojem. Jedná se o potenci půdy poskytovat úrodu bez zásahu člověka. Efektivní úrodnost je skutečná úrodnost po zásahu člověka. Je obvykle vyšší než přirozená, což však není pravidlem. (Kozák, 1994)

Vliv člověka na vývoj půdy může být jak pozitivní, tak negativní. Za pozitivní vliv může být označen optimální způsob hospodaření a ochranná opatření před různými způsoby degradace. Za výrazně negativní může být považován nesprávný způsob hospodaření s následnou degradací půdy, kontaminaci půdy cizorodými látkami, utužení půdy, ztrátou organické hmoty, acidifikací a erozí půdy. (Vopravil a kol., 2009)

### **3.2.1 Funkce půdy**

V současné době se klade důraz na posuzování funkcí půdy v krajinném ekosystému. Jsou to především tyto základní funkce: produkční, prostorová, hydrologická, vodohospodářská, ekologická, sanitární a hygienická, pufrční, transformační, sociální a kulturní. (Hauptman a kol., 2009)

#### **Produkční funkce půdy**

Produkční funkce půd byla vnímána po celé století, jako hlavní, někdy i jako jediná funkce půdy. Bylo to z toho důvodu, že půda produkovala „produkty“ bez kterých by byl hlad, či bída. Zemědělci se do nedávné minulosti snažili různými prostředky a zásahy zvýšit produkční schopnost půd, tak aby byl co největší výnos. Ve vysokých dávkách se používala různá zejména chemická hnojiva, prováděli se rozsáhlé meliorace a tím byla zvýšena produkční schopnost. Tato opatření sebou ovšem přinášela i negativní dopady, zejména se projeví účinky různých degradačních procesů. Dále docházelo vlivem průmyslových hnojiv k okyselování půd, ztrátě organické hmoty. Při intenzivním pěstování kulturních plodin docházelo k erozi a častým pojezdem zemědělských strojů k utužování půd. V moderní době a

různorodých dotačních politikách v zemědělství, dochází k utlumování produkční funkce půdy. Dochází k rozsáhlému zatravnování orné půdy, zalesňování či dlouhodobému nevyužívání často velmi kvalitní orné půdy. (Vopravil a kol., 2009)

Tato funkce je zcela zásadní, jelikož půda je zdrojem rostlinné i živočišné produkce. (Hauptman a kol., 2009)

### **Prostorová funkce půdy**

Půda je jako fyzikální médium prostorovou základnou pro nejrůznější socioekonomické aktivity člověka. (Hauptman a kol., 2009)

### **Hydrologické a vodohospodářské funkce (retenční funkce půdy)**

Zásadní úlohu půda má pro vodní režim krajiny. Je infiltračním a influkčním prostředím pro atmosférické srážky a nejdůležitějším prostředím pro jejich retenci, akumulaci a drenáž. Hydrologickou retenční funkcí se rozumí její schopnost zadržovat vodu. Má mimořádný význam na vznik a průběh povrchového odtoku a na snižování kulminačních průtoků velkých vod. Hydrologická akumulační funkce krajiny spočívá v zadržování vody v bezodtokých terénních depresích, mokřadech, jezerech, akumulačních prostorech různých nádrží a především v půdě. Akumulační schopnost krajiny je jedním z hlavních faktorů, které jsou nositeli dynamické stability vodního režimu ekosystémů. (Hauptman a kol., 2009)

### **Ekologické funkce půdy**

Půda umožňuje přichycení či zakotvení rostlin, je zásobárnou vody, minerálních látek. Tím, že půda zabezpečuje život rostlin a jiných organismů, plní i jinou nezastupitelné ekologické funkce a má mimořádný význam pro uchování genetického potenciálu těchto organismů. (Hauptman a kol., 2009)

### **Sanitární a hygienické funkce půdy**

Půda je prostředím pro řadu látkových a energetických přeměn, filtračních pochodů a pochodů samočisticích. Některé půdní mikroorganismy, žijící v přirozeném prostředí půd, mají pozitivní vliv na upevňování lidského zdraví posilováním imunitního systému člověka. Obsahují totiž ve svých buněčných stěnách látky, které pozitivně ovlivňují a usměrňují imunitní reakce. (Hauptman a kol., 2009)

## **Pufrační funkce půdy**

Pufrovitost půdy je schopnost půdy odolávat změnám půdní reakce při okyselování nebo alkalizování půdy. Projevuje se tedy odporem půdy proti změně koncentrace vodíkových iontů. Půda vykazuje dobrou pufrační schopnost, když se její hodnoty pH vlivem malých dávek kyselin nebo zásad nemění a půdní prostředí vůči změnám koncentrace vodíkových iontů vykazuje určitou stabilitu a tím nerozkolísanost či vyrovnanost podmínek půdního prostředí. Pufrační schopnost půdy nabývá na významu v souvislosti s výskytem kyselých dešťů. Jejich hlavní příčinou jsou oxidy síry a oxidy dusíku v atmosféře, které se hydratují na kyseliny. Díky pufrační schopnosti dochází k neutralizaci kyselých dešťů. (Hauptman a kol., 2009)

Pufrační schopnost půdy tlumí dynamiku některých půdních vlastností. Pufrace znamená tlumení změn půdní reakce (okyselování, acidifikace půdy) a tlumení rychlých teplotních změn. Při výrazném poklesu půdní reakce dochází k rozpadu půdní struktury a poruchám sorpční schopnosti. (Vopravil a kol., 2009)

Pufrovitost půd lze zlepšit přidávkem ústrojných látek nebo minerálních koloidů (například strusky z vysokých pecí), slínu a jílu. V kyselých půdách se pufrovitost zvýší vápněním a zčásti též surovými fosfáty. (Laník a Halada, 1960)

## **Transformační funkce půdy**

V půdě dochází k rozkladu organických látek na jednodušší minerální složky. Mineralizace je hlavním zdrojem získávání energie heterotrofních organismů. K úplné mineralizaci dochází postupnou činností různých mikrobů. Během jednoho až 1,5 roku ztratí drtivá většina odumřelých organických látek svou původní morfológickou a chemickou integritu. Humusové látky jsou jednou z nejdůležitějších složek půd. (Hauptman a kol., 2009)

## **Sociální funkce půdy**

Existuje celospolečenský zájem na udržení produkční schopnosti půdy. Významnou sociální funkcí může mít půda především v geonomicky méně příznivých a marginálních oblastech, které se nacházejí daleko od velkých měst a podniků zpracovatelského průmyslu, kde je hlavním zdrojem obživy. Zde však ustupuje do pozadí její produkční a ekonomické funkce. (Hauptman a kol., 2009)



## **Kulturní funkce půdy**

Půda je našim kulturním dědictvím, které jsme převzali od celých předchozích generací. Je svědectvím a výsledkem tisícileté kultivační činnosti našich zemědělských předků. Dále ukrytých paleontologických a archeologických artefaktů. (Hauptman a kol., 2009)

Půda zásadním způsobem ovlivňuje v globálním, regionálním nebo i lokálním měřítku přírodní cykly oběhu vody, látek a energie. Půda a její environmentální funkce rozhodují o vývoji a stavu krajiny a je základní podmínkou pro život na zemi, je základní pro lidskou společnost. (Vopravil a kol., 2009)

### **3.2.2 Půdní znaky**

Za půdní znaky považujeme fenomény postižitelné smyslově (makroskopicky), a to často přímo v terénu. Jsou to zejména hloubka půdy a humusového horizontu, barva půdy, skeletovitost, přítomnost novotvarů, prokořenění a oživení. (Tomášek, 2000)

#### **Hloubka půd a humusového horizontu**

Hloubka půdy charakterizuje mocnost půdního profilu. Je dána přítomností souvislého skalního podloží, výskytem souvislé, výrazně skeletovité vrstvy nebo trvalé hladiny podzemní vody v profilu, a to na konvenční hloubku 150 cm. Hloubka půdy je důležitým ukazatelem produkční schopnosti půdy a jejich dalších funkcí. (Vopravil a kol., 2009)

#### **Barva půd**

Barva je jedním z nejdůležitějších půdních znaků. Podle barvy půd můžeme usuzovat například na charakter matečního substrátu. Zbarvení půdotvorného substrátu může výrazně ovlivňovat i zbarvení celého půdního profilu a do jisté míry maskovat i jinak charakteristické zbarvení jednotlivých půdních horizontů. (Tomášek, 2000)

Popis půdní barvy by měl být prováděn na vzorku vlhké půdy a bez přímého osvětlení vzorku sluncem. Během popisu se zaznamenávají také skvrny a kontrastní místa, horizont tedy může mít několik kódových označení barev. (Vopravil a kol., 2009)

#### **Skeletovitost**

Skelet vyjadřuje komplexní hodnocení šterkovitosti a kamenitosti podle jejich obsahu v ornici a podornici. Zahrnuje půdní částice větší jak 2 mm. Hlavními zrnitostními frakcemi skeletu jsou hrubý písek (2-4 mm), šterk (4-30 mm), kameny (30-300 mm) a balvany (nad 300

mm). Tvar skeletu indikuje původ půdotvorného substrátu. Skeletovitost se udává v objemových procentech. (Vopravil a kol., 2009)

### **Novotvary**

Za novotvary označujeme druhotné útvary, které se v půdním profilu vytvořily během půdotvorného procesu. Jsou zpravidla charakteristické pro jednotlivé půdní horizonty. Rozlišujeme novotvary vzniklé akumulací  $\text{CaCO}_2$ , přemístěním jílu a volného  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , vlivem převlhčení, biologickou činností a pohyby půdní masy. (Tomášek, 2000)

### **Prokořenění a oživení**

Hodnocení prokořenění se posuzuje z hlediska hloubky a množství kořenů. Tato charakteristika nepřímo poskytuje informace o obsahu humusu, trvalé nebo periodické hladiny podzemní vody, ale i dalších půdních vlastnostech a nebezpečích. (Vopravil a kol., 2009) Studium prokořenění je velmi významné pro celkové posouzení fyzikálního stavu půdy a její biologické činnosti. Ke znakům oživení patří chodby po kořenech či dešťovkách a krotoviny, chodby vytvořené drobnými zvířaty. (Tomášek, 2000)

### **3.2.3 Fyzikální vlastnosti půd**

Fyzikální charakteristiky půdy představují soubor vlastností, které jsou podmíněny vzájemnými vztahy mezi pevnou fází půdy, vodou a vzduchem v půdě. (Šarapatka, 2014) S vlastnostmi půdy těsně souvisí zásobování rostlin vodou a živinami, fyzikálně chemické procesy v půdě i biologická činnost půdních organismů, tj. veškerá dynamika půdy. (Laník a Halada, 1960)

Fyzikální stav půdy dopadá především na půdu jako stanoviště ať již spontánního, nebo pěstovaného rostlinstva a na její technologické vlastnosti. (Tomášek, 2000)

Dělíme je na:

- **Základní fyzikální vlastnosti** (zrnitost půdy, měrná a objemová hmotnost, pórovitost a struktura půdy)
- **Hydrofyzikální a aerační vlastnosti** (vlhkost, vodní kapacita, propustnost, vzlínavost, vzdušná kapacita atd.)
- **Teplotní vlastnosti** (teplotní a tepelná vodivost, teplota)
- **Fyzikálně-mechanické vlastnosti** (soudržnost, přilnavost, konzistence, uléhavost, hutnost, hrudkovatění atd.) (Šarapatka, 2014)

### 3.2.4 Stanovení pH

Stanovení pH patří k základním požadavkům pro zjištění kvality půdy, protože hodnota pH má vliv na většinu chemických a biologických procesů půdy. Stanovení je především ovlivněno poměrem půdy a extrakčního činidla, složením extrakčního činidla (koncentrací elektrolytů), typem měřících elektrod a jejich umístěním v suspenzi a mícháním a driftem pH metru. Vyskytuje se při měření skleněnou elektrodou problém při delším stání suspenze, míchání v průběhu měření, a zvláště míchání proudem stlačeného vzduchu, které může hodnotu pH významně ovlivnit. Vlastní měření pH skleněnou elektrodou v oblasti pH 3-9 je ovlivňováno nejen aktivitou  $H^+$  iontů, které jsou ve styku s vnější membránou elektrody, ale i difuzním potenciálem, parciálním tlakem oxidu uhličitého a v půdních suspenzích např. i sorpcí vysokomolekulárních látek na skleněnou membránu. Pro potlačení difuzního potenciálu a vlivu různé koncentrace solí, především KCl o koncentraci 0,1-1 mol.  $l^{-1}$  případně 0,01 M roztoku chloridu vápenatého. Měření skleněnou elektrodou vyžaduje pečlivou práci. Zvláště je nutné skleněnou elektrodu neotírat nýbrž oplachovat. (Zbíral, 2002)

Půdní reakce ovlivňuje růst rostlin, složení mikrobiálních společenstev, rozpustnost a dostupnost prvků, humifikační proces, pedogenezi půd, pohyblivost těžkých kovů apod. Půdní reakce dosahuje rozmezí hodnot od 0 do 14. Hodnota pH rovna 7 značí neutrální reakci. Každá plodina má určité rozmezí hodnot půdní reakce, ve kterém je schopna růst. (Vopravil a kol., 2009)

#### Aktivní půdní reakce

Hodnota aktivní půdní reakce (pH/ $H_2O$ ) je dána aktivitou vodíkových ( $H^+$ ), resp. hydroxoniových ( $H_3O^+$ ) iontů v půdním roztoku. Při potenciometrickém měření ve vodní suspenzi je poměr půdy a vody 1:2,5. (Pospíšilová a kol., 2016)

Tabulka č. 2: Hodnocení aktivní půdní reakce (Zbíral, 2002)

pH/ $H_2O$	Hodnocení zeminy
< 4,9	silně kyselá
5-5,9	kyselá
6-6,9	slabě kyselá
7	neutrální
7,1-8	slabě alkalická
8,1-9,4	alkalická
> 9,5	silně alkalická

### 3.2.5 Specifická elektrická vodivost a obsah rozpustných solí

Stanovení míry zatížení půd solemi se provádí zpravidla stanovením specifické elektrické vodivosti vodného extraktu půd. Poměr extrakčního činidla bývá uváděn od 1:2 až do 1: 10 (m: V). V případě půdních substrátů a půd s vysokým obsahem organické hmoty se používá objemový poměr vody a analyzovaného materiálu. Vyjadřování vodivosti dle IS má být v  $S\ m^{-1}$  (Siemens na metr). V literatuře může být vyjadřována jako  $\mu S\ cm^{-1}$ . Nejčastěji se vodivost půdního extraktu uvádí v  $mS\ m^{-1}$ . (Zbiral, 2002).

