

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Monitoring reziduí pesticidů v půdě ovocného sadu**

**Bakalářská práce**

**Anežka Ludvíková**

**Ochrana krajiny a využívání přírodních zdrojů**

**Vedoucí práce prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc., dr. h. c.**

**© 2021 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Monitoring reziduí pesticidů v půdě ovocného sadu" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 3. 5. 2021

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala mému vedoucímu prof. Ing. Pavlu Tlustošovi, CSc., dr. h. c. za trpělivost, vedení práce, podporu a cenné rady a připomínky při tvorbě mé bakalářské práce. A také bych ráda poděkovala mému otci Ing. Martinu Ludvíkovi za podporu a poskytnuté podklady a cenné informace pro tuto práci.

# Monitoring reziduí pesticidů v půdě ovocného sadu

## Souhrn

Kontaminace půd těžkými kovy by mohla mít negativní dopady na úrodnost a zdraví půdy, ale také na rostliny, půdní mikroorganismy a živočichy včetně člověka. Tato bakalářská práce se zabývá monitoringem těžkých kovů v půdě a jejich potenciálních kontaminantů.

První část práce rozebírá půdní vlastnosti a jejich interakci s rezidui přípravků na ochranu rostlin. Poté následuje kapitola zabývající se kontaminací půdy se zaměřením na vybrané těžké kovy a metaloidy, konkrétně arzen, kadmium, olovo, rtuť, chrom a měď. Na konec je zde rozebrána klasifikace přípravků na ochranu rostlin, jejich historie aplikace a vliv na lidské zdraví.

Druhá část této bakalářské práce se věnuje monitoringu těžkých kovů v půdě ve vybrané lokalitě, na které se nachází ovocný sad. Jsou zde zhodnoceny výsledky, jež mi poskytl majitel ovocného sadu v podobě pěti protokolů o zkoušce půd na obsah těžkých kovů z období od roku 2006 až do roku 2016. Jednalo se o kadmium, arzen, rtuť, olovo a chrom. V tomto sledovaném období nepřekročil žádný ze sledovaných prvků legislativně stanovené limitní hodnoty v půdě. Ve výsledku je obsah sledovaných těžkých kovů a metaloidů v půdě řešeného ovocného sadu stabilní, vlivem aplikace hnojiv, pesticidů či imisemi nedošlo k žádnému výraznému zvýšení či snížení.

Práce je zaměřena na potenciální kontaminanty půdy těžkými kovy a metaloidy. Je zde rozebráno, zdali mohou těmito kontaminanty být používaná hnojiva, přípravky na ochranu rostlin či kapková závlaha a v jak velké míře se kontaminace půdy těžkými kovy nachází. Vše je nakonec shrnuto v závěru práce.

**Klíčová slova:** pesticidy, půda, těžké kovy, ovocné sady, akumulace

# **The Monitoring of Pesticides in the Soil of Orchards**

## **Summary**

Contamination of soil with heavy metals could have negative effects on soil fertility and its health, but also on plants, soil microorganisms, and animals, including humans. This bachelor thesis deals with the monitoring of heavy metals in the soil and their potential contaminants.

The first part of the thesis discusses soil properties and their interaction with residues of pesticides. This is followed by a chapter dealing with soil contamination with a focus on selected heavy metals and metalloids, namely arsenic, cadmium, lead, mercury, chromium, and copper. Finally, the classification of plant protection products, their application history, and their impact on human health are discussed.

The second part of this bachelor's thesis deals with the monitoring of heavy metals in the soil in a selected locality, where the fruit orchard is located. Here are evaluated the results provided to me by the owner of the orchard in the form of five protocols on the test of soil for heavy metal content from the period from 2006 to 2016. These were cadmium, arsenic, mercury, lead, and chromium. In this monitored period, none of the monitored elements exceeded their limit values in soil, which are set by legislation. As a result, the content of monitored heavy metals and metalloids in the soil of the studied orchard is stable, due to the application of pesticides, fertilizers, and imissions there was no significant increase or decrease.

The bachelor's thesis is focused on potential soil contaminants with heavy metals and metalloids. It discusses whether these contaminants can be fertilizers, pesticides, or drip irrigation, and to what extent soil contamination by heavy metals is present. Everything is summarized in the conclusion of the bachelor thesis.

**Keywords:** pesticides, soil, heavy metals, fruit orchards, accumulation

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Půda</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 Funkce půdy</b> .....	<b>10</b>
<b>3.2 Vlastnosti půdy</b> .....	<b>11</b>
3.2.1 Fyzikální vlastnosti.....	11
3.2.2 Chemické a fyzikálně chemické vlastnosti půdy.....	11
<b>3.3 Interakce mezi půdou a přípravky na ochranu rostlin</b> .....	<b>12</b>
<b>3.4 Kontaminace půdy</b> .....	<b>13</b>
3.4.1 Faktory ovlivňující kontaminaci půdy.....	13
3.4.2 Těžké kovy a polokovy.....	14
3.4.2.1 Arzen .....	14
3.4.2.2 Kadmium .....	15
3.4.2.3 Olovo .....	15
3.4.2.4 Rtuť.....	15
3.4.2.5 Chrom .....	16
3.4.2.6 Měď .....	17
<b>4 Přípravky na ochranu rostlin</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1 Klasifikace přípravků na ochranu rostlin</b> .....	<b>18</b>
4.1.1 Klasifikace založená na způsobu vstupu .....	18
4.1.2 Klasifikace podle způsobu účinku .....	18
4.1.3 Klasifikace podle charakteru účinné látky.....	19
4.1.4 Klasifikace podle chemického složení.....	20
4.1.4.1 Organochlorové látky .....	20
4.1.4.2 Organofosfátové látky .....	20
4.1.4.3 Karbamáty.....	20
4.1.4.4 Pyrethriny a pyrethroidy .....	21
4.1.4.5 Ostatní látky.....	21
<b>4.2 Složení a formulace přípravků na ochranu rostlin</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3 Historie přípravků na ochranu rostlin</b> .....	<b>22</b>
4.3.1 Výroba, dovoz a kontrola přípravků na ochranu rostlin .....	23
4.3.2 Způsoby ochrany rostlin .....	23
4.3.2.1 Mechanická ochrana rostlin.....	23
4.3.2.2 Chemická ochrana rostlin .....	24
4.3.2.3 Biologická ochrana rostlin.....	25

<b>4.4</b>	<b>Vliv přípravků na ochranu rostlin na lidské zdraví .....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>Vyhodnocení výsledků obsahu těžkých kovů v půdě.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1</b>	<b>Metodika zpracování vzorků .....</b>	<b>27</b>
<b>5.2</b>	<b>Vlastnosti řešené lokality .....</b>	<b>28</b>
5.2.1	Bonitovaná půdně ekologická jednotka řešené lokality .....	29
<b>5.3</b>	<b>Výsledky a vyhodnocení laboratorních měření.....</b>	<b>30</b>
5.3.1	Grafy výsledků laboratorních měření .....	31
5.3.1.1	Kadmium.....	31
5.3.1.2	Olovo.....	32
5.3.1.3	Rtuť .....	33
5.3.1.4	Arzen .....	34
5.3.1.5	Chrom.....	35
5.3.1.6	Relativní podíl obsahu rizikových prvků ve vztahu k limitním hodnotám ..	36
<b>5.4</b>	<b>Potenciální kontaminace půdy z hnojiv v řešené lokalitě.....</b>	<b>36</b>
5.4.1.1	Shrnutí.....	42
<b>5.5</b>	<b>Přípravky na ochranu rostlin využívané v řešeném ovocném sadu .....</b>	<b>42</b>
5.5.1	Přípravky na bázi anorganických sloučenin .....	42
5.5.1.1	Měďnaté přípravky.....	42
5.5.1.2	Sírné přípravky.....	46
5.5.2	Přípravky na bázi organických sloučenin .....	47
5.5.2.1	Organochlorové přípravky .....	47
5.5.2.2	Pyrethriny a pyrethroidy.....	50
5.5.2.3	Karbamáty .....	51
5.5.2.4	Organofosfáty.....	53
<b>5.6</b>	<b>Potenciální kontaminace půdy prostřednictvím kapkové závlahy .....</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>57</b>
<b>8</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>I</b>

# 1 Úvod

Základem úspěšného zemědělství je zdravá a úrodná půda, ale i správná ochrana a výživa pěstovaných zemědělských plodin. Má bakalářská práce je zaměřena na monitoring potenciální kontaminace půdy těžkými kovy a polokovy při používání přípravků na ochranu rostlin a hnojiv. Pro tuto práci jsem si vybrala lokalitu, na které se nachází ovocný sad, jehož majitel mi poskytl protokoly o zkoušce půd, které obsahují rozborů půd na vybrané těžké kovy, konkrétně arzen, kadmium, rtuť, olovo a chrom. Tyto protokoly, z období od roku 2006 do roku 2016, měly být porovnány s vlastními laboratorními rozborů půd na těžké kovy, ale toto laboratorní měření nemohlo být v laboratořích České zemědělské univerzity v Praze uskutečněno z důvodu pandemie COVID-19.

V minulém století a již v dávnějších dobách se používaly přípravky na ochranu rostlin na bázi některých těžkých kovů, jelikož byly účinnými ochrannými prostředky proti škodlivým činitelům. Přibližně v druhé polovině 20. století byla většina těchto přípravků nahrazena novými syntetizovanými organickými přípravky, protože měly lepší výsledky, a především byly mnohem snadněji degradovatelné. Ke konci 20. století se mnoho těchto přípravků zařadilo mezi perzistentní organické polutanty a jsou mezinárodně regulovány Stockholmskou úmluvou. Rezidua organických přípravků se stále nachází v půdě, stejně jako těžké kovy, které zde jsou patrně nahromaděny již od dob jejich používání při ochraně rostlin. Otázkou však je, zdali se i dnes těžké kovy nachází v současných přípravcích na ochranu rostlin ve stopovém množství a zdali tyto přípravky jsou tak potenciálními kontaminanty půd těžkými kovy.

Těžké kovy se ve stopovém množství nacházejí v dnes používaných hnojivech a hnojiva jsou tak potenciálním kontaminantem půd těžkými kovy. Podle svého původu se v nich mohou nacházet především kadmium, arzen, rtuť, olovo a chrom. Všechna hnojiva mají stanovené maximální limity obsahu těžkých kovů vyhláškou Ministerstva zemědělství ČR.