Elektrolyty jsou extrahovány při teplotě 20 °C a stanoveny na základě zvýšení specifické elektrické vodivosti extraktu po filtraci. Výsledek se koriguje na teplotu 25 °C. Vzduchové bubliny na elektrodě mohou rušit stanovení. Měření vodivosti nižších než  $1\ mS.m^{-1}$  je ovlivněno oxidem uhličitým a amoniakem přítomným v atmosféře. (Zbiral, 2002)

#### Stanovení elektrické vodivosti (ČSN EN 13038)

Tato norma specifikuje instrumentální metodu pro rutinní stanovení elektrické konduktivity ve vodném výluhu pomocné půdní látky nebo substrátu. Toto stanovení se provádí, aby byla získána indikace obsahu vodorozpustných elektrolytů v pomocných půdních látkách nebo substrátech. Tato metoda není použitelná pro materiály k vápnění půd a pro bloky z minerální vlny a pěnových materiálů. (ČSN EN 13038)

### 3.2.6 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost půdy se udává jako hmotnost jednotky objemu půdy v neporušeném stavu. Zahrnuje tedy jak pevné částice, tak póry (vyplněné vodou i vzduchem). Objemová hmotnost redukováná (podle starší české terminologie, také nazývaná objemová hmotnost půdy po vysušení) pak udává hmotnost jednotky objemu půdy vysušené a neporušené. Protože objemová hmotnost půdy zahrnuje částice i póry, půdy s vyšší pórovitostí mají objemovou hmotnost nižší než půdy, které jsou kompaktnější a mají méně pórů. Objemová hmotnost hlinitojílovitých a jílových půd je přibližně  $1,0-1,6\ g/cm^3$ , písčitých a hlinitopísčitých  $1,2-1,8\ g/cm^3$ . (Vopravil a kol., 2009)

### 3.2.7 Labilní organický uhlík

Labilní uhlík je také nazýván aktivní uhlík či lehce rozložitelný uhlík. Jedná se o organický uhlík, který snadno podléhá oxidaci, což vede k úbytku celkového obsahu humusu v půdě. Jelikož snadno podléhá mikrobiálnímu rozkladu, má přímý vliv na uvolňování důležitých živin do půdy. Je odpovědný za dočasnou stabilitu humusu. (Tisdall et Oades, 1982)

### 3.2.8 Oxidovatelný uhlík organické hmoty

Stanovení oxidovatelného uhlíku patří mezi základní parametry charakterizující organickou hmotu půdy. Stanovuje se ztrátou žíhání, kde se organické látky přítomné ve vzorku spálí za přístupu vzduchu při teplotě nejvýše 550 °C. Z úbytku vzorku se vypočítá obsah uhlíku. Stanovení celkového a organického uhlíku žíháním je vhodný pro všechny upravené půdní vzorky. Uhlík přítomný v půdě se oxiduje na oxid uhličitý za zvýšené teploty v proudu plynu obsahující kyslík. Množství uvolněného oxidu uhličitého se stanoví titračně, gravimetricky, konduktometricky, plynovou chromatografií nebo infračervenou spektrometrií. Při teplotě 900 °C dochází také k rozkladu všech přítomných karbonátů. Pro stanovení organického uhlíku je třeba buď stanovit obsah karbonátů ve vzorku a výsledek korigovat nebo předem odstranit karbonáty rozkladem kyseliny chlorovodíkové. (Zbíral a kol., 2004)

Stanovení  $C_{ox}$  titrací po oxidaci chromsírovou směsí je vhodný pro většinu minerálních půd s běžným obsahem a přirozeným složením organických látek. Oxidovatelný organicky vázaný uhlík v zemině se oxiduje kyselinou chromovou v prostředí nadbytku kyseliny sírové za definovaných podmínek. Nespotřebovaná kyselina chromová se stanoví titrací roztokem Mohrovy soli s biamperometrickou nebo vizuální indikací konce titrace. (Zbíral a kol., 2004)

Postup vhodný pro většinu minerálních půd s běžným způsobem a přirozeným složením organických látek je stanovení spektrofotometricky po oxidaci chromsírovou směsí. Postup není vhodný pro půdy obsahující minerální redukující sloučeniny. Oxidovatelný organicky vázaný uhlík v zemině se oxiduje nadbytkem roztoku dvojchromanu draselného v prostředí kyseliny sírové při teplotě 135 °C. Žlutooranžový dvojchromanový iont se redukuje na zelené zbarvení  $Cr^{3+}$  ion. Intenzita tohoto zeleného zbarvení se měří spektrofotometricky. Pro kalibraci se používá jako standard glukóza. (Zbíral a kol., 2004)

Tabulka č. 3: Obsah humusu (Tomášek, 2000)

Obsah humusu	$C_{ox}$ (%)
velmi nízké	pod 1,0
nízké	1,0-2,0
střední	2,1-3,0
vysoký	3,1-5,0
velmi vysoký	nad 5,0

### 3.2.9 Kambizem

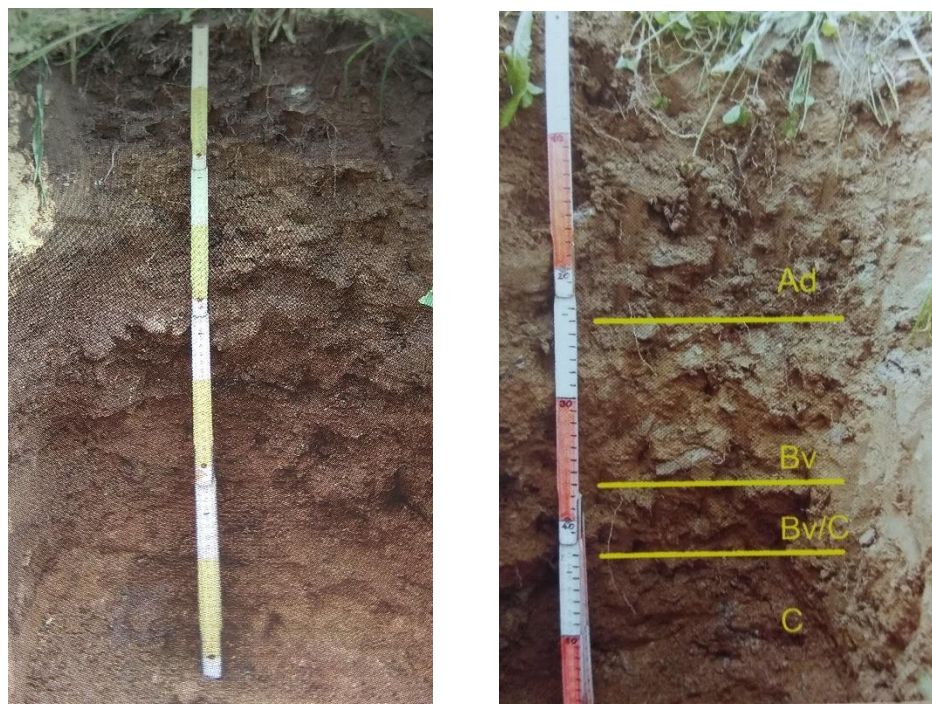
Kambizemě řadíme mezi půdy střední až nižší kvality. Vyskytují se v pahorkatinách, vrchovinách, ale i horách. Nejvíce jsou rozšířeny mezi 450-800 m. n. m., většinou se nacházejí na svazích, vrcholech a hřbetech apod. Málo jsou zastoupeny v nížinách. Kambizemě se vyvinuly téměř na všech horninách skalního podkladu. Hlavním půdotvorným procesem je intenzivní vnitropůdní zvětrávání (hnědnutí) horizontu díky uvolňování železa a hliníku z krystalických mřížek minerálů (braunifikace). K hnědnutí se dále připojuje proces tvorby a přeměn jílu. Vývoj kambizemí je také doprovázen v závislosti na pedoklimatu vyluhováním a acidifikací (jde však o velmi pomalý proces). (Vopravil a kol., 2009)

Představuje nejčastější typ půd v České republice. Vyskytují se na rozsáhlém území ve značně rozdílných klimatických podmínkách i na rozdílných půdotvorných substrátech. Původními společenstvy kambizemí jsou listnaté a smíšené lesy tvořené především dubem a bukem. (Hauptman a kol., 2009)

Pod humusovým horizontem leží hnědě až rezavě hnědě zbarvený kambický horizont, ve kterém probíhají intenzivní vnitropůdní zvětrávání. Pod ním se nachází většinou světleji zbarvená a méně zvětralá hornina. Tento horizont také obvykle obsahuje více skeletu. Půdní reakce bývá slabě kyselá až kyselá. Sorpční vlastnosti závisejí na obsahu humusu a zrnitostním složení kambizemě. Podobně kolísají také fyzikální vlastnosti, které jsou u středně těžkých půd poměrně příznivé. Nevýhodou kambizemí je malá mocnost půdního profilu, vyšší obsah skeletu, půdní kyselost a členitý terén, ve kterém se vyskytují. (Vopravil a kol., 2009)

Podle Taxonomického klasifikačního systému půd České republiky je kambizem modální členěná do horizontů anhydromorfní humózní drnový (Ad), vytvořen činností trvalé travní vegetace v (původně) lesní půdě, kambický (metamorfický) hnědý (Bv) horizont s často zvýšeným obsahem prachu a posun zrnitosti do střední úrovně oproti níže ležícímu substrátu a je tvořen horizontem s vlastním půdotvorným substrátem (C); (Němeček a kol., 2001).

Jednotlivé horizonty jsou vyčleněny na obrázku č. 4.



Obrázek č. 4: Kambizem a znázornění jednotlivých půdních horizontů (Vopravil a kol., 2009)

### 3.2.10 Škodliviny v půdě

Škodliviny v půdě jsou buď přírodní, nebo lidskou činností vytvořené látky, které do půdy vstupují zvenčí nebo v půdě vznikají, ale mohou v ní také být již původně přítomny a teprve při překročení jejich určitého obsahu uplatňují na půdu svůj negativní vliv. Poškozeny pak mohou být především nepostradatelné půdní mikroorganismy, hlavní nositelé půdní úrodnosti, případně ohroženy celé potravní řetězce. Hlavní skupina látek poškozujících půdu jsou shrnuty v tabulce č. 4. (Tomášek, 2000)

Škodliviny se do půdy dostávají obvykle pěti hlavními cestami:

- spady z průmyslových exhalací,
- zemědělskou činností,
- úniky pevných nebo tekutých toxických látek,
- ropnými látkami,
- vodní a větrnou erozí. (Tomášek, 2000)

Tabulka č. 4: Hlavní skupina látek poškozujících půdu (Tomášek, 2000)

<b>kovy</b>	As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sn, V, Zn
<b>ostatní anorganické látky</b>	B, Br, F, CN a sulfidická S
<b>radioaktivní látky</b>	Ra, Cs, U
<b>organické látky</b>	aromatické uhlovodíky a jejich deriváty polycyklické aromatické uhlovodíky chlorované uhlovodíky pesticidy
<b>patogenní organismy</b>	zejména bakterie, vláknité houby a prvoci

### 3.3 Řepka ozimá

Řepka olejná (*Brassica napus* L. var. *napus*) je poměrně mladá olejnína mírného pásma. Ve větším rozsahu se pěstuje až od 19. století. K nárůstu ploch i produkce řepky dochází v Evropě po roce 1970. Řepka se primárně využívá na produkci oleje. Z 50 milionů tun semen se získá asi 19 milionů tun oleje. Z něj jde do potravinářství kolem 3–14 milionů tun oleje. Zbytek, 5-6 milionů tun, se užívá při výrobě biopaliv, mazadel, a ke zvyšování tuku krmných směsí. (Bečka a kol. 2007)

Řepka ozimá je významnou plodinou českého zemědělství. Pro její budoucí rozvoj, ve vztahu ke světové konkurenci a k jiným plodinám (palma olejná, sója), je nezbytné zvýšit výnosy z hektaru a udržet úroveň nákladů na její pěstování. (Bečka a kol., 2013)

Předností řepky ozimé je tržní úspěch, zvyšuje úrodnost půdy a výnosy obilovin. Její výnosy i rentabilita nezávisí na podmínkách prostředí, ale na pěstební úrovni a na výši vkladů. Má dobře propracovanou technologii pěstování, včetně ekonomicky úsporné varianty. Existuje možnost využít přebytků řepky na výrobu bionafty. (Vašák a Fábry, 1994)

#### 3.3.1 Pěstování řepky

Řepka vyžaduje lehké až střední půdy, přijatelné jsou i kamenité a mělké půdy. Řepka dále vyžaduje zásobu hořčíku nad 70 mg, draslíku 180-240 mg, bóru 2-3 mg na 1 kg půdy. Řepka snižuje výnos až při pH pod 5. Je tolerantní k nedostatku fosforu, má vynikající schopnost osvojovat si živiny z půdní zásoby. Zejména je nezbytné dodržovat srpnový termín setí, výsevku 4-6 kg osiva na 1 ha. (Vašák a Fábry, 1994)

V padesátých letech se běžně vysévalo 10-15 kg osiva řepky na hektar a jedním z revolučních opatření Systému výroby řepky bylo snížení výsevku na 6-7 kg počátkem



osmdesátých let. Výsevky neustále klesají a ani současných asi 4,5 kg. ha<sup>-1</sup> není jistě stavem konečným. (Baranyk, 2002)

Optimální poloha pro pěstování jsou v bramborářském výrobním typu, tedy v nadmořské výšce asi 400-550 m. Hlavní předplodinou řepky jsou obiloviny, především ječmen ozimý, protože brzy uvolňuje pole. Je však méně výnosný a hůře zpeněžitelný než pšenice., a tak je účelné pěstovat řepku po ozimé pšenici či žitě. (Vašák a Fábry, 1994)

Řepka je nejen výbornou předplodinou zlepšující úrodnost půdy obecně, ale je schopna zvýšit výnosy pšenice více, než když je její předplodinou samotný jetel nebo hrách. Úspěšné pěstování ozimé řepky bez herbicidů není možné. Ve většině zemědělských podniků si uvědomují, že úspěšné zvládnutí boje proti plevelům je jedním z klíčových momentů v celém pěstování řepky. Včasný termín výsevu v měsíci srpnu poskytuje velmi dobré podmínky na podzim vzcházejícím plevelům, které pak velmi nepříznivě ovlivňují vývoj mladého porostu. Silné zaplevelení mladého porostu odčerpává nejen živiny, ale potlačuje i vývoj kultury (Košťál, 1994)

V srpnu zoraná půda neslehne, vytvořené hrudky a hroudy vysají rosnou vodu. Pokud se půda hned po orbě zpracuje, zamezí se tvorbě hrud a hrudek a ihned druhý den se vyseje řepka, pak se rosa srazí na povrchu studené půdy, a to postačí k nabobtnání a naklíčení řepky, která již za 4-5 dní začne vzcházet. Řepka se seje 1-2 cm hluboko, tedy do provzdušené části půdy. (Vašák a kol., 2002)

Řepka patří ke středně odolným ozimům vůči holomrazům. Hodně záleží na stavu rostliny, odrůdě, stejně jako na době, po kterou mrazy působí, a období, kdy mrazy přijdou. Slabé rostliny řepky s kořenovým krčkem o síle 5 mm vydrží jen holomrazy kolem -12 °C. Teploty kolem -14 °C ničí rostliny vytažené. Odolnost rostlin vůči mrazům se snižuje od ledna do dubna z asi -16 °C na zhruba -9 °C. Sníh naopak účinky mrazů výrazně snižuje. Rostliny jsou v průměru ČR středně silné a hůře zakořeněné. Zakrytí pod souvislou sněhovou pokrývkou řepka běžně přečká dva měsíce. Rizikem je ledový škrálop na sněhu a rozmrzlá zem. Tam řepka přežije nejvýše dva týdny. Ještě větší a velmi reálné nebezpečí přináší voda ze sněhu. Pokud zamokří (zaplaví) pole, je olejka schopná odolávat asi jen týden. (Vašák a Mikšík, 2002)

### 3.3.2 Odrůdy řepky

V důsledku intenzivního šlechtění došlo k rozhodujícím kvalitativním změnám. Podařilo se vyšlechtit takové odrůdy, které složením oleje odpovídají stále rostoucím požadavkům

potravinářského průmyslu. Odrůdy s minimálním obsahem kyseliny erukové a se sníženým obsahem glukosinolátů se ukázaly vůči herbicidům citlivější, a to zvláště v extrémních podmínkách. (Košťál, 1994)

Odrůda určuje kvalitu a z části i výnos. V převažující míře rozhoduje o nákupních znacích, jako jsou olejnatost, obsah glukosinolátů při vlhkosti 8 %, dále o max. 2 % kyseliny erukové, zčásti o nečistotách. Odrůda z jedné čtvrtiny odpovídá za výnos. Chybou je však výběr podle výkonnosti. Právě nejvýnosnější odrůdy vyžadují nejvyšší vklady a nejvíce reagují na jejich propad. Nejvýkonnější odrůdy jsou nejpozdnější a tvoří nejvíce biomasy. Zastaralé sklízecí mlátičky, nepřizpůsobené pro sklizeň řepky, mají ztráty až 20 %. Ztráty bývají tím vyšší, čím je řepka mohutnější, tedy pozdnější. (Vašák a Fábry, 1994)

### **Hybridní odrůdy**

Podíl hybridů u řepky ozimé se v ČR pohybuje kolem 20-25 % z prodaného osiva. V propagacích uváděný přínos hybridů ve výnosu semen 10-15 % je v praxi zpravidla nižší. Hybridní odrůdy proti liniím dají vyšší výnosy o asi 10 % jen při vysoké intenzitě pěstování. Při běžné agrotechnice se výnos navýší jen o cca 5 %. Hybridy vyžadují úrodné půdy a vysokou úroveň pěstitelské agrotechniky. Proto hybridy volí ten, kdo je bude pěstovat intenzivně na úrovni asi 200 kg N/kg, s listovými hnojivy, fungicidy, regulátory a stimulanty růstu. U takových porostů můžeme pak očekávat výnosy nad 4 t/ha. Většina hybridů velmi rychle na jaře obnovuje svoji vegetaci, a pokud se v tomto období vyskytnou mrazy, patří hybridy k nejvíce postiženým odrůdám. Řada hybridů je velmi vzrůstných, porosty jsou pak méně vzdušné a nestejně zrají. Problémem u hybridů je i vyšší cena osiva, v průměru o 600 až 1100 Kč na hektar v porovnání s liniiovými odrůdami. (Bečka a kol., 2007)

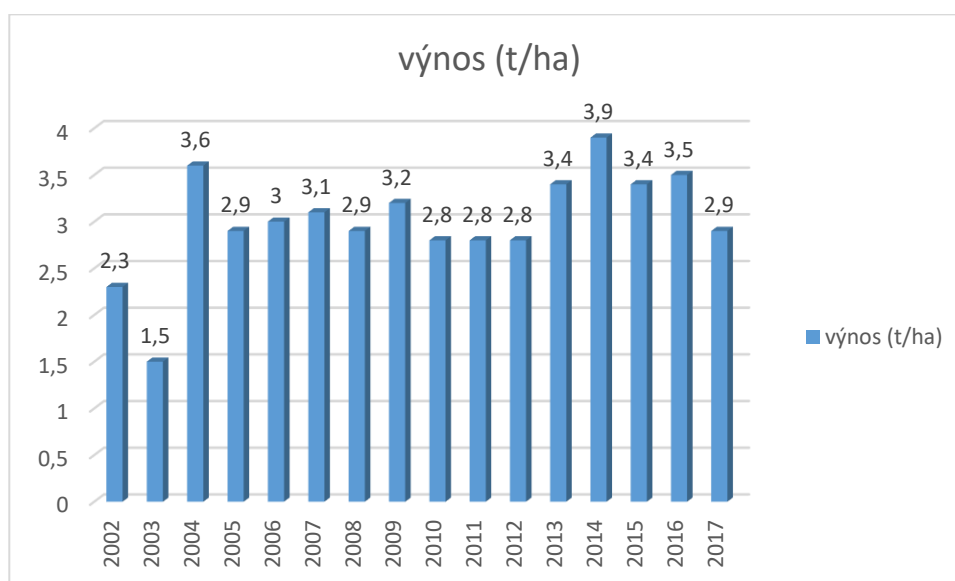
Tabulka č. 5: Přednosti a nedostatky hybridních odrůd řepky ozimé (Bečka a kol., 2007)

Přednosti	Nedostatky
vyšší vitalita při vzcházení (velkosemenné hybridy – Artus, Baldur), tj. lze vyset na konci agrotechnických lhůt	osivo je dražší o 600 – 1 100 Kč/ha
zpravidla lépe odolávají suchu při vzcházení (např. Extra) a mají vyšší zimovzdornost	více poškozovány pozdními jarními mrazy (rok 2004/05)
brzká jarní regenerace	nestejně zrají, jsou nutné regulátory dozrávání Basta 15 SL, Harvarde 25 F, glyphosáty aj.
bohatě větví a nasazují více šesulí	bujný růst, velké množství biomasy = problematická sklizeň, vyšší sklizňové ztráty
výnos liniové odrůdy je v maloparcelkových pokusech o 10–15 %, v praxi zpravidla o 5–10 % vyšší	při standardním pěstování a vyšší hustotě rostlin nevyužijí heterozní efekt a výnosově nepřekvapí
vhodné pro intenzivní pěstování s cílem dosažení vysokých výnosů semen nad 4–5 t/ha	v důsledku vyšších výnosů zpravidla nedosahují vysoké olejnatosti, u některých hybridů je zvýšený obsah glukosinolátů v semenech

### 3.3.3 Výnosy

Výnosy řepky ozimé od 90. let minulého století klesaly a od roku 2005 stagnují. Během těchto let se v pěstitelské technologii řepky mnoho událo. Od roku 1998 nastoupily hybridní odrůdy s vyšším výnosovým potenciálem. Výrazným způsobem narostly pesticidní vstupy, téměř 2,5krát. Velký pokrok udělala také mechanizace, především stroje na přípravu půdy, setí a sklizeň. Tyto nové technologie a vstupy se však výrazně neprojevily na vyšších výnosech. (Bečka a kol., 2013)

Graf č. 1: Průměrné výnosy řepky ozimé (t/ha) v ČR (2002-2017)



Zdroj: Český statistický úřad (2017)

### Výnosové výsledky Odrůdy DK Exstorm

Výsledky výnosů odrůdy hybridu DK Exstorm na poloprovozech z různých lokalit jsou shrnuty v tabulce č. 6. a hospodářské vlastnosti této odrůdy v tabulce č. 7.

Tabulka č. 6: Výnosy řepky ozimé, poloprovozy, 2017

Lokalita	Odrůda	Výnos při 8 % vlhkosti (t/ha)	Sklizňová vlhkost
Hrotovice	DK Exstorm	3,97	12,9
Humburky		4,53	9,3
Vstiš		3,19	9,7

Tabulka č. 7: Hospodářské vlastnosti hybridní odrůdy DK Exstorm (ÚKZÚZ, 2017)

AGROCHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA	
Zralost (dny)	200
Délka rostlin (cm)	168
Poléhání (9-1)	6,5
ODOLNOST PROTI CHOROBÁM	
Bílá hniloba brukvovitých (sklerotiniová hniloba); (9-1)	6
Fómové černání stonku brukvovitých (9-1)	6,5
Alternariová skvrnitost brukvovitých (čern řepková); (9-1)	6,9
Verticiliové vadnutí brukvovitých (9-1)	7
HTS (g při vlhkosti 12 %)	4,32
Obsah oleje (%) při 8 % vlhkosti semene	45,37

KVALITA SEMENE V SUŠINĚ	
Obsah oleje (%)	49,32
SLOŽENÍ MASTNÝCH KYSELIN (% Z CELKOVÝCH MASTNÝCH KYSELIN)	
Nasycené mastné kyseliny	5,68
Kyselina olejová	63,13
Kyselina linolová	18,8
Kyselina alfa-linolenová	9,1
Kyselina eruková	0,05
Obsah glukosinolátů $\mu\text{mol.g}^{-1}$ semene při 9% vlhkosti standardizováno na 46% obsah oleje v sušině semene	15,23
Obsah dusíkatých látek %	19,8

9 = nejlepší hodnota, příznivá vlastnost; 1= nejhorší hodnota, nevyhovující vlastnost.

### 3.4 Přípravky

#### Nitrapyrin

Podle studie autorů Woodward et al. (2016) je přípravek Nitrapyrin společně používán s hnojivem, zabraňuje nitrifikaci a zvyšuje výnos. Byly provedeny studie o osudu nitrapyridinu ve vodních tocích. V roce 2016 bylo analyzováno 59 vzorků vody. Nitrapyrin byl detekován v sedmi tocích (39 % vzorků vody) s koncentracemi v rozmezí od 12 do 240 ng / l. Vyšší koncentrace nitrapyridinu v povrchové vodě byly spojeny s dešťovými příhodami po aplikaci jarních hnojiv. Nitrapyrin přetrvával v tocích po dobu až 5 týdnů.