## 2 Cíl práce

Cíl této práce je zaměřen na možné potenciální kontaminanty půdy těžkými kovy. Jakým způsobem se mohou těžké kovy dostávat do půd a je-li v současnosti tato kontaminace možná při používání přípravků na ochranu rostlin. V práci je popsáno, jaké těžké kovy byly součástí přípravků na ochranu rostlin v minulosti a jaké těžké kovy jsou součástí přípravků na ochranu rostlin dnes. Jako potenciální kontaminanty půdy těžkými kovy jsou v konečné části popsána hnojiva, která v současnosti obsahují stopové množství těžkých kovů, jež je regulováno příslušnou vyhláškou Ministerstva zemědělství ČR. V poslední řadě je krátce zmapována i možná potenciální kontaminace půdy těžkými kovy při používání kapkové závlahy.

## 3 Půda

Půda je definována jako tenká svrchní vrstva zemské kůry, kterou tvoří organická hmota, minerální částice, voda, vzduch a organismy. Je to také základní složka všech ekosystémů, základ životního prostředí pro člověka a hlavní součást přírodního bohatství (Sáňka 2018).

Půda má různé důležité funkce, mezi které patří akumulace, transport, transformace a filtrování živin, vody a látek. Dále slouží jako zásobárna biodiverzity a uhlíku. Je zdrojem surovin a produkce biomasy. Vytváří kulturní a fyzikální prostředí pro člověka a jeho činnosti a taktéž je archivem geologického a archeologického dědictví (Sáňka 2018).

### 3.1 Funkce půdy

Obecně lze funkce půdy rozdělit na produkční a mimoprodukční.

Produkční funkce má spojitost s jejím využitím v zemědělství a lesnictví. Souvisejícím termínem je úrodnost půdy, která je definována jako schopnost půdy poskytovat vhodné životní podmínky pro rostliny a edafon a je ovlivněna chemickými, fyzikálními, fyzikálně chemickými a biologickými půdními vlastnostmi. Rozlišujeme tři základní typy úrodnosti. Úrodnost potenciální neboli přirozená je daná vývojem půdy, jde o schopnost půdy poskytovat úrodu bez zásahu člověka. Úrodnost efektivní je úrodnost po zásahu člověka například použitím hnojiv. Posledním typem je umělá úrodnost, která je u půd uměle vytvořených člověkem. Důležitým termínem je také produkční schopnost půdy, jež je dána schopností půdy poskytovat výnosy konkrétní plodiny (Pavlů 2018).

Mimoprodukční funkce jsou pro lidstvo důležité, jelikož jejich narušení může mít nedozírné následky. Mezi tyto funkce se řadí schopnost půdy zadržovat, filtrovat a transformovat přítomné látky. Platí pro látky, které se přirozeně vyskytují v přírodě (např. živiny nebo organická hmota), ale i pro antropogenní hnojiva, pesticidy a kontaminanty, kterými mohou být rizikové prvky a organické polutanty. Transformace látek zahrnuje rozkladné a syntetické procesy. Mezi rozkladné procesy náleží dekompozice odumřelé biomasy, uvolnění živin a degradace pesticidů a jiných organických kontaminantů. Do syntetických procesů patří tvorba stabilních humusových látek, která zajišťuje uvolnění uhlíku v půdě. Schopnost půdy zadržet vodu je důležité pro život rostlin a všech půdních organismů. Ekologickou funkcí půdy je vymezení prostoru a podmínek je důležité pro půdní organismy a jejich společenstva spolu se zachováním jejich genetické informace (Pavlů 2018).

Půda je zdrojem surovin například pro stavebnictví, hrnčířství (využití různých typů hlín) nebo lázeňství (využití slatin). Tato funkce je na hranici produkčních a mimoprodukčních funkcí. Jde o produkci materiálu, který může mít kulturní přesah a regionální odlišnosti. S tímto souvisí kulturní funkce půdy, do které je možno řadit záznam historických událostí. Půda dokumentuje vývoj civilizací. S touto funkcí také souvisí sanitární funkce půdy, která je využívána při pohřbívání. Půdní prostředí brání šíření chorob, odumřelá těla jsou v půdním prostředí rozkládána a postupem času se stávají součástí půdy. Poslední zmíněnou funkcí je technickoekonomická funkce, kdy je půda podkladem pro řadu staveb nebo předmětem obchodu (Pavlů 2018).

## 3.2 Vlastnosti půdy

Fyzikální vlastnosti půdy vyplývají ze vzájemných vztahů mezi pevnou, kapalnou (půdní roztok) a plynnou (vzduch v půdě) složkou půdy. Mezi základní patří pórovitost, zrnitost, barva, obsah vody a vzduchu v půdě (Šarapatka 1996).

Do chemických vlastností půd patří chemické složení půd, fyzikálně chemické a chemické procesy. Chemické složky půdy se dělí na minerální a organické látky. Mezi minerální patří horní část litosféry, která podléhá zvětrávání a díky půdotvorným procesům vzniká půda. Půdní organismy neboli edafon tvoří složku organickou. Do chemických základních vlastností půd náleží obsah humusu, půdní reakce a obsah prvků v půdě (Šarapatka 1996).

### 3.2.1 Fyzikální vlastnosti

Fyzikální vlastnosti půdy mají vliv na úrodnost půdy, náchylnost k erozi nebo utužení. Podle těchto vlastností také rozlišujeme půdní druhy a typy (Šarapatka 1996).

Struktura půd je dána velikostí a tvarem půdních částic a volnými prostory, tzv. póry, mezi nimi. Celkový objem, tvar, velikost a rozmístění pórů pak určuje pórovitost půdy. Půdní póry vyplňuje voda či vzduch a jsou tak ovlivněny půdotvorné procesy (Šarapatka 1996).

Půdní zrnitost neboli textura je ovlivňována zastoupením frakcí v půdě, což je soubor půdních částic neboli zrn. Zrna mají různou velikost a tím ovlivňují pevnou minerální složku půdy. Podle zastoupení frakcí v půdě lze rozlišit o jaký půdní druh se jedná (Šarapatka 1996).

Barva půdy je ovlivněna přítomností barvitých součástí. Mezi tyto součásti patří sloučeniny železa, které zbarvují půdu žlutě, hnědě či červeně, dále sloučeniny manganu, které zbarvují půdu hnědočerně až mírně nafialověle, uhličitán vápenatý a kaolinit, kteří půdu zbarvují do běla, šeda či žluta, křemen a jíl, jež půdu zbarvují neurčitým světlým zbarvením a v neposlední řadě humus, který zbarvuje půdu do hněda nebo černa (Šarapatka 1996).

Zásoba vody v půdě je závislá na srážkách a výšce hladiny podzemní vody. Pro zásobu vody v půdě je důležitá vlastnost půdy zadržovat vodu, což závisí na textuře a struktuře půdy. Obsah vody v půdě ovlivňuje růst rostlin (Šarapatka 1996).

Atmosférický vzduch se dostává do půdy, kde může být pozměněno jeho složení (například se zvýší obsah oxidu uhličitého). Míra provzdušnění půdy ovlivňuje některé půdní vlastnosti a některé půdní reakce, jako je mikrobiální rozklad organických zbytků. Na provzdušnění nebo prokypření půdy se podílí i živočichové (např. žížaly (*Lumbricina*)) (Šarapatka 1996).

### 3.2.2 Chemické a fyzikálně chemické vlastnosti půdy

Základní složkou organické hmoty v půdě je uhlík. Vyskytuje se v organické a anorganické formě. Koloběh uhlíku je jeden z nejdůležitějších cyklických jevů na Zemi. Zásoba uhlíku v půdě je nejméně stabilní a mohla by tak ovlivňovat celý uhlíkový cyklus. Obsah humusu v půdě je důležitý parametr, který ovlivňuje úrodnost půdy a funkci půdy v ekosystému. Důležité je také kvalitativní složení humusu, které se u zemědělských půd vyjadřuje poměrem huminových kyselin ku fulvokyselinám (Sánka 2018).

Půdní reakce ovlivňuje rozpustnost sloučenin v půdním roztoku nebo příjem živin rostlinami. U lesních půd má vliv i na biochemické procesy a příjem živin autotrofními organismy. Stanoví se jako pH půdy. Hodnota pH je záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových iontů. Dle půdní reakce jsou půdy děleny na kyselé, neutrální a zásadité (Sáňka 2018).

Sorpční vlastnosti půd vyjadřují schopnost půdy zadržet živiny a ostatní prvky a látky. V půdě nejvíce dochází k procesu sorpce, což je navýšení koncentrace látky, na fázovém rozhraní pevná látka a kapalina. Sorbent je látka, na které dochází k poutání sorbátu, který se na sorbentu kumuluje. Sorpce je termín, jenž zahrnuje několik základních skupin, mezi které patří například adsorpce, kdy je vazba na vnitřním nebo vnějším povrchu sorbentu, absorpce, kdy je vazba uvnitř sorbentu nebo chemisorpce, kdy vazba vznikne chemickou reakcí mezi sorbentem a sorbátem (Sáňka 2018).

Oxidačně-redukční potenciál půdy je faktorem pro posouzení stability různých forem kovů. Má významný vliv na přeměny sloučenin železa, manganu a síry v půdě. Vyjadřuje rozdíl napětí mezi dvěma elektrodami, které jsou umístěny v půdním roztoku. Je udáván v milivoltech (mV) (Sáňka 2018).

Obsahy základních živin jako jsou dusík, fosfor, draslík, hořčík a vápník a obsahy stopových živin jako jsou bor, železo, mangan, měď a zinek jsou jedním z ukazatelů úrodnosti půd. Hlavní živiny jsou stanoveny ve formách přijatelných pro rostliny. Informace o stavu základních živin v půdě na základě agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP) je pro každý hospodařící subjekt na zemědělské půdě zásadní (Sáňka 2018).

### **3.3 Interakce mezi půdou a přípravky na ochranu rostlin**

Perzistence přípravků na ochranu rostlin v půdě souvisí s jejich chemickou strukturou, která určuje jejich odolnost vůči degradačním procesům. Existuje mnoho faktorů majících vliv na chování pesticidů v půdě (Cycoň 2006).

Důležitým faktorem je rozpustnost pesticidů. Polární látky jsou rozpustnější ve vodě než látky nepolární a díky tomu se odbourávají mnohem rychleji. Pesticidy, které obsahují aktivní atomy chloru snadno podléhají nukleofilní substituci, ku příkladu hydrolyze. Přípravky na ochranu rostlin, které mají vysoké oxidační číslo jsou odolné vůči oxidačním procesům a nejsou tak vhodným zdrojem energie pro aerobní mikroorganismy. Na druhou stranu se snadno rozkládají v anaerobních podmínkách, což je charakteristické pro chlorované uhlovodíkové insekticidy. Sloučeniny s vysokým redukčním číslem snadno procházejí transformacemi v aerobních podmínkách (Cycoň 2006).