#### 3.4.1 N-Lock

Přípravek N-Lock zabraňuje přeměně dusíku amonného na dusík nitrátový a pomáhá udržovat dobře přijatelnou formu dusíku v kořenových vrstvách plodin po dlouhou dobu. Je stabilizátor dusíku využitelný zejména s tekutými organickými i anorganickými dusíkatými hnojivy. Zajišťuje účinné využití dusíku v obilovinách, řepce a kukuřici zabráněním ztrát dusíku vyplavením či denitrifikací. Inhibuje činnost půdních bakterií rodu *Nitrosomonas*. Účelné použití tohoto prostředku je u kukuřice, jelikož se vyznačuje vysokými nároky na dusík zejména v červnu a v červenci. U řepky a obilnin, v případě aplikace kejdy, močůvky či digestátu spolu s N-Lockem před zasetím, se zajistí optimální využití dusíku po celé podzimní období i v časném jaru. Jařiny potřebují dusík po celou dobu vegetace a toho je přípravek N-Lock schopen. Ideálním způsobem je hnojivo zapravit spolu s inhibitorem přímo do půdy. (Vlašný, 2018)

### 3.4.2 Dithane DG Neotec

Dithane DG Neotec je fungicidní přípravek proti širokému spektru houbových chorob polních plodin, zeleniny, ovocných dřevin, révy vinné a okrasných rostlin. Je možné přípravek použít k preventivnímu ošetření. Na povrchu ošetřovaných rostlin vytváří film, který brání klíčení spor. Vyznačuje se dlouhým protektivním působením. (Růžička, 2017)

### 3.4.3 Polyversum Biogarden

Studie zaměřená na *Pythium oligandrum*, dobře známý pro své schopnosti ochrany rostlin, který se daří v mikrobiálním prostředí, kde jsou také přítomny bakterie a houbová společenstva. Dynamika houbových a bakteriálních společenstev byla studována ve třech sub-regionech Bordeaux s různými typy půd. Struktura houbových společenstev kolonizujících rhizosféru vinic vysazených v kamenitých půdách se výrazně lišila od struktury vysazených v písčitých půdách. Tyto rozdíly nebyly pozorovány u bakterií. Výsledky ukázaly zlepšování činnosti mikroorganismů chránících rostliny. (Gerborne et al., 2014)

Byla prokázána schopnost kmenů *Pythium oligandrum* chránit (révu vinnou) *Vitis vinifera* L., indukovaním rezistence rostlin proti patogenu *Phaeoconiella chlamydospora*. Tři čtyřměsíční skleníkové testy ukázaly, že nekróza *Vitis vinifera* L. cv Cabernet Sauvignon způsobené *Phaeoconiella chlamydospora* byly významně sníženy (40-50%), když *Pythium oligandrum* kolonizoval kořenové systémy rostlin. (Yacoub et al., 2016)

Účinnou látkou biologického fungicidního přípravku je *Pythium oligandrum*, půdní mikroorganismus napadající fytopatogenní houby. Vyhledá konkrétní houbu, obroste její mycelium nebo generativní orgány, které následně enzymaticky rozloží na jednoduché složky. Ty pak využívá pro vlastní výživu. Takto napadá a likviduje celou řadu původců plísňových chorob kulturních rostlin. Působení přípravku v kořenovém systému rostlin zároveň posiluje schopnost obrany vůči chorobám také v nadzemní části rostlin a podporuje jejich růst. Rostliny překonávají nepříznivé podmínky prostředí a více plodí. Aplikuje se postřikem či zálivkou. Vhodné je ošetřovat rostliny již v raných vývojových fázích a v průběhu vegetace několikrát zopakovat. Namořené osivo přípravkem Polyversum se chrání proti opadu klíčků. (Hudcová, 2015)

Patkowska (2009) popisuje ve své studii účinek biopreparátů (Polyversum, Biochikol 020 TIC a Biosept 33 SL) na houbové a bakteriální komunity rhizosféry *Phaseolus vulgaris*. Použití biopreparátů má pozitivní vliv na společenstva bakterií a hub v půdě. Biochikol 020 TIC a Biosept 33 SL zvýšily počet bakterií *Bacillus spp.* a *Pseudomonas spp.* a snížily počet

vláknitých hub: *Alternaria*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Gliocladium*, *Penicillium* a *Trichoderma*. Biopreparáty a fungicidy měly současně pozitivní vliv na výnos *Phaseolus vulgaris*.

## **4 Materiály a metody**

### **4.1 BPEJ zájmového území (5.27.14)**

Zájmové území spadá do pátého klimatického regionu, který zahrnuje značnou část Středočeské pahorkatiny. Klimatický region se vyznačuje průměrnou roční teplotou 7–8 °C, průměrným úhrnem srážek 550–650 mm, s vláhovou jistotou ve vegetačním období 4-10, s pravděpodobností suchých vegetačních období 15–30 %. Půdotvorným substrátem jsou břidlice, fylity, hadce, lehký flyš a kulm. Půdním typem je kambizem modální, eubazická a mesobazická. Tyto půdy se vyznačují střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnují převážně středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité půdy. Sklonitost je mírná se sklonem 3-7 °, rovina s všesměrnou expozicí, středně skeletovitá s celkovým obsahem skeletu 25-50 %. Půda je hluboká až středně hluboká.

### **4.2 Odběr půdních vzorků**

Byl proveden 1. května 2017. Zájmové území o rozloze 19 hektarů se nachází severovýchodně od města Nový Knín, je vyznačeno na obrázku č. 5 (Středočeský kraj, okres Příbram), leží na katastrálních území obce Nové Dvory (kód 540897) a obce Křížov (kód 599204). Obě obce se nachází v nadmořské výšce 350 m.

Následná úprava a analýza půdních vzorků byla provedena v laboratoři České zemědělské univerzity v Praze. Půdní vzorek byl zbaven skeletu, zbytků rostlin a hrubých nečistot, a byl proset přes 2 mm síto. Následně byly provedeny analýzy (uhlík půdní organické hmoty, uhlík mikrobiální biomasy, labilní organický uhlík, elektrická vodivost (vodivost) půdního výluhu, pH, sušina, objemová hmotnost upravené půdy).





Obrázek č. 5: Mapa vyznačeného zájmového území, (zdroj: <https://mapy.cz/letecka-2015?x=14.3738609&y=49.7991926&z=14>, upraveno)

### 4.3 Stanovení uhlíku půdní organické hmoty ( $C_{org}$ -MW)

Uhlík půdní organické hmoty byl stanoven kolorimetricky po mikrovlnném ošetření. Přirozeně vlhký upravený půdní vzorek o hmotnosti odpovídající 0,10 g sušiny byl čtyřnásobně navážen do 25 ml Erlenmeyerových baněk a krouživým pohybem promíšen s 2 ml 0,34 mol/l  $K_2Cr_2O_7$  (10 g/100 ml destilované vody). Dále byly injekční stříkačkou aplikovány 2 ml koncentrované kyseliny sírové (96%). Následovalo ošetření mikrovlnným zářením (1000 J/ ml = 600 W, 60 sekund, 36 ml = 9 x 4 ml). Po vychladnutí byla suspenze naředěna 20 ml destilované vody. Po sedimentaci přes noc bylo 5 ml čiré směsi odebráno injekční stříkačkou a naředěno dalšími 20 ml destilované vody. Obsah  $C_{org}$  byl měřen při vlnové délce 590 nm na spektrálním fotometru. Slepé varianty obsahovaly veškeré chemikálie v náležitém poměru bez půdních vzorků. (Růžek a kol., 2012; Růžek a Voříšek, 2010)

### 4.4 Stanovení uhlíku mikrobiální biomasy (MBC-MW)

Uhlík biomasy půdních mikroorganismů byl stanoven mikrovlnnou metodou. Organický uhlík mikrobiálního původu ( $C$ - $K_2SO_4$  – MW) byl extrahován 0,5 mol/l  $K_2SO_4$  z přirozeně vlhkých půdních vzorků, vytemperovaných na laboratorní teplotu ( $22 \pm 2$  °C), a dále ovlhčených destilovanou vodou na zhruba 80% podíl vody v půdních pórech. Extracelulární

organický uhlík C-K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (bez ošetření v mikrovlnném zařízení) byl extrahován z kontrolních vzorků, rovněž vytemperovaných na laboratorní teplotu (22 ± 2 °C), a rovněž dále ovlhčených destilovanou vodou na zhruba 80% podíl vody v půdních pórech. Vzorky o hmotnosti 8,33 g sušiny, byly v obou případech váženy s přesností na 0,02 g do 50 ml polypropylénových nádobek o průměru 30 mm. Po navážení byla upravena jejich vlhkost. Následovalo ošetření v mikrovlnném zařízení (600 W, 2× 67 s, 12× 8,33g). Po vychladnutí bylo k ošetřeným vzorkům dávkovačem aplikováno 20 ml 0,5 mol/l síranu draselného a vytřepáno dnem vzhůru (60 min, 250 kyvů/min) na třepačce GFL 3018. Po krátké sedimentaci (10 minut) byly 2 ml extraktu odebrány injekční stříkačkou do mikrozkušavek a centrifugovány 3 minuty při maximální odstředivé síle 14 000× g. Ve skleněných kádinkách „25 ml“ byl poté 1ml spálen v 1ml chromsírové směsi: (0,4 g K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 10 ml destilované vody, 50 ml koncentrované (96%) kyseliny sírové a 20 ml koncentrované (86%) kyseliny fosforečné) v mikrovlnném zařízení (250W; 77 sekund; 12 × 2 ml). Po vychladnutí byla spálená směs naředěna 10 ml destilované vody. Obsah C-K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-MW byl stanoven fotometricky při vlnové délce 590 nm na spektrálním fotometru. Obsah C-K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> byl stanoven současně, stejnou cestou, s výjimkou ošetření půdních vzorků v mikrovlnném zařízení. Slepé varianty obsahovaly veškeré použité chemikálie v náležitém poměru bez půdních vzorků (Růžek a Voříšek, 2010; Růžek a kol., 2009)

#### **4.5 Stanovení labilního organického uhlíku (C-K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)**

Labilní organický uhlík stanovujeme v rámci předchozího postupu (4.2); (Růžek a kol., 2009).

#### **4.6 Stanovení elektrické konduktivity (vodivosti) půdního výluhu**

Při stanovení elektrické konduktivity vážíme (ve čtyřech opakováních) 5 ml přirozeně vlhkého vzorku do kalibrovaného válečku, zjistíme hmotnost navážené zeminy, a obsah válečku přesypeme do polypropylenových nádobek (50 ml). Následně přidáváme 25 ml destilované vody a vložíme na 1 hodinu do třepačky GFL 3018. Po vytřepání (250 kyvů/min) měříme elektrokonduktivitu (dS/m) zařízením Greisinger GMH 3430 (do 3 minut nebo do ustálení hodnoty). Elektrokonduktivitu zvyšuje přítomnost iontů v půdním roztoku, což zpravidla souvisí s anorganickým a organickým hnojením a také s množstvím půdní organické hmoty.

## 4.7 Stanovení pH

Při stanovení pH vážíme (ve čtyřech opakováních) 3 g přirozeně vlhkého půdního vzorku do polypropylenových nádobek s víčkem a přidáváme 15 ml destilované vody. Uzavřené nádoby vkládáme na 1 hodinu do třepačky GFL 3018 (250kvů/min) a následně měříme pH elektrodou Piccolo by Hanna (do 3 minut nebo do ustálení hodnoty).

## 4.8 Stanovení sušiny půdního vzorku

Při stanovení sušiny půdního vzorku (ve čtyřech opakováních) byla nejprve zvážena prázdná miska s víčkem (hodnota A). Následně bylo do ní naváženo 5 g přirozeně vlhké zeminy. Zvážením zavřené misky byla zjištěna hodnota B. Otevřené misky s víčky před sebou byly vloženy do pece Memmert a při 105 °C sušeny po dobu 24 hodin. Po vypnutí pece byly misky zavřeny, a po vychladnutí zváženy (hodnota C). Sušina (%) byla vypočtena podle vzorce  $(C-A) / (B-A) \times 100$ .

## 4.9 Stanovení objemové hmotnosti

Upravený, přirozeně vlhký půdní vzorek byl nasypán do skleněného odměrného válce (1 000 ml) o známé hmotnosti a zvážen na přesných laboratorních vahách.

## 4.10 Statistické vyhodnocení

Statistické vyhodnocení bylo provedeno v programu Statistika 12 analýzou rozptylu (ANOVA) Scheffého metodou. Byl hodnocen vliv jednotlivých faktorů na hodnocenou závislou proměnnou a testována shoda.

## 5 Výsledky

### 5.1 Analýza uhlíku půdní organické hmoty

Obsah uhlíku půdní organické hmoty se v modální kambizemi po aplikaci přípravků pohyboval od nízkého až po velmi nízký. Byly provedeny 4 laboratorní opakování. Průměrná hodnota uhlíku půdní organické hmoty byla 1,19 %. Nejvyšší naměřená hodnota 1,39 % byla zjištěna u přípravku Dithane DG Neotec a nejnižší 0,87 % u kontroly. Výsledky analýz jsou shrnuty v tabulce č. 8 a v grafu č. 2.