Dalším důležitým faktorem, jež má vliv na transformaci přípravků na ochranu rostlin v půdě, je teplota. Rychlost degradace pesticidů se většinou zvyšuje s teplotou. Důvodem je nižší adsorpce pesticidů na různé půdní částice a zvýšení aktivity půdních mikroorganismů schopných degradovat tyto látky (Cycoň 2006).

Důležitým faktorem je i vlhkost půdy. Nízký obsah vody v půdě snižuje aktivitu mikroorganismů a tím se snižuje i rychlost transformačních procesů pesticidů (Cycoň 2006).

Na transformaci pesticidů v půdě má vliv také půdní reakce. Vyšší hodnota pH zvyšuje rychlost chemických procesů, zatímco nižší hodnota pH zvyšuje odolnost pesticidů proti

degradaci a aktivita mikroorganismů, jež se podílejí na degradaci pesticidů, je omezená (Cycoń 2006).

Adsorpce je nejspíše nejdůležitější interakce mezi půdou a přípravky na ochranu rostlin. Řídí jejich koncentraci v půdní kapalné fázi. Rozsah adsorpce závisí na vlastnostech půdy a sloučenin, které mají určitou velikost, tvar, konfiguraci, molekulární strukturu, chemické funkce, rozpustnost, polaritu a acidobazickou povahu. Adsorpční procesy jsou fyzikální jako jsou například van der Waalsovy síly, což jsou přitažlivé a odpuzivé interakce mezi molekulami, nebo chemické, což jsou například elektrostatické interakce. Chemické reakce mezi nezměněnými přípravky na ochranu rostlin nebo jejich metabolity vedou k vytvoření stabilních chemických vazeb, které mají za následek zvýšení perzistence reziduí v půdě. Huminové látky s četnými funkčními skupinami obsahujícími kyslík a hydroxyl tvoří H vazby s doplňkovými skupinami na molekulách pesticidů. Tyto vazby jsou důležité pro adsorpci u neiontových polárních pesticidů. Tvorba těchto vazeb bývá zprostředkována chemickými, fotochemickými nebo enzymatickými katalyzátory, které vedou ke stabilnímu a nevratnému zabudování do půdy. Látky, u nichž je vysoká pravděpodobnost, že se takto navážou na huminovou půdní hmotu mají podobné funkce jako složky humusu. Bylo zjištěno, že podíl v rozmezí 20 % - 70 % pesticidů nebo produktů jeho degradace může zůstat v půdě jako perzistentní reziduum vázané na půdní koloidy. V tomto stavu je obtížné tyto sloučeniny extrahovat, charakterizovat a snižovat jejich biologickou aktivitu. Sorpce přípravků na ochranu rostlin v půdě snižuje jejich mobilitu a rozsah redukce závisí na fyzikálních a chemických vlastnostech půdy a na molekulárních charakteristikách pesticidů. Sorbované pesticidy mají tendenci být méně rozložitelné, protože jsou méně přístupné degradačnímu působení UV záření a mikroorganismům (Cycoń 2006).

### **3.4 Kontaminace půdy**

Kontaminace půdy pesticidy je závislá na interakci mezi fyzikálně-chemickými vlastnostmi pesticidů (např. rozpustnost či stabilita), adsorpcí půdy, půdními faktory (např. hodnota pH či množství organických a anorganických složek), druhy rostlin a také mezi klimatickými změnami. Zohledněny by měly být i povětrnostní podmínky a dávkování a toxicita daného pesticidu (Singh 2018).

Ke kontaminaci dochází ve chvíli, kdy aplikovaná dávka pesticidu či hnojiva překročí limitní hodnotu, která je legislativně stanovena. Některé stabilní látky, které jsou obsaženy v pesticidech a hnojivech, přetrvávají v půdě i několik desetiletí a mohou tak snižovat nebo negativně ovlivňovat populaci půdních mikroorganismů. Taktéž mohou mít negativní účinky na fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy a tím se může snížit její produktivita (Singh 2018).

#### **3.4.1 Faktory ovlivňující kontaminaci půdy**

Jedním z faktorů, které ovlivňují kontaminaci půdy je vyšší množství organické hmoty v půdě. Pesticidy, které se vážou na organickou hmotu v půdě bývají méně mobilní, biologicky dostupné a perzistentní, jelikož jsou méně dostupné pro mikrobiální degradaci. (Singh 2018)

Dalším faktorem je používání hnojiv. Hnojiva kontaminují půdu nečistotami, jež pocházejí ze surovin, které byly použity pro jejich výrobu. Například při výrobě superfosfátu

z fosfátového minerálu obsahujícího stopové prvky, jako je arsen, olovo a kadmium. Tyto těžké kovy nejsou rozložitelné a akumulují se v půdě. Při nadměrném používání takto znečištěných fosforečných hnojiv by se tyto prvky mohly ve vyšších koncentracích hromadit v rostlinách (Singh 2018).

Posledním faktorem může být nevhodné používání pesticidů, což může ovlivňovat úrodnost půdy. Některé pesticidy jsou stabilní a jejich biologický rozklad trvá týdny či měsíce. Mezi ně například patří DDT (dichlordifenyltrichlorethan), Aldrin, Dieldrin, BHC ( $\beta$ -hexachlorcyklohexan), TCDD (2,3,7,8-tetrachlordibenzo-p-dioxin) a jiné. Rezidua takovýchto pesticidů jsou adsorbována půdními částicemi. Příkladem nevhodného použití pesticidů může být herbicid zvaný Agent Orange, který byl využit ve vietnamské válce. TCDD je dioxin, který vznikl jako vedlejší látka při výrobě tohoto herbicidu. Je silně toxický a může způsobovat rakovinu, různá kožní onemocnění či neplodnost. Pro tyto negativní účinky byla jejich výroba i aplikace ukončena a zakázána (Singh 2018).

### 3.4.2 Těžké kovy a polokovy

Ke kontaminaci zemědělských půd dochází aplikací průmyslových hnojiv na bázi fosfátů. Z těchto hnojiv se do půdy dostává nejvíce kadmium a olovo. Dále jsou zemědělské půdy kontaminovány používáním přípravků na ochranu rostlin, konkrétně herbicidů, fungicidů a insekticidů. Některé přípravky na ochranu rostlin obsahují nadměrné množství těžkých kovů jako je olovo, arsen, měď, kadmium či rtuť (Kafka 2002).

Potenciál kontaminace závisí na dávce a četnosti aplikace a na schopnosti dřevin akumulovat tyto látky v ovoci a dřevu odstraněném ze sadů (Brunetto 2017).

Ionty těžkých kovů se do těl organismů dostávají skrz kůži, dýchací ústrojí, a především trávicím traktem. Tělo organismu tyto ionty vstřebá a tím pronikají do krve. Těžké kovy mají pro organismy toxické účinky a mohou tak způsobovat například zažívací potíže, poškození orgánů jako jsou játra, ledviny či mozek, dále působí různé dermatitidy nebo také mohou započít rakovinotvorné procesy (Kafka 2002).

#### 3.4.2.1 Arzen

Arzen je polokov, který se v malém množství vyskytuje v rudách stříbra, mědi a olova. Je toxický, stejně jako jeho sloučeniny, které mají i kumulativní schopnost. Akumulují se v ledvinách, játrech, kůži, vlasech či nehtech organismů, mohou zasáhnout nervovou soustavu či prostoupit placentou a poškodit plod. Arzen je ekotoxický, takže může způsobovat snížení úrodnosti kulturních rostlin vlivem kumulace arzenu v půdách ošetřovaných přípravky na ochranu rostlin na bázi arzenu. V současnosti se v zemědělství vyskytuje v hnojivech ve stopovém množství (Kafka 2002).

V první polovině 20. století byly přípravky na bázi arzenu hojně využívány. Patřily mezi ně fungicidy a insekticidy. Využívané byly pro své rychlé účinky, přilnavost k povrchu listu, dostupnost, nízkou cenu a odolnost vůči nepříznivým podmínkám prostředí. Kolem roku 1935 byly zpozorovány první známky odolnosti škůdců vůči používaným látkám. Tento problém byl řešen zvýšením aplikačních dávek a do programu na ochranu rostlin byla zahrnuta další opatření jako například používání DDT. Ve druhé polovině 20. století se popularita arzenových přípravků na ochranu rostlin snížila kvůli zvýšení odolnosti škůdců, zvýšení aplikačních dávek

a vstupu nových přípravků na bázi organických sloučenin na trh. V některých zemích, zejména v Americe, kde byly arzenové přípravky na ochranu rostlin hojně používány se do dnes pozoruje vyšší obsah arzenu v zemědělských půdách i povrchových vodách. (Anonym, 2018)

Jako insekticidy proti obaleči jablečnému (*Cydia pomonella*) se na našem území dříve používaly přípravky na ochranu rostlin, které obsahovaly sloučeniny arzenu. Tyto přípravky byly založené na arseničnanu vápenatém nebo na arseničnanu olovnatém. Obvykle se kombinovali se sirnými přípravky nebo se střídali či kombinovali s emulzemi DDT (Smolák 1954).

#### 3.4.2.2 Kadmium

Kadmium je měkký kov se stříbrným leskem. Je odolný vůči korozi. Kadmium je v jistých ohledech podobné zinku, avšak je vysoce toxické. Vzhledem k této podobnosti může kadmium nahradit zinek a změnit či inaktivovat některé enzymy v organismech. Může poškodit ledviny, vyvolat rakovinu plic, zničit červené krvinky či působit křehnutí kostí díky jeho akumulaci v těle organismu. V půdě jej nalezneme jako stopový prvek. V kontaminovaných půdách se jeho stopové množství rapidně zvyšuje. V zemědělství se vyskytuje ve fosfátových hnojivech (Kafka 2002).

#### 3.4.2.3 Olovo

Olovo je jeden z nejdéle známých a hojně využívaných těžkých kovů. Je toxický a má kumulativní schopnost. Nejvíce se kumuluje v kostech a narušuje tak syntézu hemoglobinu. Může poškozovat důležité orgány jako jsou játra nebo ledviny. Olovnaté ionty jsou karcinogenní. Některé druhy rostlin jsou schopné přijmout i vysoké koncentrace olova, aniž by to poškodilo jejich růst a vývoj. V zemědělství se ve stopovém množství vyskytuje v hnojivech (Kafka 2002).

#### 3.4.2.4 Rtuť

Rtuť je tmavá kapalina s toxickými vlastnostmi. Toxicita u různých forem rtuti se liší. Jednou z vlastností rtuti je afinita k síře, rtuť se tak váže na enzymy a bílkoviny, které obsahují síru či její sloučeniny a ovlivňuje jejich funkčnost. Taktéž se váže na hemoglobin a poškozuje krevní buňky. Rtuť v elementární podobě je nejméně toxická forma, jelikož je následně po požití vyloučena bez jakýchkoliv dopadů na organismus. Nejtoxičtější a nejnebezpečnější forma rtuti je methylртуť, která vzniká působením methanogenních bakterií v anaerobním prostředí. V ekosystému ji nalezneme převážně ve vodním prostředí. Ryby mají schopnost methylртуť hromadit ve svých tkáních. Tímto způsobem se rtuť dostává do potravního řetězce, který vede až k člověku. V půdách se rtuť váže s organickými složkami (Kafka 2002).

V minulosti byl výskyt rtuti nejčastější v podobě mořidel. Ta sloužila k ochraně sadby kulturních rostlin a osiva před houbovými a bakteriálními chorobami. Mezi mořidla patří i insekticidy, které chrání osivo před škůdci. Mořidla lze dělit dle použití na prášková a kapalná nebo dle chemického složení na organická a anorganická. Tyto skupiny se dříve dále dělily na mořidla, která obsahují sloučeniny se rtutí či bez rtuti. (Stehlík 1972) V současnosti se rtuťnaté přípravky již nesmí používat.

Mezi anorganické látky, které obsahují rtuť patří chlorid rtuťnatý (sublimát), což bylo jedno z nejstarších rtuťnatých mořidel a chlorid rtuťný (kalomel) (Stehlík 1972).

Organické sloučeniny rtuti měly skvělé fungicidní a baktericidní účinky. Nejvíce se tyto sloučeniny užívaly pro moření osiva obilnin. Byly účinné proti mazlavé sněti pšeničné, fuzarióze žita, pruhovitosti ječmene a prašné sněti ovesné. Tato mořidla nebyla moc vhodná pro moření osiva řepy, zelenin a okrasných rostlin. Dále se tato rtuťnatá mořidla využívala k půdní dezinfekci, převážně v zahradnictví proti padání klíčnicích rostlin. Pro zvýšení fungicidní účinnosti se mořidla kombinovala s některými dalšími fungicidy či insekticidy (např. lindan či aldrin) (Stehlík 1972).

Organické sloučeniny rtuti lze dělit na alifatické a aromatické. Alifatické sloučeniny měly vysokou tenzi par a byly tak vhodné k moření obilí s pluchami u ovesa a prosa. Taktéž se byly vhodné pro půdní dezinfekci. Nejvýznamnějším alifatickým mořidlem byl methyl-Hg-dikyanid (Panogen). Jednalo se o kapalné mořidlo, které se užívalo k nízkoobjemovému moření (100 – 300 ml/100 kg osiva) ve speciálních mořících strojích. Používalo se i v kombinaci s insekticidy. Obsah rtuti byl 0,8 %. Aromatické sloučeniny rtuti měly ve srovnání s alifatickými sloučeninami rtuti nižší fytoxicitu. Byly také méně těžké než alifatické sloučeniny. Nejstarší aromatická mořidla byli tzv. merkurované fenoly. Patřila tam dvě mokrá mořidla, a to hydroxyfenyl-Hg-chlorid (Uspulun) a p-kresyl-Hg-kyanid (Germisan). Dalším významným aromatickým mořidlem bylo české suché mořidlo Agronal, jehož účinnou látkou byl fenyl-Hg-chlorid. Agronal se kombinoval s hexachlorbenzenem (HCB) a v této kombinaci vytvářeli spolehlivou ochranu osiva pšenice proti sněti mazlavé (Stehlík 1972). Používání Agronalu bylo v roce 1990 ukončeno a zakázáno (Dumalášová 2007).

#### 3.4.2.5 Chrom

Chrom je světlý, lesklý, tvrdý a křehký kov, který se přirozeně vyskytuje v přírodě. Vzhledem ke svým vlastnostem má široké využití v průmyslu. V živých organismech se nachází ve stopovém množství a je významným esenciálním prvkem ve formě chromitého kationtu  $\text{Cr}^{3+}$ . Naopak šestimocný chrom je silně toxická látka. Jeho sloučeniny jsou karcinogeny, které mohou vést k rakovině plic a některé mohou mít mutagenní účinky, mohou poškozovat játra a ledviny a způsobovat vnitřní krvácení. Také mohou být příčinou alergických reakcí s projevy závažných dermatitid (Kafka 2002).

Šestimocný chrom je jedním z nejvýznamnějších kontaminantů životního prostředí, zejména atmosféry, ale i hydrosféry a pedosféry. Šestimocný kationt  $\text{Cr}^{6+}$  je v životním prostředí mobilní, zvláště v půdních vodách. Některými organickými látkami, které mají redukční účinky, je možné jej detoxikovat na  $\text{Cr}^{3+}$ . Pro většinu rostlin je šestimocný chrom toxický a při vysokém obsahu chromu v půdě klesá její úrodnost. Příznivou okolností je fakt, že se chrom většinou neakumuluje v potravních řetězcích. Některé rostliny jsou schopné přijmout určitou koncentraci chromu z půdy a zadržet ji v kořenovém systému. Chrom do dalších pletiv tvořících nadzemní části nepřechází. V zemědělství se ve stopovém množství vyskytuje v hnojivech (Kafka 2002).



### 3.4.2.6 Měď

Měď se řadí mezi esenciální prvky a v přírodě se nejvíce nachází ve formě rud, ale v některých případech ji lze najít ve formě ryzí. Je důležitá pro chod některých enzymů v organismu. Ovšem nadměrné množství mědi v organismu může vést k závažným zdravotním problémům. Měď se nejčastěji akumuluje v kostní dřeni a játrech, které tak mohou být poškozeny. Pro rostliny je mírně toxická a v zemědělství se využívá jako fungicid, jelikož je značně toxická pro některé typy plísní, bakterií a nižších hub. Síran měďnatý, známý jako modrá skalice byl hojně využívaným měďnatým přípravkem (Kafka 2002).

První registrace měďnatého pesticidu, konkrétně síranu měďnatého, byla vydána v roce 1956. V současnosti jsou přípravky na ochranu rostlin na bázi mědi distribuovány jako vodné roztoky, prášky, tekuté látky, koncentráty nebo granule. Dále existují dvě široké kategorie výrobků na bázi mědi. Jedná se o látky rozpustné ve vodě jako například síran měďnatý a látky ve vodě nerozpustné jako jsou například oxychloridy a hydroxidy. Látky ve vodě rozpustné mají kratší životnost než látky nerozpustné ve vodě, ty totiž uvolňují aktivní ionty mědi po určitou dobu a jsou relativně stabilní. Za uživatelsky nejvíce přívětivou a pokročilou formulaci měďnatých pesticidů se považují koncentrované ve vodě dispergovatelné granule (Husak 2015).

Bakterie, houby a měkkýši jsou ve srovnání s rostlinami a obratlovci na měď nejcitlivější. Mezi běžné aplikace patří například hubení hub v rostlinách, kontrola řas v bazénech, rybnících a jezerech nebo eliminace hniloby a plísní na dřevě, střeše a jiných venkovních površích (Husak 2015).

Riziko kontaminace půdy a vody mědí přimělo Evropskou unii k omezení míry aplikace mědi. Podle nařízení komise (EU) 2018/1981 je povoleno aplikovat maximální množství mědi ročně ve výši 4 kg/ha (Brunetto 2017).

V rostlinách se nachází nejvíce mědi v zárodcích. Měď také stabilizuje chlorofyl, má význam při metabolismu cukrů a bílkovin a zvyšuje intenzitu dýchání rostlin. V určitém malém množství je pro růst a vývoj rostlin nezbytná. Zvyšuje i odolnost vůči houbovým chorobám a mrazu. Při jejím nedostatku obilí nevymetá, listy blednou a odumírají a semeno je slabé (Stehlík 1972).

## **4 Přípravky na ochranu rostlin**

Přípravky na ochranu rostlin neboli pesticidy jsou látky či směs látek, které jsou určeny k prevenci, likvidaci či odpuzování škodlivých činitelů. Mezi tyto škodlivé činitele patří například hmyz, různé rostlinné patogeny, plevel nebo savci. Pesticidy jsou většinou toxické pro necílové organismy, včetně člověka. Proto je nutno dodržovat pravidla aplikace i jejich likvidace (Yadav 2017).

### **4.1 Klasifikace přípravků na ochranu rostlin**

Přípravky na ochranu rostlin mají různé odlišné vlastnosti, a proto se na základě těchto vlastností klasifikují do příslušných skupin. Nejvíce se používají tyto: klasifikace založená na způsobu vstupu pesticidu, klasifikace podle způsobu účinku na určitý typ nežádoucích organismů, klasifikace dle charakteru účinné látky a klasifikace podle chemického složení (Yadav 2017).

#### **4.1.1 Klasifikace založená na způsobu vstupu**

Systemické pesticidy působí jak na povrchu rostlin, tak pronikají i do buněk a jsou tak rozváděny do dalších částí rostliny. Systémové herbicidy se dokážou dostat do neošetřených oblastí listů, stonků nebo kořenů a jsou tak schopné ničit plevele i s částečným postřikem. Výměna pesticidů v rostlinných tkáních může být jednosměrná či vícesměrná. Nejčastěji se tyto látky pohybují od kořenů k vrcholům a jen ve výjimečných případech je tomu naopak. Také existují lokálně systemické pesticidy, které se pohybují na krátkou vzdálenost od místa aplikace (Yadav 2017).

Kontaktní pesticidy působí pouze na povrchu rostlin a aby byli účinné, musí se se škůdci dostat do fyzického kontaktu. Následně pesticid vstoupí do jejich těla skrz epidermis a způsobí smrt otravou (Yadav 2017).

Žaludeční, otravné nebo také požerové přípravky na ochranu rostlin způsobují smrt otravou. Do těla škůdce vstupují skrz trávicí trakt a poté se absorbují do jeho dalších částí (Yadav 2017).

Fumiganty jsou typ pesticidů, které na škodlivé činitele působí produkcí par. Jedná se tedy o respirační přípravky. Při aplikaci těchto látek se tvoří jedovaté páry, které vstupují do těl škůdců skrz dýchací ústrojí, čímž je udusí. Některé tyto látky jsou kapaliny, které jsou baleny pod vysokým tlakem a při jejich uvolňování se mění na plyny. Také se používají těkavé kapaliny, které nejsou baleny pod vysokým tlakem. Fumiganty se nejvíce používají k hubení skladových škůdců a také jsou užitečné při hubení škůdců v půdě (Yadav 2017).