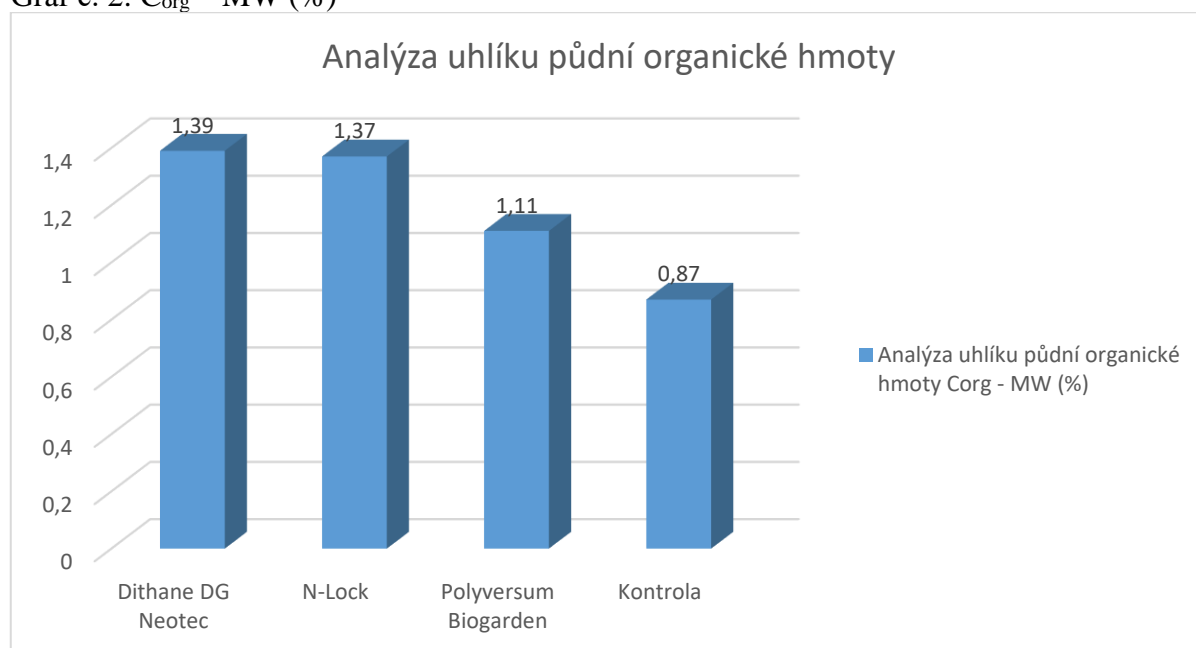
Tabulka č. 8: C<sub>org</sub> – MW (%)

(DH <sup>a</sup>: > 1,25 %)

Pořadí	Varianta	Naměřené hodnoty C <sub>org</sub> – MW (%)	Body <sup>b</sup>
1.	Dithane DG Neotec	1,39	1,11
2.	N-Lock	1,37	1,10
3.	Polyversum Biogarden	1,11	0,89
4.	Kontrola	0,87	0,71
	<b>Průměr:</b>	<b>1,19</b>	

<sup>a</sup> DH: Doporučená hodnota    <sup>b</sup> Bodová klasifikace = naměřená hodnota / 1,25

Graf č. 2: C<sub>org</sub> – MW (%)



## 5.2 Analýza uhlíku mikrobiální biomasy

Hodnota obsahu uhlíku biomasy mikroorganismů se nejvíce přiblížil k doporučené hodnotě 260 mg/kg sušiny přípravek Dithane DG Neotec (246,73 ± 21,95 mg/kg sušiny). Výsledky všech naměřených hodnot jsou shrnuty v tabulce č. 9 a v grafu č. 3. Průměrná hodnota uhlíku mikrobiální biomasy byla 209,61 mg/kg sušiny.

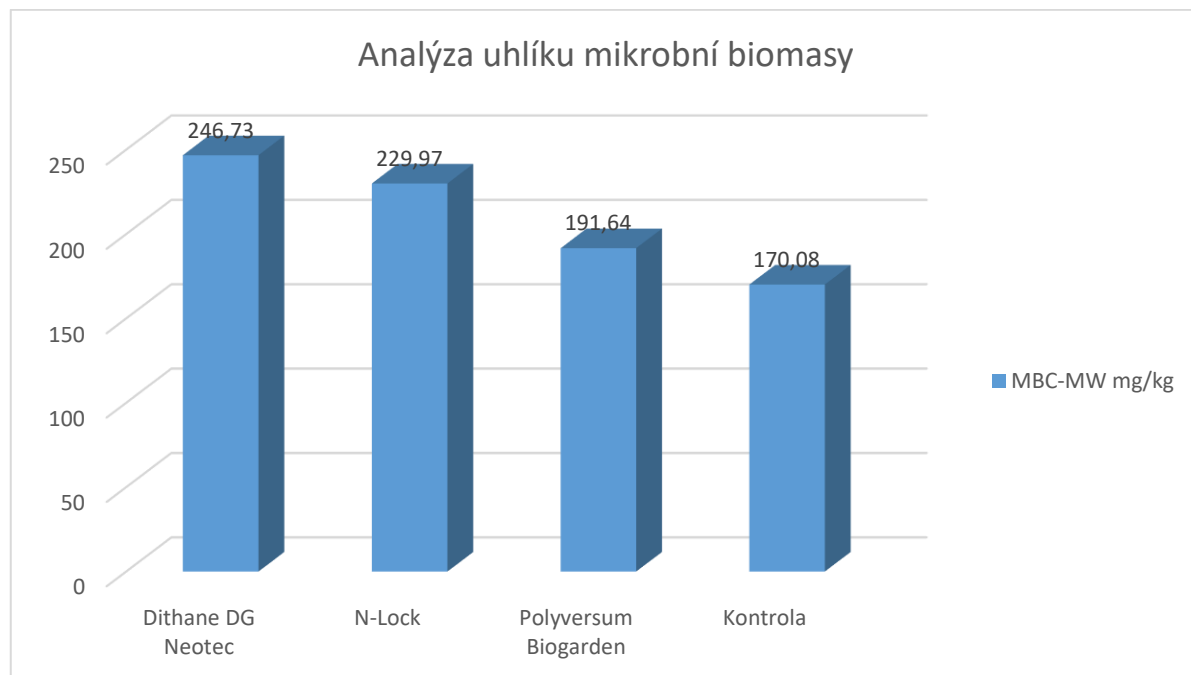
Tabulka č. 9: Uhlík biomasy mikroorganismů; mg/kg (MBC-MW); (DH <sup>a</sup>260 mg/kg sušiny)

Pořadí	Varianta	Naměřená hodnota <sup>b</sup>	Body <sup>c</sup>
1.	Dithane DG Neotec	246,73 ± 21,95	1,18
2.	N-Lock	229,97 ± 19,01	1,10
3.	Polyversum Biogarden	191,64 ± 50,98	0,91
4.	Kontrola	170,08 ± 48,92	0,81
	<b>Průměr:</b>	<b>209,61</b>	

<sup>a</sup> DH: Doporučená hodnota    <sup>b</sup> Průměr tří laboratorních opakování se směrodatnou odchylkou

<sup>c</sup> Bodová klasifikace (naměřená hodnota / průměr)

Graf č. 3: Uhlík biomasy mikroorganismů; mg/kg (MBC-MW)



### 5.3 Analýza labilního organického uhlíku (C-K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

V dlouhodobě udržitelné a zdravé půdě by měla být nízká hodnota snadno rozložitelného organického uhlíku, zpravidla mikrobního původu: <12, 5 mg/kg sušiny. Nejnížší zjištěná hodnota byla 19,44 ± 3,06 mg/kg u přípravku Polyversum Biogarden. Nejvyšší hodnota 21,99 ± 11,49 mg/kg byla naměřena u kontroly. Tři testované přípravky byly níže než kontrola a půdě prospívají. Průměrná hodnota byla 20,46 mg/kg. Zjištěné obsahy labilního uhlíku jsou shrnuty v tabulce č. 10 a v grafu č. 4.

Tabulka č. 10: Labilní organický uhlík; mg/kg (C-K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

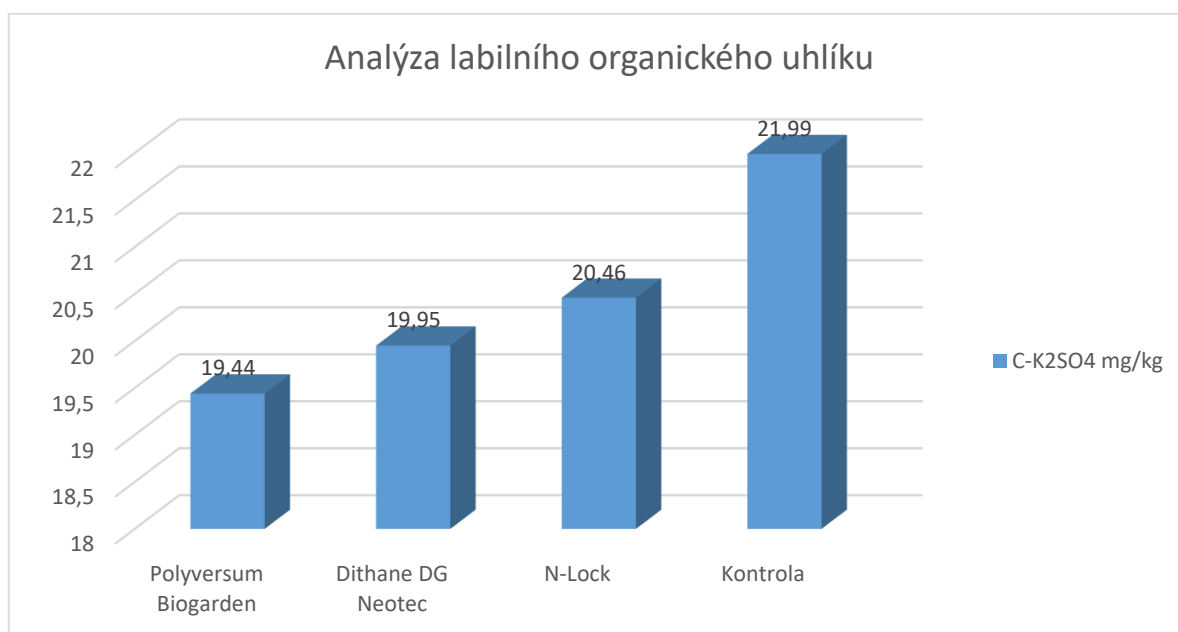
(DH <sup>a</sup>: minimum)

Pořadí	Varianta	Naměřené hodnoty (mg/kg)	Body <sup>b</sup>
1.	Polyversum Biogarden	19,44 ± 3,06	0,64
2.	Dithane DG Neotec	19,95 ± 3,19	0,63
3.	N-Lock	20,46 ± 6,90	0,61
4.	Kontrola	21,99 ± 11,49	0,57
	<b>Průměr:</b>	<b>20,46</b>	

<sup>a</sup> DH: Doporučená hodnota

<sup>b</sup> Bodová klasifikace (12,5 / naměřená hodnota)

Graf č. 4: Labilní organický uhlík; mg/kg (C-K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)



## 5.4 Analýza elektrické vodivosti (vodivosti) půdního výluhu

Analýza elektrické vodivosti je závislá na koncentraci iontů přítomných v půdě, které ovlivňují vedení elektrického proudu. Byla provedena 4 laboratorní opakování a doporučená hodnota 0,125 dS/m (mS/cm) nebyla zjištěna u žádné varianty. Všechny hodnoty byly velmi nízké, na třetině doporučené hodnoty. Průměrná hodnota všech variant byla 0,042 dS/m. Nejvyšší naměřenou hodnotu 0,044 dS/m měl přípravek N-Lock a nejnižší 0,040 dS/m Polyversum Biogarden. Výsledky jsou znázorněny na grafu č. 5 a shrnuty v tabulce č. 11.

Tabulka č. 11: Elektrická vodivita (vodivost) půdního výluhu

ČSN EN 13038 (83 6211)

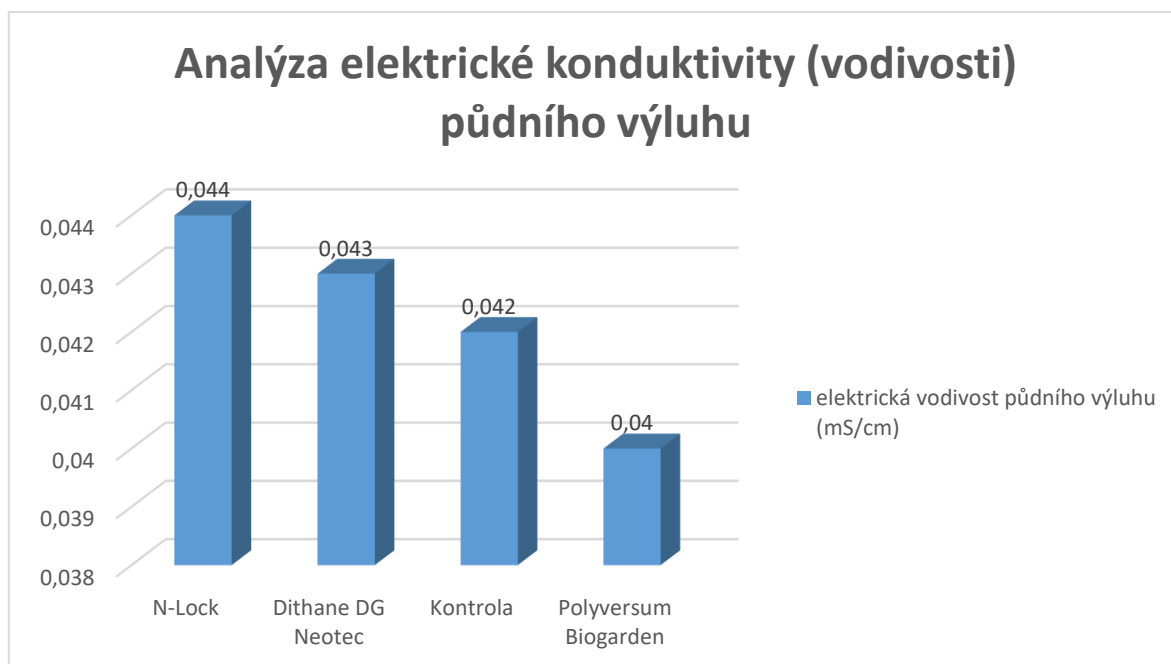
(DH <sup>a</sup>:0,125 dS/m)

Pořadí	Varianta	Naměřené hodnoty	Body <sup>b</sup>
1.	N-Lock	0,044	0,35
2.	Dithane DG Neotec	0,043	0,34
3.	Kontrola	0,042	0,34
4.	Polyversum Biogarden	0,040	0,32
	<b>Průměr:</b>	<b>0,042</b>	

<sup>a</sup> DH: Doporučená hodnota

<sup>b</sup> Bodová klasifikace naměřená hodnota / 0,125

Graf č. 5: elektrická vodivost půdního výluhu



## 5.5 Analýza pH (H<sub>2</sub>O)

Hodnota aktivní půdní reakce, je dána aktivitou vodíkových iontů (H<sup>+</sup>), respektive hydroxoniových iontů (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) v půdním roztoku. Byly provedeny 4 laboratorní opakování. Nejvyšší hodnota 6,96 (podle tabulky č. 2 neutrální) byla zjištěna u přípravku N-Lock. Nejnižší hodnota 5,77 (podle tabulky č. 2 kyselá) byla naměřena u kontroly. Výsledky aktivní půdní reakce se nachází v tabulce č. 12 a v grafu č. 6. Hodnoty u přípravku Polyversum Biogarden a u kontroly byly pod hranici doporučené hodnoty.

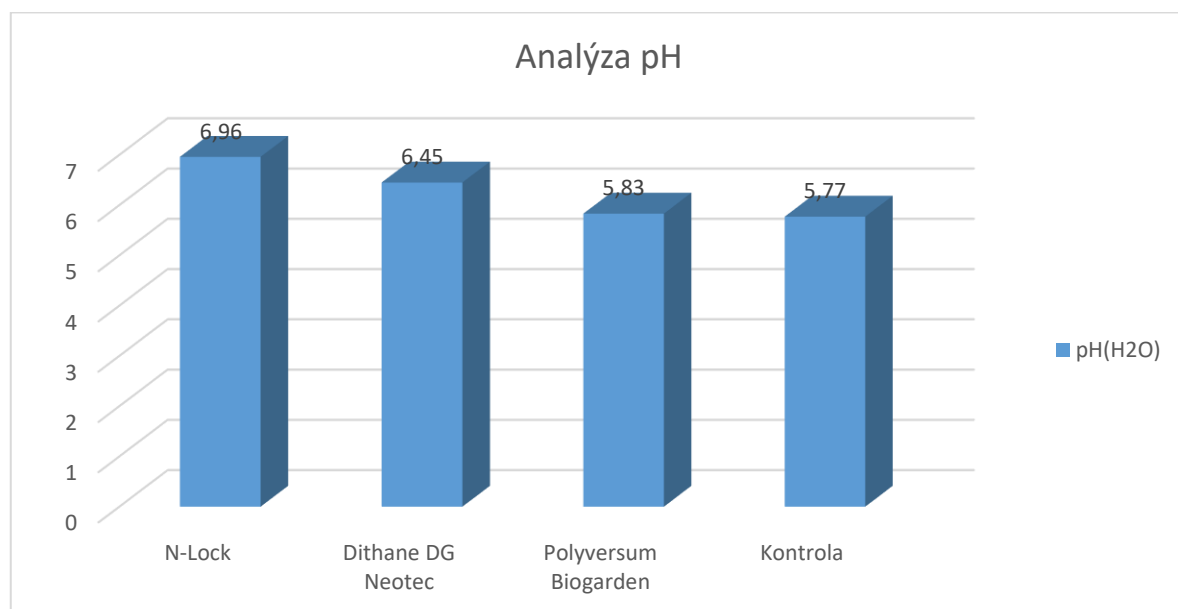
Tabulka č. 12: pH (H<sub>2</sub>O)

(DH <sup>a</sup>: 6,0 – 7,5)

Pořadí	Varianta	Naměřené hodnoty	Body <sup>b</sup>
1.	N-Lock	6,96	1,03
2.	Dithane DG Neotec	6,45	0,96
3.	Polyversum Biogarden	5,83	0,86
4.	Kontrola	5,77	0,85
	<b>Průměr:</b>	<b>6,26</b>	

<sup>a</sup> DH: Doporučená hodnota   <sup>b</sup> Bodová klasifikace naměřená hodnota / 6,75

Graf č. 6: pH (H<sub>2</sub>O)





## 5.6 Analýza sušiny

Analýza sušiny u všech přípravků i kontroly vyšla v rozmezí doporučené hodnoty 80- 90 %, s průměrem 83,74 %. Nejnižší hodnota byla zjištěna u přípravku N-Lock (81,64 %) a nejvyšší (86,64 %) u kontroly. Stanovení sušiny bylo provedeno ve 4 laboratorních opakováních. Výsledky zobrazuje graf č. 7 a tabulka č. 13.

Tabulka č. 13: Sušina

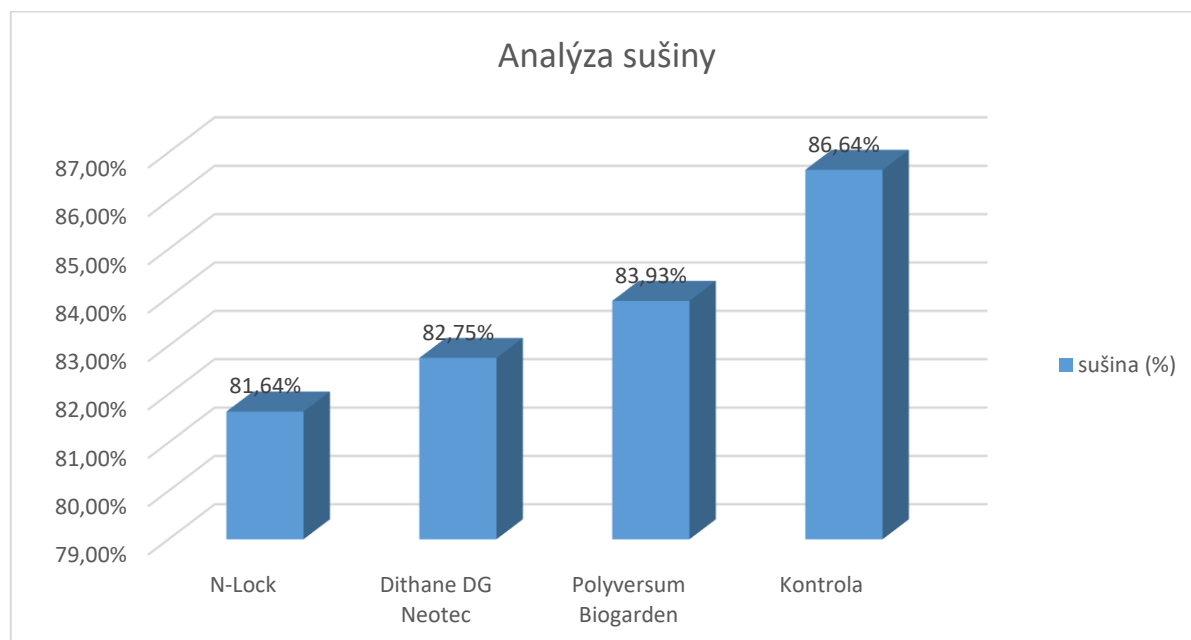
(DH <sup>a</sup>: 80–90 %)

Pořadí	Varianta	Naměřené hodnoty	Body <sup>b</sup>
1.	N-Lock	81,64 %	1,03
2.	Dithane DG Neotec	82,75 %	1,01
3.	Polyversum Biogarden	83,93 %	1,00
4.	Kontrola	86,64 %	0,97
	<b>Průměr:</b>	83,74 %	

<sup>a</sup> DH: Doporučená hodnota

<sup>b</sup> Bodová klasifikace průměr / naměřená hodnota

Graf č. 7: Sušina



## 5.7 Analýza objemové hmotnosti upravené půdy

Výsledky objemové hmotnosti splnily ve všech případech doporučenou hodnotu a jsou shrnuty v tabulce č. 14. Byla provedena 4 laboratorní opakování. Průměrná hodnota byla 3,64 g. Nejnižší objemovou hmotnost měl přípravek N-Lock 3,58 g a nejvyšší přípravek Dithane DG Neotec 3,68 g. Rozdíly byly zanedbatelné.

Tabulka č. 14: Objemová hmotnost

(DH <sup>a</sup>: < 4 g/5ml)

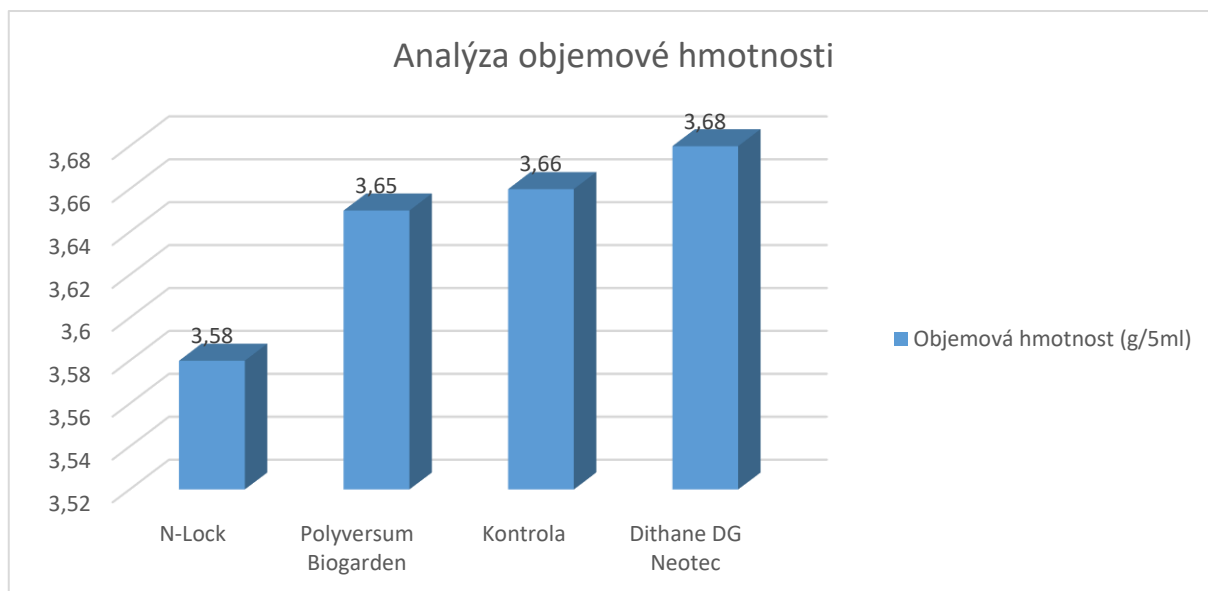
Pořadí	Varianta	Naměřené hodnoty	Body <sup>b</sup>
1.	N-Lock	3,58 g	1,02
2.	Polyversum Biogarden	3,65 g	1,00
3.	Kontrola	3,66 g	1,00
4.	Dithane DG Neotec	3,68 g	0,99
	<b>Průměr:</b>	3,64 g	

<sup>a</sup> DH: Doporučená hodnota

<sup>b</sup> Bodová klasifikace:

průměr / naměřená hodnota

Graf č. 8: Objemová hmotnost



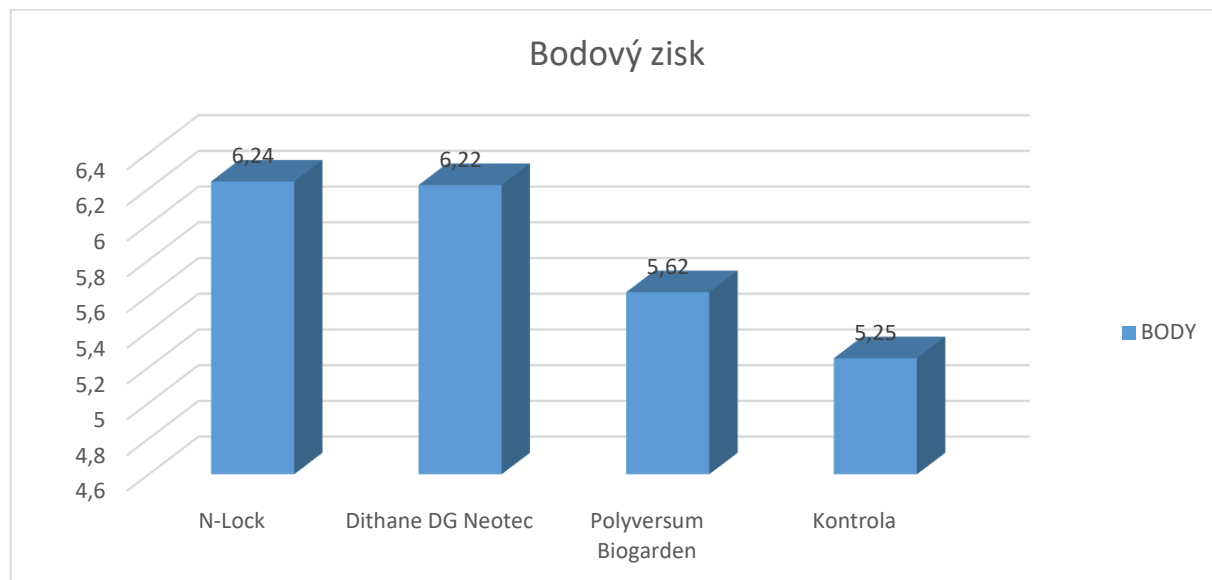
## 5.8 Výsledné bodové vyhodnocení přípravků

V tabulce č. 15 je znázorněn bodový zisk jednotlivých přípravků a kontroly v sedmi provedených kritériích. Jako nejlepší půdní kondicionér se jeví přípravek N-Lock (aplikovaný na řepku ozimou samostatně 18. března 2017) v dávce 4 l/ha. Přípravek měl nejlepší výsledky u objemové hmotnosti, sušiny, pH (H<sub>2</sub>O), elektrické vodivosti půdního výluhu. U uhlíku půdní organické hmoty a uhlíku mikrobiální biomasy se umístil na druhé pozici, u labilního organického uhlíku na třetí pozici. O dvě setiny horší bodový zisk měl přípravek Dithane DG Neotec.