Repelenty škodlivé činitele nezabíjejí, nýbrž odpuzují. Taktéž narušují schopnost škůdce lokalizovat danou rostlinu. Existují repelenty proti hmyzu, ale i proti ptákům a savcům (Yadav 2017).

#### **4.1.2 Klasifikace podle způsobu účinku**

Dle této metody jsou přípravky na ochranu rostlin klasifikovány na základě cílového organismu. Například jedná-li se o hmyz, plevel či houby. Z toho také vychází názvy

jednotlivých skupin, které se skládají z latinského názvu daného škodlivého činitele a z latinského slova *cide*, které znamená zabít či zabiják. Také existují druhy pesticidů, které regulují i více než jednu třídu škodlivých činitelů. Mezi tyto druhy patří například Aldicarb, který se hojně využívá na Floridě při produkci citrusů. Aldicarb může být považován za akaricid, insekticid či nematocid, jelikož dokáže regulovat roztoče, hmyz, ale i hlístice (Yadav 2017).

Tabulka č. 1: Přehled klasifikace pesticidů dle způsobu účinku (zdroj: Yadav 2017)

Druh pesticidu	Poddruh pesticidu	Cílový organismus
Herbicidy	-	Nežádoucí rostliny (např. plevel, invazivní druhy)
Fungicidy	-	Houbové choroby (včetně plísní a rzí)
Zoocidy	Insekticidy	Hmyz a jiní členovci (např. mšice, roztoči, aj.)
	Rodenticidy	Hlodavci
	Nematocidy	Parazitické hlístice
	Moluskocidy	Měkkýši
	Avicidy	Ptáci
Algicidy	-	Řasy
Antimikrobiální pesticidy	Baktericidy	Bakterie
	Virucidy	Viry

Fungicidy likvidují houbové choroby včetně plísní a rzí. Existují kontaktní formy, které působí v místě aplikace a pak také systémové formy, které proniknou do rostliny a ta je dále rozvádí vodivými cestami směrem k vegetačnímu vrcholu či směrem ke kořenům (Fridrichovská 2010).

Insekticidy jsou největší skupinou zoocidů v ohledu na objem a sortiment. Insekticidy hubí hmyz a jiné členovce. Dělí se na akaricidy, které jsou proti roztočům, dále ovicidy, které likvidují vajíčka škůdců a larvicidy, jež hubí larvy a housenky škodlivých činitelů (Fridrichovská 2010).

Herbicidy jsou proti nežádoucím rostlinám jako je plevel či invazivní druhy. Dělí se na selektivní, které působí jen na určité druhy (Aracde) a totální, které likvidují veškerou rostlinnou vegetaci bez ohledu na druh (Roundup) (Fridrichovská 2010).

#### 4.1.3 Klasifikace podle charakteru účinné látky

Chemické či syntetické přípravky na ochranu rostlin obsahují chemické účinné látky, jejich směsi nebo další přídavné látky či přípravky (Fridrichovská 2010).

Biologické přípravky jsou mikrobiální, které jsou na bázi průmyslově vyráběných mikroorganismů a virů (Contans) nebo jde o bioagens přípravky, což jsou makroorganismy s obsahem živých organismů (bejlomorka (*Aphidoletes aphidimyza*)). Mohou to být například parazité, parazitoidé nebo predátoři (Fridrichovská 2010).

#### 4.1.4 Klasifikace podle chemického složení

Tento druh klasifikace poskytuje vodítko o účinnosti, fyzikálních a chemických vlastnostech přípravků na ochranu rostlin. Informace ohledně chemických a fyzikálních vlastnostech přípravků jsou důležité při určování způsobu a míry aplikace, preventivních opatření, která se musí dodržovat během aplikace. Rozlišujeme několik skupin, mezi které například patří organochlorové látky, organofosforové látky, karbamáty, pyrethriny a pyrethroidy, bioracionální insekticidy, fenoxykyseliny, amidy a sulfonylmočoviny (Yadav 2017).

##### 4.1.4.1 Organochlorové látky

Organochlorové látky, známé také jako chlorované uhlovodíky, jsou organické sloučeniny spojené s pěti nebo více atomy chloru. Byla to jedna z prvních skupin pesticidů, které byly syntetizovány a použity v zemědělství a ve veřejném zdraví. Většina z nich byla používána jako insekticidy pro hubení širokého spektra hmyzu. Tyto insekticidy narušují nervový systém hmyzu, což vede ke křečím a paralýze následované smrtí. Například se jedná o DDT (dichlordifenylichlorethan), lindan, aldrin, dieldrin nebo chlordan (Yadav 2017). Nejznámější charakteristikou organochlorových pesticidů je jejich perzistence v životním prostředí. Samotná perzistence je založena na poločasu rozpadu v prostředí a v organismu. Hodnoty poločasů se pohybují v rámci měsíců až let. Organochlorové látky mohou v prostředí přebývat po celá desetiletí, možná i staletí. Doba přetrvání v prostředí těchto látek je ovlivňována některými fyzikálními faktory jako například teplota, světlo, pH nebo vlhkost. Některé mikroorganismy jsou schopné rozkládat organochlorové látky jak v životním prostředí, tak i v živém organismu. Rychlost ztráty reziduí může ovlivnit hibernace, reprodukční aktivita či jiné faktory. Poločas a celková perzistence se tak mezi sloučeninami velmi liší (Hoffman 2003).

##### 4.1.4.2 Organofosfátové látky

Organofosfátové látky se považují za širokospektrální přípravky na ochranu rostlin, jelikož regulují širokou škálu škodlivých činitelů. Jedná se o deriváty kyseliny fosforečné. Jedná se žaludeční jedy, kontaktní jedy a fumigantní jedy vedoucí k nervovým jedům. Tyto látky jsou biologicky odbouratelné, způsobují minimální znečištění životního prostředí a škůdci na ně získávají rezistenci velmi pomalu. Organofosforové insekticidy způsobují paralýzu a následně smrt. Mezi ně patří například parathion, malathion a diazon (Yadav 2017).

##### 4.1.4.3 Karbamáty

Karbamáty se strukturou podobají organofosfátům, ale liší se ve svém původu, jelikož se jedná o estery kyseliny karbamové. Karbamátové přípravky na ochranu rostlin ovlivňují přenos nervových signálů, a to vede k usmrcení škodlivého činitele otravou. Někdy se tyto látky používají jako žaludeční a kontaktní jedy nebo jako fumigant. V životním prostředí mohou být snadno degradovány s minimálním znečištěním. Patří sem například pirimicarb nebo fenoxycarb (Yadav 2017).

#### 4.1.4.4 Pyrethriny a pyrethroidy

Pyrethroidy jsou syntetické organické pesticidy, které lze syntetizovat duplikováním struktury přírodních pyrethrinů. Jsou relativně více stabilní s delšími reziduálními účinky než přírodní pyrethriny. Hlavními aktivními složkami jsou pyrethrin I a pyrethrin II. Syntetické pyrethroidy jsou vysoce toxické pro ryby a hmyz a mírně toxické pro savce a ptáky. Většina těchto syntetických insekticidů není perzistentní. Jsou považované za jedny z nejvíce bezpečných insekticidů pro použití v potravinách. Jde například o cyhalothrin nebo deltamethrin (Yadav 2017). Pyrethroidové insekticidy mají kontaktní a požerové účinky vůči žravému a savému hmyzu. U těchto přípravků by mohlo dojít k rezistenci, a proto je doporučeno je střídat či kombinovat s přípravky, které mají jiný mechanismus účinnosti (Fridrichovská 2010).

#### 4.1.4.5 Ostatní látky

Bioracionální insekticidy jsou na bázi synteticky získaných analogů přirozených látek hmyzu, které narušují hormonální činnost a negativně ovlivňují chování hmyzu (Fridrichovská 2010).

Fenoxykyseliny se řadí mezi herbicidy, které účinkují na dvouděložné plevele a působí na bázi stimulátorů růstu, což se projevuje deformací stonku a listu. Patří sem například Aminex nebo Agritox (Fridrichovská 2010).

Amidy jsou herbicidy, které se používají před setím nebo před vzejitím (preemergentně) plodiny. Patří sem například Promix DMA (Fridrichovská 2010).

Mezi selektivní herbicidy s širokým spektrem účinnosti patří sulfonylmočoviny. Aplikují se před vzejitím nebo časně po vzejití plodiny v malých aplikačních dávkách. Jsou to například Logran 20 WG nebo Lintur 70 WG (Fridrichovská 2010).

## 4.2 Složení a formulace přípravků na ochranu rostlin

Přípravky na ochranu rostlin se zpravidla skládají z účinné látky, synergentu, safanery, formulační přísady a adjuvantu (Fridrichovská 2010).

Účinné látky jsou chemické prvky nebo jejich sloučeniny včetně mikroorganismů, kteří mají obecný nebo specifický účinek proti škodlivým organismům, nebo na rostliny, části rostlin či rostlinné produkty (Fridrichovská 2010).

Synergenty jsou látky nebo přípravky, které podporují činnost účinné látky u přípravků na ochranu rostlin (Fridrichovská 2010).

Safanery jsou látky nebo přípravky, které se přidávají do přípravků na ochranu rostlin s cílem potlačit nebo snížit jejich fytotoxické účinky na některé rostliny (Fridrichovská 2010).

Ke zpracování směsi účinné látky a přídatných složek slouží formulační přísady, které přípravek formulují do finální úpravy obchodního přípravku (Fridrichovská 2010).

Adjuvanty zlepšují vlastnosti a účinnost aplikovaného přípravku, ale tvoří samostatnou skupinu z hlediska kritéria jejich úředního schvalování (Fridrichovská 2010).

Nejvíce používanými formulacemi přípravků na ochranu rostlin jsou emulgovatelné koncentráty, smáčitelné prášky, rozpustné koncentráty, suspenzní koncentráty a ve vodě dispergovatelné granule (Fridrichovská 2010).

Emulgovatelné koncentráty (EC) obsahují 30 – 60 % ve vodě nerozpustných účinných látek a 5 – 10 % emulgátoru, který zajišťuje mísitelnost s vodou. Zbytek tvoří organická rozpouštědla. Emulgovatelné koncentráty vytváří stabilní emulzi po smíchání s vodou. Jejich nevýhodou je hořlavost, obsah organických rozpouštědel a dráždivost pokožky a očí (Fridrichovská 2010).