Tabulka č. 15: Celkový bodový zisk variant

Pořadí	Přípravek	Body
1.	N-Lock	6,24
2.	Dithane DG Neotec	6,22
3.	Polyversum Biogarden	5,62
4.	Kontrola	5,25

Graf č. 9: Celkový bodový zisk variant



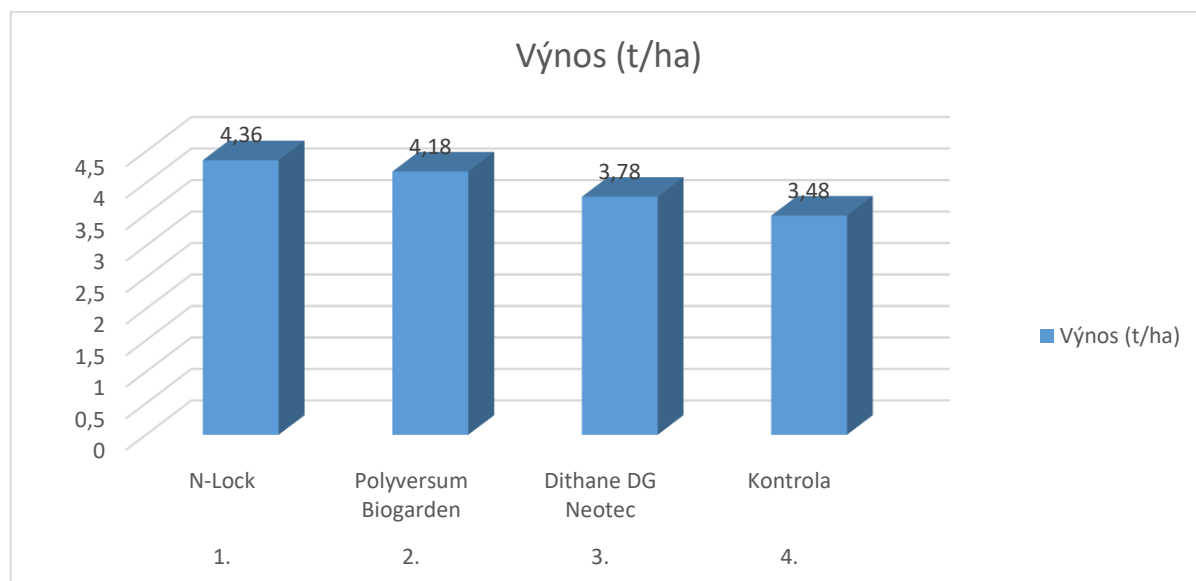
## 5.9 Výnosy

Na zájmovém území byla zasetá řepka ozimá (*Brassica napus*), hybridní odrůda DK Exstorm. Nejlepší výnos byl zjištěn na dílčí ploše, kde byl aplikován přípravek N-Lock. Výnos činil 4,36 t/ha. Při porovnání s výsledky stejné odrůdy na poloprovozních pokusech (tabulka č. 6), je srovnatelný s lokalitou Humburky (okres Hradec Králové) s výnosem 4,53 t/ha. Výnosy této hybridní odrůdy na sledovaném území jsou znázorněny na grafu č. 10

Tabulka č. 16: Výnosy řepky ozimé (odrůda DK Exstorm-hybrid)

Pořadí	Varianta	Výnos (t/ha)
1.	N-Lock	4,36
2.	Polyversum Biogarden	4,18
3.	Dithane DG Neotec	3,78
4.	Kontrola	3,48

Graf č. 10: Výnosy řepky ozimé (hybridní odrůda DK Exstorm)

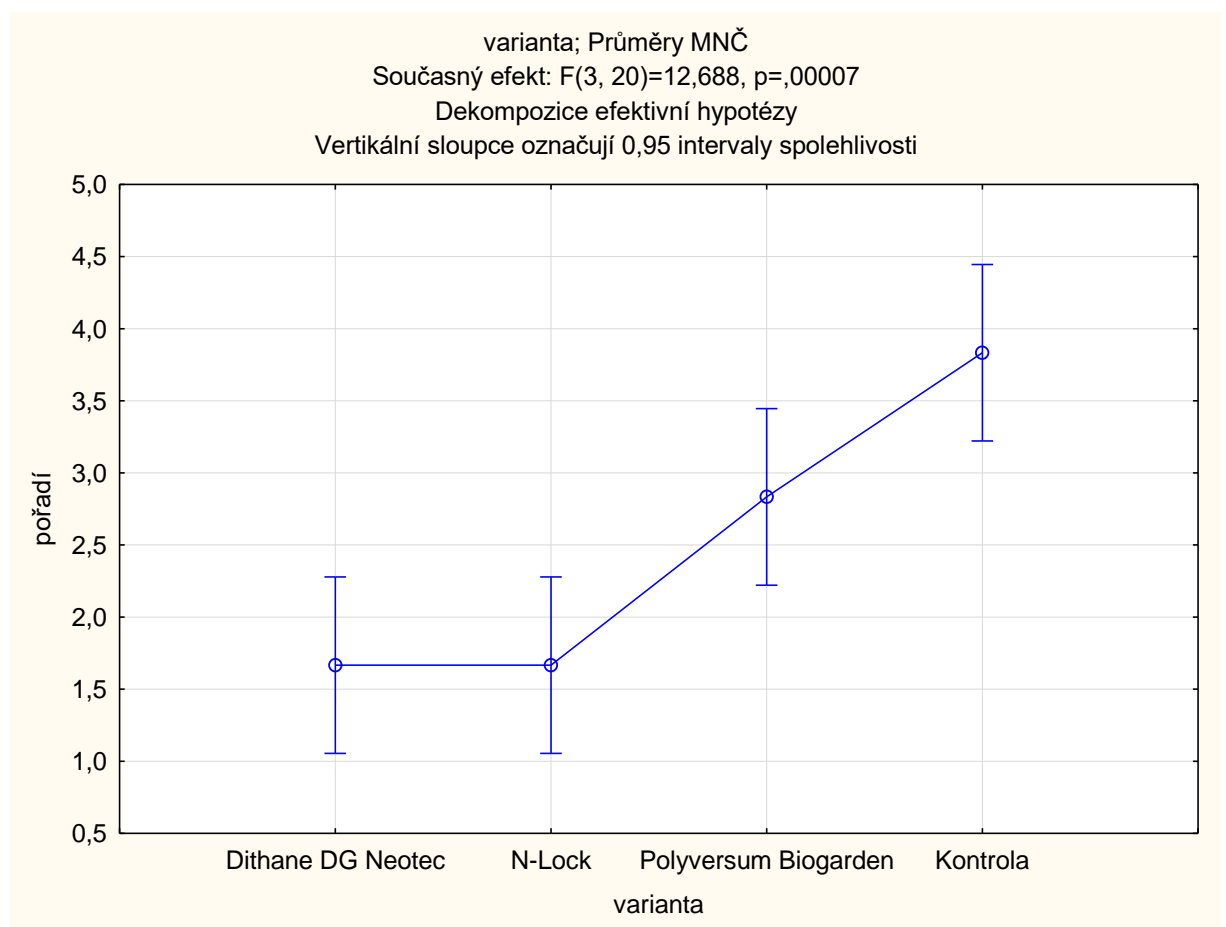


## 5.10 Statistické vyhodnocení

Pomocí programu Statistica 12 a analýzy rozptylu (ANOVA) a podrobnějším vyhodnocení Scheffého metodou byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi přípravkem Dithane DG Neotec a kontrolou a mezi přípravkem N-Lock a kontrolou.

Statistické rozdíly nebyly prokázány mezi Dithane DG Neotec a N-Lock, Dithane DG Neotec a Polyversum Biogarden, N-Lock a Polyversum Biogarden a ani mezi Polyversum Biogarden a kontrolou.

Graf č. 11: Statistické vyhodnocení



## 6 Diskuze

Hauptman a kol. (2009) uvádí, že ve Středočeském kraji, jižně od pražské aglomerace, na zájmovém území Nový Knín, se nachází extrémně lehké arenické a psefitické kambizemě a arenické podzoly na písčitéch substrátech. Tomu odpovídá bonitovaná půdně-ekologická jednotka (5.27.14) daného území. Z celkové výměry Středočeského kraje zaujímá kambizemě přes 40 %.

Vopravil a kol. (2009) řadí kambizemě mezi půdy střední až nižší kvality. Vyskytují se v pahorkatinách, vrchovinách, ale i v horských oblastech. Nejčastěji mezi 450-800 m. n. m. Naše zájmové území se nachází severovýchodně od města Nový Knín, leží na katastrálních území obcí Nové Dvory a Křížov, obě obce se nachází v nadmořské výšce 350 m.

Bečka a kol. (2013) uvádějí, že výnosy řepky ozimé od 90. let minulého století nejprve klesaly a od roku 2005 víceméně stagnují. Podle statistického úřadu od roku 2013 mírně rostou o více než 0,6 t/ha. Růst výnosů souvisí s nástupem hybridních odrůd s vyšším výnosovým potenciálem od roku 1998. Výrazným způsobem také narostly pesticidní vstupy, a velký pokrok udělala i mechanizace.

Nejlepší výnos u hybridní odrůdy DK Exstorm na zájmovém území severovýchodně od města Nový Knín byl dosažen u přípravku N-Lock a byl srovnatelný s poloprovozním pokusem na lokalitě Humburky. Podle statistického úřadu byl průměrný výnos řepky ozimé v roce 2017 v České republice 2,90 t/ha. Průměrný výnos hybridu DK Exstorm na zájmovém území činil 3,95 t/ha. Volbou odrůdy volíme kvalitu a z části i ovlivňujeme výnos. Nejpozdnější odrůdy tvoří nejvíce biomasy a jsou nejvýkonnější. (Vašák a Fábry, 1994)

Bečka a kol. (2007) tvrdí, že hybridní odrůdy proti liniím dají vyšší výnosy asi o 10 %, ale jen při vysoké intenzitě pěstování. Hybridy vyžadují úrodné půdy. Hybridy volí ten, kdo je bude pěstovat intenzivně, na úrovni alespoň 200 kg N/ha, s využitím listových hnojiv, fungicidů, regulátorů a stimulátorů růstu. U takových porostů jsou dosažitelné výnosy nad 4 t/ha. Problémem hybridů je vyšší cena osiva.

Podle Vašáka a Fábryho (1994) řepka vyžaduje lehké až střední půdy, přijatelné jsou i kamenité a mělké půdy. Na předmětném území byly tyto podmínky vyhovující, vynikající byla

hloubka půdy, hluboká až středně hluboká. Řepka snižuje výnos při pH pod 5, čehož nebylo dosaženo.

Zbíral (2002) uvádí, že stanovení pH patří k základním požadavkům pro zjištění kvality půdy, protože hodnota pH má vliv na většinu chemických a biologických procesů půdy. Možné rozpětí je od 0 do 14. Hodnota pH rovná 7 značí neutrální reakci. Naše nejvyšší hodnota 6,96, zjištěná u přípravku N-Lock, svědčí o neutrální reakci. Nejnižší hodnota 5,77, v kyselé oblasti, byla naměřena u kontroly.

Zbíral (2002) uvádí, že stanovení míry zatížení půd solemi se provádí zpravidla stanovením specifické elektrické vodivosti vodného extraktu půd. Poměr extrakčního činidla bývá od 1:2 až do 1: 10 (m: V). V našem případě jsme při stanovení elektrokonduktivity navázili 5 ml přirozeně vlhkého vzorku a následně přidali 25 ml destilované vody.

Analýza elektrické vodivosti je závislá na koncentraci iontů přítomných v půdě, které ovlivňují vedení elektrického proudu. Všechny naměřené hodnoty byly velmi nízké, na třetině doporučené hodnoty 0,125 dS/m. Nejvyšší naměřenou hodnotu 0,044 dS/m měl přípravek N-Lock. Elektrokonduktivitu zvyšuje přítomnost iontů v půdním roztoku, což zpravidla souvisí s anorganickým a organickým hnojením a také s množstvím půdní organické hmoty.

Vopravil a kol. (2009) uvádějí, že objemová hmotnost půdy se udává jako hmotnost jednotky objemu půdy v neporušeném stavu. Zahrnuje jak pevné částice, tak póry, a půdy s vyšší pórovitostí mají objemovou hmotnost nižší než půdy, které jsou kompaktnější a mají méně pórů. Upravený, přirozeně vlhký půdní vzorek byl nasypán do skleněného odměrného válce (5 ml) o známé hmotnosti. Výsledky objemové hmotnosti ve všech případech splnily doporučenou hodnotu (< 4 g/5ml). Průměrná hmotnost 5 ml jemnozeme byla 3,64 g. Nejnižší objemovou hmotnost měl přípravek N-Lock 3,58 g a nejvyšší přípravek Dithane DG Neotec 3,68 g.