Smáčitelné prášky (WP, DP) jsou formulovány jako směs suché a velmi jemně mleté účinné látky, která je nerozpustná ve vodě, s interním nosičem (např. kaolin) a se smáčedlem nebo s dispergátorem. Po rozmíchání ve vodě tvoří stabilní suspenze. Výhodou je nízká hořlavost. Nevýhodou je vysoká prašnost při manipulaci a nižší obsah účinné látky (Fridrichovská 2010).

Rozpustné koncentráty (SL) obsahují účinnou látku, která je snadno rozpustná ve vodě nebo jiných případných a vhodných rozpouštědlech. Výhodami jsou vysoký obsah účinné látky, nepřítomnost organických rozpouštědel a nehořlavost. Nevýhodné jsou zvýšené nároky na podmínky skladování, jelikož zde hrozí nebezpečí přemrznutí. Tato formulace je vhodná jen pro určité omezené množství účinných látek (Fridrichovská 2010).

Suspenní koncentráty (SC) obsahují 50 – 80 % účinné látky na interním nosiči (např. kaolin) ve formě malých částic. Účinná látka nesmí být rozpustná ve vodě. Tyto formulace mají konzistenci pastovitou nebo krémovou a po zředění vodou vytváří stabilní suspenze. Výhodou je nehořlavost a snadné dávkování. Nevýhodou je náročná výrobní receptura (Fridrichovská 2010).

Ve vodě dispergovatelné granule (WG) jsou tvořeny granulemi, které obsahují 70 – 80 % účinné látky, jež je rozpustná či nerozpustná ve vodě, dále obsahují smáčedlo, dispergátor a interní plnidlo. Tyto mikrogranule se po přidání do vody smočí a rozpádnou a vznikne tak stálá disperze. Výhodou je nehořlavost, malá prašnost a vysoká koncentrace účinné látky. Nevýhodou je náročná výrobní receptura (Fridrichovská 2010).

### 4.3 Historie přípravků na ochranu rostlin

Jedna z prvních doložených zmínek o aplikaci pesticidů byla již před 4500 lety v Mezopotámii. Jednalo se o elementární sírový prach. I v Rgvédě existuje odkaz na využití škodlivých rostlin pro hubení škůdců. V 15. století našeho letopočtu byly zavedeny do polních plodin jedovaté látky, které hubily škodlivé činitele. Jednalo se například o rtuť, arzen nebo olovo. V Číně byl arzen také používán jako repelent proti hmyzu. V 17. století byl jako insekticid použit nikotin sulfát vytažený z tabákových listů. Na konci 19. století se ve Spojených státech rozšířil tzv. bramborový brouk, dnes známý jako mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*), její šíření bylo kontrolováno a redukováno nečistou formou arsenidu mědi. V průběhu 19. století byly představeny dva nové pesticidy, a to pyrethrin a rotenon. Obě tyto látky pocházely z chryzantémy (*Chrysanthemum*) a kořenů tropické zeleniny. V první polovině 20. století se nejvíce používaly pesticidy na bázi arzenu (Kumar 2019).

Od roku 1948 byla v Československé republice ochrana rostlin přebudována, a to jak její vědecké základy, tak její provádění a kontrola. Výzkumná práce byla oddělena od kontroly a pracovalo se dle jednotného státního plánu. V praxi byla ochrana rostlin postavena na kolektivní základně. Zemědělci ve spolupráci se státními orgány vedli proti chorobám a škůdcům organizovaný boj v podobě velkých státních akcí, které byly organizovány na celém území ČSR

či jen v některých oblastech. Čelilo se například proti škůdcům a chorobám cukrové řepy, mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*), rakovině brambor, kterou způsobuje rakovinec bramborový (*Synchytrium endobioticum*), přástevníku americkému (*Hyphantria cunea*) a proti škodlivým činitelům chmele, révy vinné a lnu. Potřebné přípravky či prostředky pro tyto akce poskytoval stát zdarma nebo za zlevněnou cenu. Při boji proti polním škůdcům jako byla například mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*) se užívalo letadel (Smolák 1954).

Pro tyto boje byly mezi státy, zejména sousedícími, uzavírány mezistátní dohody o ochraně rostlin. To znamenalo, že si účastníci těchto smluv poskytovali vzájemnou pomoc a na konferencích projednávali směrnice pro společný boj proti škodlivým činitelům. ČSR uzavřelo dohodu s SSSR a s lidově demokratickými zeměmi jako bylo například Polsko, Maďarsko, Bulharsko či NDR (Smolák 1954).

#### **4.3.1 Výroba, dovoz a kontrola přípravků na ochranu rostlin**

Chemické přípravky se v ČSR vyráběly dle předem stanoveného plánu. Bylo dbáno na to, aby jakost, účinnost, trvanlivost, skladovatelnost či jiné vlastnosti byly co nejlepší. Přípravky na ochranu rostlin musely mít potřebné chemické (např. předepsaný obsah účinné látky) a fyzikální vlastnosti (např. rozpustnost nebo dobrá emulzivnost). Chemický průmysl měl vlastní výzkumné a biologické laboratoře, kde byla sledována účinnost vyráběných přípravků a zkoušely se zde i přípravky nové. Výzkum přípravků na ochranu rostlin byl prováděn farmaceutickými odděleními výzkumných ústavů k ochraně rostlin (Smolák 1954).

Pro zjištění účinnosti přípravků se prováděly chemické, fyzikální a biologické testy za použití speciálních metod (např. kontaktní přípravky se testovaly na mouchách (*Musca*) a mšicích (*Aphidoidea*)). Po těchto laboratorních zkouškách se dále přípravky testovaly v poloprovodních a polních pokusech. Následně mohly být tyto přípravky, které splnily určitá kritéria, uvedeny na trh. Některé přípravky či potřebné suroviny pro výrobu musely být dovezeny, to bylo provedeno dle stanoveného plánu a byl povolen dovoz pouze těch nejkvalitnějších přípravků či surovin. O kontrolu a poradenství ohledně používání přípravků na ochranu rostlin se starala karanténní stanice ministerstva zemědělství, povereníctvo půdohospodářstva a orgány rostlinolékařské služby (Smolák 1954).

#### **4.3.2 Způsoby ochrany rostlin**

##### **4.3.2.1 Mechanická ochrana rostlin**

Mechanická ochrana rostlin se používala málo kvůli velkému pracovnímu nároku a nákladnosti. Jednalo se o sběr škůdců (např. mandelinky bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*) při hledacích dnech), setřásání a sběr chroustů (*Melolontha*), sběr vajíček bělásky (*Pieris*), sběr kovaříků (*Agriotes*) na okoličnatých rostlinách, vylévání hrabošů (*Microtus*) z nor a lapání hrabošů (*Microtus*) do pastí, dále ničení hnízd krtonožek (*Gryllotalpa*) a rozrušování krtin. Většina nástrah byla otrávena jedem, a tak se mechanický způsob často spojoval s chemickým způsobem ochrany rostlin (Smolák 1954).

#### 4.3.2.2 Chemická ochrana rostlin

Chemické přípravky byly jedovaté látky, které měly usmrtit či odpudit škůdce rostlinného i živočišného původu. Byly rozlišeny dvě skupiny, a to fungicidní látky, které sloužily proti houbovým chorobám a insekticidní látky, které byly proti živočišným škůdcům, zejména hmyzu (Smolák 1954).

Fungicidy likvidovaly výtrusy choroboplodných hub a zamezovaly jejich vzklíčení či zastavovaly jejich růst. Fungicidy byly na bázi mědi, síry a rtuti. Rtuť se používala většinou jen jako součást mořidel a půdních dezinfekcí, dnes se takto již nesmí používat vůbec (Smolák 1954).

Insekticidy se používaly pro účely pěstování rostlin, dopravy a uskladnění zásob. Děly se na otravné, kontaktní, systemické a plynné látky (Smolák 1954).

Látky otravné, nebo také žaludeční, se dostávaly do trávícího traktu škůdců a ti následně zahynuli na otravu. Tyto látky se nanosily na rostlinné části, které mohly být daným škůdcem napadeny. Nesměly se jimi postříkovat plody ovoce. Zelenina nesměla být postříkována později než 6 týdnů před sklizní. Jako otravné látky se používaly zejména přípravky na bázi arsenu a barnatých sloučenin. Z arzenových látek se používal Arsokol, koloidní arseničnan olovnatý, který se používal v roztoku 0,2 – 0,5 % a Aredin, arseničnan vápenatý, jež se používal v 1% roztoku. Oba tyto přípravky se používaly v boji proti obaleči jablečnému (*Cydia pomonella*). Z barnatých látek se nejvíce používal chlorid barnatý, který hubil nosatce (*Cruculio*). Otravné látky se využívaly i proti hlodavcům. V ČSR se vyráběli přípravky Azena, což bylo pšeničné zrní otrávené fosfidem zinku a Virtus-pasta, jehož hlavní součástí byl taktéž fosfid zinku (Smolák 1954).

Kontaktní nebo také dotykové látky rozleptávaly těla škůdců pouhým stykem. Těchto látek se užívalo hlavně proti mšicím (*Arthropoda*), které nepřijímají potravu z povrchu rostliny, nýbrž ji sají z podkožkových pletiv, a tak by na ně otravné látky nefungovaly. Mezi starší kontaktní insekticidy patřila takzvaná tabáková směs, přípravky Floron a Poxin, které obsahovali nikotinové látky, dále mazlavé draselné mýdlo a v poslední řadě přípravky derrisové, jež se vyráběli z kořenů vikvovité rostliny kožatec (*Derris*) a pyrethrové, které se vyráběli ze suchých květů kopretiny starčekoliste (*Tanacetum cinerariifolium*). Novějšími kontaktními insekticidy byly chlorované uhlovodíky. Jednalo se hlavně o látky, které byly označovány značkami DDT a HCH. U hmyzu ochromovaly nervovou soustavu a rozpouštěly tuky. DDT (dichlordifenyltrichlorethan) se vyráběl kondenzací chlorálu s chlorbenzolem. Jeho nejdůležitější složkou byl chloroform, jež rozpouštěl tuky a leptal pokožku i nervy hmyzu. Šlo o šedobílý prášek, který se prodával pod jmény Dynol a Dynocid, což byl postřík, který byl využit hlavně v boji proti mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*). HCH (hexachlorcyklohexan) působil rychle, trvale a přímo. Byl dobře účinný proti kobyčkám (*Ensifera*) a chroustům (*Melolontha*). Jeho nevýhodou byl zápach, což znamenalo, že například brambory po jeho aplikaci nebyly požitelné. Navíc některé druhy hmyzu byly proti HCH odolné (Smolák 1954).

Systemické látky vstřebávala rostlina, na kterou byly tyto látky aplikovány. Rostlina je následně rozvádí po celém těle, tedy jejím systému. Aniž by systemické látky rostlině škodily, ničily tak škůdce, kteří na rostlině cizopasí. Jednalo se hlavně o estery kyseliny fosforečné. Například Pestox, který byl účinný proti mšicím (*Aphidoidea*) a sviluškám (*Tetranychus*) při



ochraně chmele. Systemické látky zůstávaly v rostlinných šťávách i několik týdnů a rostlina tak byla chráněna po celou tuto dobu. Výhodné bylo, že tyto látky hubily jen sající škůdce a predátoři těchto škůdců (např. larvy pestřenek (*Syrphidae*) nebo sluněček (*Coccinella*)) nebyli nijak otráveni či zabiti (Smolák 1954).

Plynné látky se používaly proti škůdcům v půdě, ve sklenících, ve skladištích a k dezinfekci školkařského zboží. Používal se sirouhlík, který sloužil proti škůdcům sklizeného obilí a proti révokazu. Dále se používal oxid uhličitý nebo také tetrachlorid, který byl určen k podobným účelům jako sirovodík a také se používal proti koloniím vlnatky krvavé (*Eriosoma lanigerum*) na jabloních. V poslední řadě se používali přípravky nikotinové, které sloužili k vykuřování skleníků (Smolák 1954).

#### 4.3.2.3 Biologická ochrana rostlin

Jednalo se o podporu a nasazení přirozených nepřátel škůdců. Mezi tyto parazity škůdců patří například lumčík drobný (*Cotesia glomerata*), který klade vajíčka do škodlivých housenek bělásky zelného (*Pieris brassicae*). Dalším takovým nepřítelem škůdců, konkrétně mšic (*Aphidoidea*), jsou larvy sluněček (*Coccinella*) a pestřenek (*Syrphidae*). Dle odhadů jedna larva sluněčka (*Coccinella*) denně spořádá 30 až 60 mšic (*Aphidoidea*) a jedna larva pestřenky (*Syrphidae*) spořádá až 100 mšic (*Aphidoidea*) denně (Smolák 1954).

V boji proti škůdcům také pomáhaly parazitující houby, které přežívají na těle nebo v těle hmyzu. Jedním z příkladů může být houba *Beauveria bassiana*, která byla používána proti prástevníku americkému (*Hyphantria cunea*). Podporována byla i ochrana ptáků, kteří vyhledávali a hubili škodlivé činitele. Šlo například o sovy (*Strigiformes*), lelky (*Caprimulgiformes*), sýkory (*Parus*), brhlíky (*Sitta*) nebo strakapoudy (*Dendrocopos*) (Smolák 1954).

## 4.4 Vliv přípravků na ochranu rostlin na lidské zdraví

Toxický účinek při kontaktu pesticidu s organismem závisí na množství použitého pesticidu a době jeho perzistence. V podstatě každý den je člověk pesticidům vystaven přímo (pracoviště, skleníky, továrny na výrobu pesticidů) či nepřímo (potravin, pitná voda, aplikace repelentů proti hmyzu) (Singh 2018).

Dle Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech patří mezi 12 nejnebezpečnějších a nejtrvalejších chemických látek 9 pesticidů. Rizikové faktory vznikající při vystavování pesticidům mohou být akutní či chronické. Některé jsou vysoce toxické a jen malé množství může způsobit škodlivé účinky při pouhém kontaktu s pokožkou. Jiné pesticidy jsou méně toxické, ale pokud se jim příliš vystavujeme mohou nám také způsobit škodlivé účinky (Singh 2018).

Akutní účinky se mohou projevit okamžitě nebo do 24 h od kontaktu s pesticidem. Tyto účinky jsou obvykle pozorovatelné a dobře léčitelné, pokud je včas podána vhodná léčba. Jde o podráždění a poškození očí, bolest hlavy, nevolnost, zvracení a jiné. Hlavní akutní účinky mohou způsobovat dýchací potíže, poruchy nervového systému nebo mohou zhoršit již existujících stavů jako je astma (Singh 2018).

Chronické účinky se neobjevují do 24 h od kontaktu s pesticidem. Jde spíše o delší časový úsek. Patří sem karcinogenní účinky, které zahrnují mnoho typů rakovin a dalších onemocnění

u lidí (leukémie, Alzheimerova nemoc, Parkinsonova nemoc, rakovina jater, prostaty a jiné) (Singh 2018).

Alergické účinky se u některých lidí vyvíjejí jako reakce organismu na některé pesticidy. Většinou tyto účinky nenastanou při prvním kontaktu s pesticidy, ale vyvíjejí se postupem času při pravidelnějším kontaktu. Mezi alergické reakce se řadí astma, podráždění kůže (vyrážky, otoky, puchýře) a podráždění očí a nosu (svědění, slzení očí a kýchání) (Singh 2018).

## 5 Vyhodnocení výsledků obsahu těžkých kovů v půdě

Odběr vzorků půdy a jejich laboratorní rozbor na těžké kovy provedla zkušební laboratoř EKO-LAB Žamberk spol. s r. o. Zemědělská 1004, 564 01 Žamberk v katastrálním území Dobrá Voda u Hořic na pozemcích Ing. Martina Ludvíka, č. p. 219, 507 73 Dobrá Voda u Hořic v letech 2006, 2008, 2011, 2014 a 2016.

### 5.1 Metodika zpracování vzorků

Během deseti let proběhlo na pozemcích Ing. Martina Ludvíka celkem pět odběrů vzorků půd. Ze všech vzorků byla následně provedena zkouška na obsah stopových prvků, konkrétně těžkých kovů, kterými jsou kadmium, olovo, rtuť, arzen a chrom.

Všechny vzorky, kromě rtuti, z let 2006 a 2008 byly zpracovány dle metodiky (A)-SOP 536 (ČSN EN 13804). V roce 2011 došlo ke změně metody měření uvedených prvků. Tato metoda již nepodléhá ČSN, ale JPP (jednotným pracovním postupům), které vydal Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Vzorky rtuti z let 2006 a 2008 byly stanoveny dle metodiky (A)-SOP 519 (TNV 75 7440), která se zabývala stanovením veškeré rtuti jednoúčelovým atomovým absorpčním spektrometrem. Tato norma byla roku 2009 zrušena a nahrazena ČSN 75 7440. V letech 2011, 2014 a 2016 byla pro rtuť použita metodika (A)-SOP 519 (ČSN 75 7440), která nahradila metodiku z přechozích let. Pro zbylé prvky byla použita metodika (A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ), která se zabývá stanovením stopových prvků a funguje podobně jako použitá metodika u přechozích protokolů.

Každý řešený těžký kov má svou takzvanou mezní hodnotu (MH), která stanovuje maximální limit obsahu sledovaných těžkých kovů, které mohou být obsaženy ve vzorku půdy v podopatření integrované produkce ovoce a integrované produkce zeleniny a jahodníku. Tyto mezní hodnoty jsou stanoveny nařízením vlády. V roce 2006 mezní hodnoty stanovovalo nařízení vlády č. 119/2005 Sb., které znovelizovalo nařízení vlády č. 242/2004 Sb., o podmínkách provádění opatření na podporu rozvoje mimoprodukčních funkcí zemědělství spočívajících v ochraně složek životního prostředí (o provádění agroenvironmentálních opatření). V letech 2008, 2011 a 2014 byly mezní hodnoty stanoveny nařízením vlády č. 79/2007 Sb., o podmínkách provádění agroenvironmentálních opatření, ve znění pozdějších předpisů, které novelizovalo nařízení přechozí. Následně bylo i toto nařízení vlády novelizováno nařízením vlády č. 75/2015 Sb., o podmínkách provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření, ve znění pozdějších předpisů, které stanovovalo mezní hodnotu pro protokol z roku 2016. Jednotlivé mezní hodnoty pro sledované prvky jsou vyobrazeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Mezní hodnoty pro sledované prvky ve vzorku půdy

Parametr	MH dle 75/2015 Sb.
Kadmium	0,4 mg/kg
Olovo	100 mg/kg
Chrom	100 mg/kg
Rtuť	0,6 mg/kg
Arzen	30 mg/kg

## 5.2 Vlastnosti řešené lokality

Řešená lokalita se nachází v katastrálním území Dolní Dobrá Voda u Hořic v okrese Jičín, kraj Královéhradecký. Jedná se o ovocný sad, který má rozlohu přibližně 9 hektarů. V současné době jsou zde vysazeny jabloně a třešně. Z odrůd jabloní jsou v řešeném ovocném sadu pěstovány letní odrůdy Ametyst a Early Gold a ze zimních odrůd jde o Cameo, Jonagored, Braeburn a Galu. V třešňovém sadu se pěstují odrůdy Kordia a Regina. Celá výměra sadu je v současné době v plné plodnosti. Roční produkce jablek se pohybuje nejčastěji od 250 t do 320 t a produkce třešní se pohybuje od 5 t do 12 t ročně.

Na pozemcích řešené lokality (obr. 1) se hospodařilo až do 50. let 20. století, kdy hospodářství přešlo pod místní JZD. Po pádu režimu v roce 1989 byla část hospodářství obnovena, a to převzetím prvních hektarů v roce 1991 zpět od JZD. Z počátku se pěstovala zelenina a brambory a byla založena ovocná školka. Z této školky byly stromky použity na první výsadby v roce 1993. Tehdy šlo o výsadbu jabloní a menší část švestek. Kromě toho byl postaven menší chlazený sklad na ovoce s kapacitou 40 t. V 90. letech minulého století se kromě ovoce pěstovala také zelenina a produkty se prodávaly nejčastěji přímo ze dvora statku nebo na farmářských trzích. K dalšímu rozšíření došlo kolem roku 2000, kdy byla provedena pozemková úprava tak, aby vlastní pozemky měly optimální tvar pro výsadbu dalších ovocných stromů. V roce 2002 bylo vysázeno 1,5 ha hrušní. V roce 2005 bylo vysázeno 2,5 ha jabloní a v roce 2006 byl vysázen 1,5 ha jabloní a 1 ha třešní. V letech 2010 a 2011 došlo k restrukturalizaci původních výsadeb ze začátku 90. let novými odrůdami za použití nových moderních pěstitelských technologií. V té souvislosti byla vybudována na výměře 3,5 ha opěrná konstrukce s protikroupovou sítí, aby se zabránilo poškození ovoce od stále častějších škod krupobitím. Rovněž na uvedené výměře byla v roce 2013 a 2014 vybudována kapková závlaha. V roce 2014 byla výsadba hrušní nahrazená výsadbou jabloní. Posíleno bylo také skladování modernizací současného chladiřenského skladu, který má nyní kapacitu 90 t. Ovocnářská farma je od roku 2004 členem odbytového družstva EB Fruit, které zajišťuje prodej ovoce do obchodních řetězců. Po sklizni je část produkce naskladněna ve vlastním chlazeném skladu a zbývající část je uskladněna ve skladech ULO (ultra low oxygen) odbytového družstva. Ovocnářská farma od počátku hospodaří v systému integrované produkce ovoce, která je součástí agroenvironmentálně opatření Programu rozvoje venkova.