Podle autorů Tisdall et Oades (1982) se labilní organický uhlík snadno oxiduje, což vede k úbytku celkového obsahu půdní organické hmoty. Snadno podléhá mikrobiálnímu rozkladu a má přímý vliv na uvolňování důležitých živin do půdy. Je odpovědný za dočasnou stabilitu humusu. V dlouhodobě udržitelné a zdravé půdě by měl být jeho obsah do 12, 5 mg/kg sušiny. Kambizemě jsou charakteristické vyššími hodnotami. Tomu odpovídá naše průměrná hodnota

20,46 mg/kg sušiny. Tři testované přípravky hodnotu v porovnání s kontrolou snižovaly, působily pozitivně.

Zbíral a kol. (2004) uvádějí, že stanovení oxidovatelného uhlíku patří mezi základní parametry charakterizující půdní organickou hmotu. Množství uvolněného oxidu uhličitého se stanovuje titračně, gravimetricky, konduktometricky, plynovou chromatografií nebo infračervenou spektrometrií. Spektrofotometrické stanovení po oxidaci chromsírovou směsí je vhodné pro většinu minerálních půd s běžným obsahem a přirozeným složením organických látek. V našem případě byl uhlík půdní organické hmoty stanoven kolorimetricky po ošetření v mikrovlnném zařízení.

Tomášek (2002) uvádí ve své publikaci věnované klasifikaci obsahu půdní organické hmoty od velmi nízkého (pod 1 %) až po velmi vysoký (nad 5 %). Průměrná hodnota uhlíku půdní organické hmoty byla 1,19 % (tj. 2,05 % půdní organické hmoty). Nejvyšší naměřená hodnota 1,39 % C<sub>org</sub> byla zjištěna u přípravku Dithane DG Neotec a nejnižší 0,87 % C<sub>org</sub> u kontroly. Obsah uhlíku půdní organické hmoty se v modální kambizemi pohyboval od nízkého až po velmi nízký.

Nejllepší výsledný bodový zisk byl prokázán u přípravku N-Lock, inhibitoru nitrifikace. Vlažný (2018) uvádí, že u řepky a obilnin, v případě aplikace kejdy, močůvky či digestátu spolu s N-Lockem před zasetím, se zajistí optimální využití dusíku po celé podzimní období i v časném jarním období. Ideálním způsobem je hnojivo zapravit spolu s inhibitorem přímo do půdy. Tento přípravek na zájmovém území byl však aplikován na řepku ozimou samostatně 18. března 2017 v dávce 4 l/ha.

O dvě setiny horší byl organický kontaktní fungicid Dithane DG Neotec, používaný proti širokému spektru houbových chorob. Tento přípravek se může použít k preventivním opatřením a má velký rozsah druhů rostlin, na které se může použít.

Podle statistického hodnocení výsledků bylo prokázáno, že byl zjištěn významný rozdíl mezi přípravkem Dithane DG Neotec a kontrolou a mezi přípravkem N-Lock a kontrolou.



## 7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo porovnání tří půdních kondicionérů, přípravků N-Lock (4 l/ha), Polyversum Biogarden (200 g / ha) a Dithane DG Neotec (2 kg / ha) proti kontrole. Na zájmovém území byly odebrány půdní vzorky a následně byly v laboratoři provedeny analýzy uhlíku půdní organické hmoty, uhlíku mikrobiální biomasy, labilního organického uhlíku, aktivní půdní reakce, elektrické vodivosti (konduktivity), sušiny a objemové hmotnosti. Jednotlivé výsledky byly zapsány do tabulek, zobrazeny v grafech a porovnány. Na předmětném území byla zasetá řepka ozimá (*Brassica napus*), hybridní odrůda DK Exstorm. Její výnosy byly na dílčích plochách porovnány.

Zájmové území severovýchodně od města Nový Knín (okres Příbram) má pětimístný kód bonitovaných půdně ekologických jednotek 5.27.14. Vyznačuje se průměrnou roční teplotou 7- 8 °C a průměrným úhrnem srážek 550-650 mm. Půdním typem je kambizem modální, eubazická a mesobazická. Tento půdní typ je nejčastějším v České republice. Sklonitost je mírná, se sklonem 3-7 ° a celkový obsah skeletu je 25-50 %.

- U analýzy uhlíku půdní organické hmoty vyšel nejlépe přípravek Dithane DG Neotec (1,39 %)
- U analýzy uhlíku mikrobiální biomasy měl rovněž nejlepší výsledky přípravek Dithane DG Neotec (246,73 ± 21,95)
- U analýzy labilního organického uhlíku vyšel nejlépe, tedy nejnižší, přípravek Polyversum Biogarden.
- U analýzy elektrické vodivosti (konduktivity) půdního výluhu měl nejvyšší naměřenou hodnotu (0,044 mS/cm) přípravek N-Lock.
- U analýzy aktivní půdní reakce měl nejvyšší hodnotu (6,96) přípravek N-Lock
- Nejnižší sušinu (81,64 %) měl přípravek N-Lock.
- Nejnižší objemovou hmotnost měl přípravek N-Lock (3,58 g)
- U celkového bodového hodnocení vyšel nejlépe přípravek N-Lock
- Nejlepší výnos hybridní odrůdy DK Exstorm byl dosažen po aplikaci přípravku N-Lock (4,36 kg/ha)

Po statistickém šetření byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi přípravky Dithane DG Neotec a kontrolou a mezi přípravkem N-Lock a kontrolou. Statistické vyhodnocení potvrdilo, že půdní kondicionéry Dithane DG Neotec a N-Lock splnily hypotézu diplomové práce.

## 8 Literatura

Baranyk, P. 2002. Osivo řepky-změna, či setrvalý stav?. Úroda: Časopis pro rostlinnou produkci. 50 (1). 23.

Bečka, D., Šimka, J., Cihlář, P., Prokinová, E., Mikšík, V., Vašák, J., Zukalová, H. 2013. Řepka ozimá-inovace pěstitelské technologie: Certifikovaná metodika. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 44 s. ISBN:978-80-213-2382-7.

Bečka, D., Vašák, J., Zukalová, H., Mikšík, V. 2007. Řepka ozimá-pěstitelský rádce. Kurent, s. r. o. České Budějovice. 59 s. ISBN: 978-80-87111-05-5.

Demek, J. (Ed.) 1987. Zeměpisný lexikon ČSR: Hory a nížiny. Academia. Praha. 584 s.

Demek, J., Mackovčín, P., Balatka, B. 2006. Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Brno. 580 s. ISBN:80-86064-99-9.

Gerbore, J., Vallance, J., Yacoub, A., Delmotte, F., Grizard, D., Regnault-Roger, C., Rey, P. 2014. Characterization of *Pythium oligandrum* populations that colonize the rhizosphere of vines from the Bordeaux region. FEMS Microbiology Ecology. 90 (1). 153-167.

Hauptman, I., Kukul, Z., Pošmourný, K. (eds.) 2009. Půda v České republice. Consult. Praha. 255 s. ISBN: 80-903482-4-6.

Košťál, Z. 1994. Ochrana ozimé řepky-téma stále aktuální. Úroda: Časopis pro rostlinnou produkci. 42 (7). 21-23.

Kozák, J. 1994. Základy obecné pedologie. In: Janeček, M. (Ed.). Pozemkové úpravy (bonitace půd a pedologie): Určeno pro semináře „Pozemkové úpravy se zaměřením na bonitaci a pedologii“ pro odbornou způsobilost pedolog-specialista. Vydavatelství a nakladatelství MV ČR. Praha. s. 3-11. ISBN: 80-85821-23-0

Ládík, J., Halada, J. 1960. Kniha o půdě 1: Půda a rostlina. Státní zemědělské nakladatelství Praha. Praha. 259 s.

Němeček, J., Macků, J., Vokoun, J., Vavříček, D., Novák, P. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 79 s. ISBN: 80-238-8061-6

Patkowska, E. 2009. Effect of bio-products on bean yield and bacterial and fungal communities in the rhizosphere and non-rhizosphere. Polish Journal of Environmental Studies. 18 (2). 255-263.

Pospíšilová, L., Vlček, V., Hybner, V., Hábová, M., Jandák, J. 2016. Standardní analytické metody a kritéria hodnocení fyzikálních, agrochemických, biologických a hygienických parametrů půd. Folia. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 123 s. ISBN: 978-80-7509-438-4.

Růžek, L., Voříšek, K. 2010. Pedologie a mikrobiologie: vybrané kapitoly. Česká zemědělská univerzita. Praha. 184 s. ISBN: 978-80-213-2126-7.

Růžek, L., Růžková, M., Voříšek, K., Vráblíková, J., Vráblík, P. 2012. Slit seeded grass-legume mixture improves coal mine reclamation. Plant, Soil and Environment. 58. 68-75.

Růžek, L., Růžková, M., Voříšek, K., Kubát, J., Friedlová, M., Mikanová, O. 2009. Chemical and microbiological characterization of Cambisols, Luvisols and Stagnosols. Plant, Soil and Environment. 55. 231-237.

Šarapatka, B. 2014. Pedologie a ochrana půdy. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc. 232 s. ISBN: 978-244-3736-1.

Tomášek, M. 2000. Půdy České republiky. Český geologický ústav. Praha. 68 s. ISBN: 80-7075-403-6.

Tisdall, J. M., Oades, J. M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soil. Journal of Soil Science. 33. 141-163.

Vašák, J., Fábry, A. 1994. Řepka-konjunktura extenzity. Úroda: Časopis pro rostlinou produkce. 42 (7). 7-11

Vašák, J., Mikšík, V. 2002. Přezimování řepky v roce 2002. Úroda: Časopis pro rostlinou produkce. 50 (2). 33.

Vašák, J., Štranc, P., Fogl, J., Hyklová I. 2002. Čerstvá příprava půdy škodí obilí a prospívá řepce. Úroda: Časopis pro rostlinnou produkci. 50 (1). 24.

Vopravil, J., Khel, T., Vrabcová, T., Novák, P., Novotný, I., Hladík, J., Vašků, Z., Jacko, K., Rožnovský, J., Janeček, M., Vácha, R., Pivcová, J., Kvítek, T., Novák, P., Fučík, P., Čermák, P., Janků, J., Papaj, V., Pírková, I., Banýrová, J. 2009. Kniha o půdě – 1. díl. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Praha. 148 s. ISBN: 978-80-87361-02-3.

Votýpka, J., Moravec, D. 1998. Klimatické regionalizace České republiky. Karolinum. Praha. 87 s. ISBN: 80-7184-4117-9.

Quitt, E. 1971. Klimatické oblasti Československa. Academia, Studia Geographica 16, GÚ ČSAV v Brně. Brno. 73 s.

Woodward, E. E., Hladik, M. L., Kolpin, D. W. 2016. Nitrapyrin in streams: The first study documenting off-field transport of a nitrogen stabilizer compound. Environmental Science & Technology Letters. 3 (11). 387-392.

Yacoub, A., Gerbore, J., Magnin, N., Chambon, P., Dufour, M. C., Corio-Costet, M. F., Guyoneaud, R., Rey, P. 2016. Ability of *Pythium oligandrum* strains to protect *Vitis vinifera* L., by inducing plant resistance against *Phaeomoniella chlamydospora*, a pathogen involved in Esca, a grapevine trunk disease. Biological Control. 92. 7-16.

Zbírál, J. 2002. Analýza půd I: Jednotné pracovní postupy. 2. vydání. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno. 197 s. ISBN: 80-86548-15-5.

Zbiral, J., Honsa, I., Malý, S., Čížmár, D. 2004. Analýza půd III: Jednotné pracovní postupy. 2. vydání. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno. 199 s. ISBN: 80-86548-60-0.

### **Internetové zdroje**

ČSÚ (Český statistický úřad (2017): Dostupný z: <[www.czso.cz](http://www.czso.cz)>.

ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební úřad zemědělský). Nově registrované odrůdy. [online]. 22. 3. 2017 [cit. 2018-01-05].

Dostupné z: <[http://eagri.cz/public/web/file/527408/RepkaO\\_2017.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/527408/RepkaO_2017.pdf)>.

Hudcová, I. Proti plísním bez chemie-Polyversum [online]. 16. března 2015 [cit. 2017-11-13].

Dostupné z: <<https://www.bakterie-enzymy.cz/proti-plisnim-bez-chemie-polyversum>>.

Růžička, J. ACG-etiketa Dithane DG Neotec [online]. Dow AgroSciences. 23. března 2016 [cit. 2017-10-08].

Dostupné z <[eagri.cz/public/app/srs\\_pub/pp\\_public/rpg10a\\_util.download\\_ii?xid=8725](http://eagri.cz/public/app/srs_pub/pp_public/rpg10a_util.download_ii?xid=8725)>

Vlažný, P. N-Lock-efektivní hnojení nejenom kukuřice [online]. Dow AgroSciences. 28. února 2018 [cit. 2018-02-15]. Dostupné z <<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/n-lock-efektivni-hnojeni-nejenom-kukurice>>

### **Technické normy**

ČSN EN 13038. Pomocné půdní látky a substráty: stanovení elektrické konduktivity. 2012. Evropský výbor pro normalizaci. Praha. 12

## 9 Přílohy

Fotografie z laboratoře