Integrovaná produkce ovoce je způsob zemědělského hospodaření, jehož hlavním cílem je zajištění trvale udržitelného hospodaření. Tento způsob hospodaření nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce všech ekosystémů, které jsou zemědělskou produkcí ovlivňovány přímo i nepřímo. Integrovaná produkce je založena na systémovém přístupu k technologii pěstování a zpracování při optimalizaci ekologických a ekonomických aspektů produkce a komplexně se orientuje na agroekosystém. Základem systému je efektivní ochrana před škůdci, chorobami a plevely, která zajišťuje stabilní výnos a kvalitní produkci zemědělských produktů, ale je zde kladen důraz na snížení rizik dopadu vlivu přípravků na ochranu rostlin na lidské zdraví a životní prostředí. Důležité je kvalifikované používání přípravků na ochranu rostlin v případě, že není možné regulovat populace škodlivých organismů jiným způsobem na odpovídající úrovni. Integrovaná produkce ovoce limituje obsah těžkých kovů v půdě a produktech. Vyžaduje se soulad mezi biologickými, technickými a chemickými opatřeními vzhledem k ochraně životním prostředím (Vejvodová 2016).

Integrovaná produkce se legislativně řídí dle nařízení vlády č. 75/2015 Sb., o podmínkách provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření a o změně nařízení vlády č. 79/2007 Sb., o podmínkách provádění agroenvironmentálních opatření, ve znění pozdějších předpisů.



Obrázek č. 1: Mapa katastrálního území Dolní Dobrá Voda u Hořic zaměřená na řešenou lokalitu (zdroj: ČÚZK)

Na mapě katastrálního území Dolní Dobré Vody u Hořic (obr. 1) si lze povšimnout, že půdní blok (červeně zvýrazněn) s ovocnými sady se skládá z pěti pozemků různých parcelních čísel. Nejdéle využívanou částí sadu, tedy již od jeho počátku, je parcela č. 329/2, kde se nachází již druhá generace ovocných stromů.

### 5.2.1 Bonitovaná půdně ekologická jednotka řešené lokality

Řešená lokalita spadá do klimatického regionu T3, který je označen jako teplý, mírně vlhký. Tento klimatický region se rozkládá po severní a východní části České křídové tabule, dále po Hornomoravském úvalu, severní části Dolnomoravského úvalu a nejnižších polohách Boskovické brázd (Ministerstvo zemědělství ČR 2019).

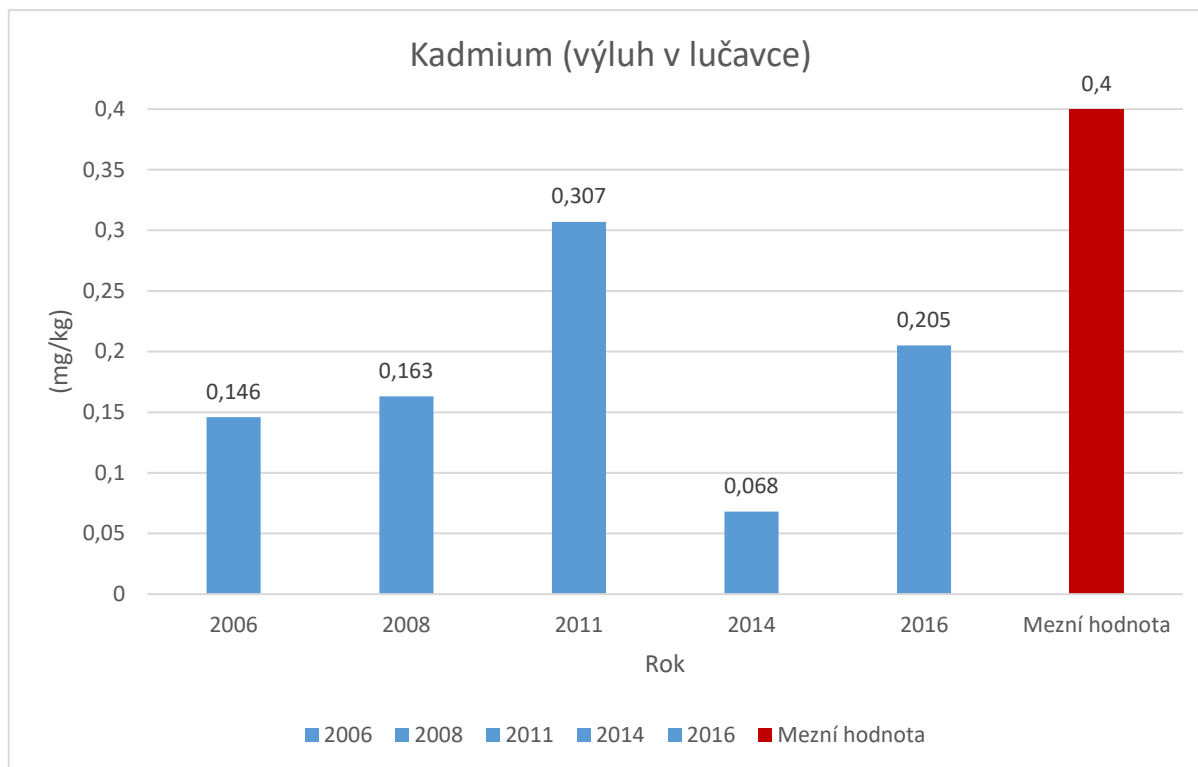
Tabulka č. 3: Stručná charakteristika klimatického regionu T3

Charakteristika klimatického regionu 3	Hodnoty
Průměrná roční teplota (°C)	8 – 9
Průměrný úhrn srážek (mm)	550 – 650
Pravděpodobnost suchých vegetačních období (%)	10 – 20
Vláhová jistota ve vegetačním období	4 – 7



### 5.3.1 Grafy výsledků laboratorních měření

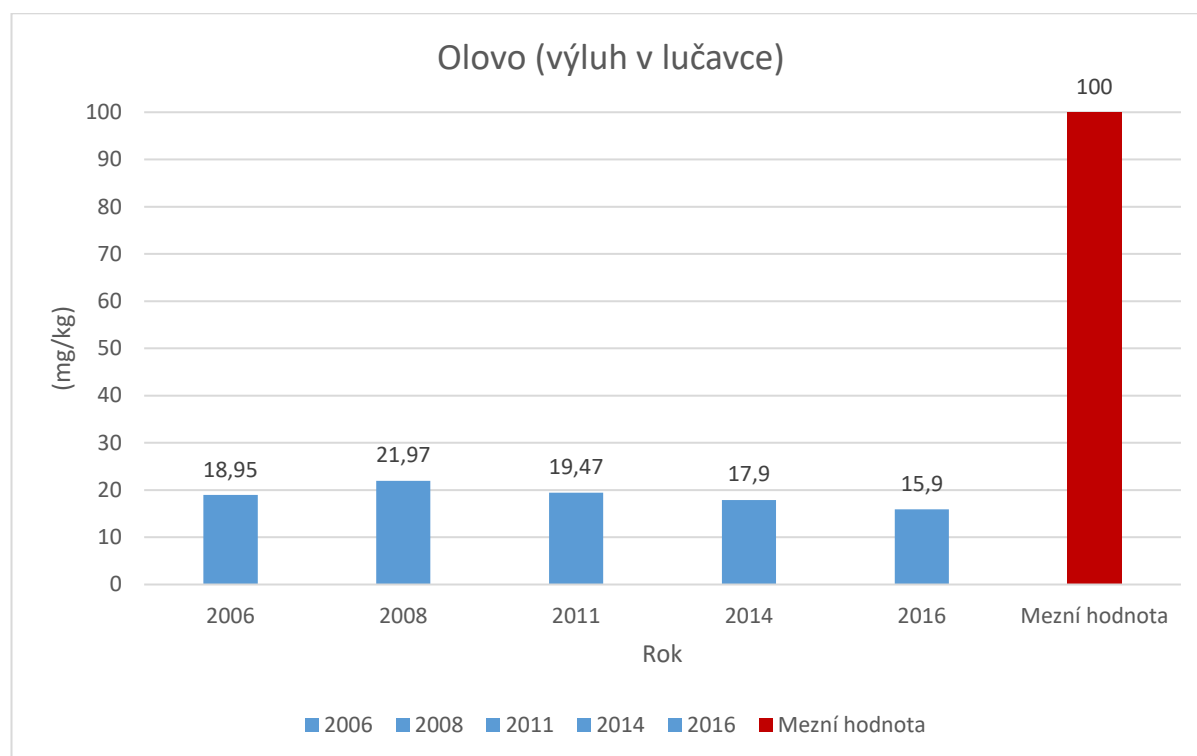
#### 5.3.1.1 Kadmium



Graf č. 1: Obsah kadmia (mg/kg) v půdě ovocného sadu – výluh lučavkou královskou

Na grafu č. 1 lze pozorovat značný výkyv hodnot u let 2011 a 2014. Hodnota z roku 2011 je průměrem ze tří vyhodnocených vzorků, ovšem všechny tyto vzorky se pohybují kolem 0,3 mg/kg. V roce 2014 se jednalo pouze o jeden vyhodnocený vzorek. U obou těchto hodnot se domnívám, že by výsledky mohly být takto zkrusleny díky odběrům z míst, kde je obsah kadmia vyšší nebo naopak nižší. Tyto odběry vzorků půdy pravděpodobně nerespektovaly celý pozemek. U hodnoty 0,068 mg/kg by ještě mohl v úvahu připadat chybný zápis hodnoty. Pokud by v grafu nebyly tyto dva zkruslené výsledky, pravděpodobně by se z něho dalo vyčíst, že obsah kadmia v půdě mírně stoupá. To může být pravděpodobně zapříčiněno tím, že se kadmium ve stopovém množství vyskytuje v používaných hnojivech. Mezní hodnota pro obsah kadmia v půdě je 0,4 mg/kg (červeně zvýrazněné v grafu č. 1) a ve sledovaném období nebyla překročena. V průměru se hodnota obsahu kadmia v půdě pohybovala kolem 0,178 mg/kg, což není ani polovina z celkového limitu.

### 5.3.1.2 Olovo

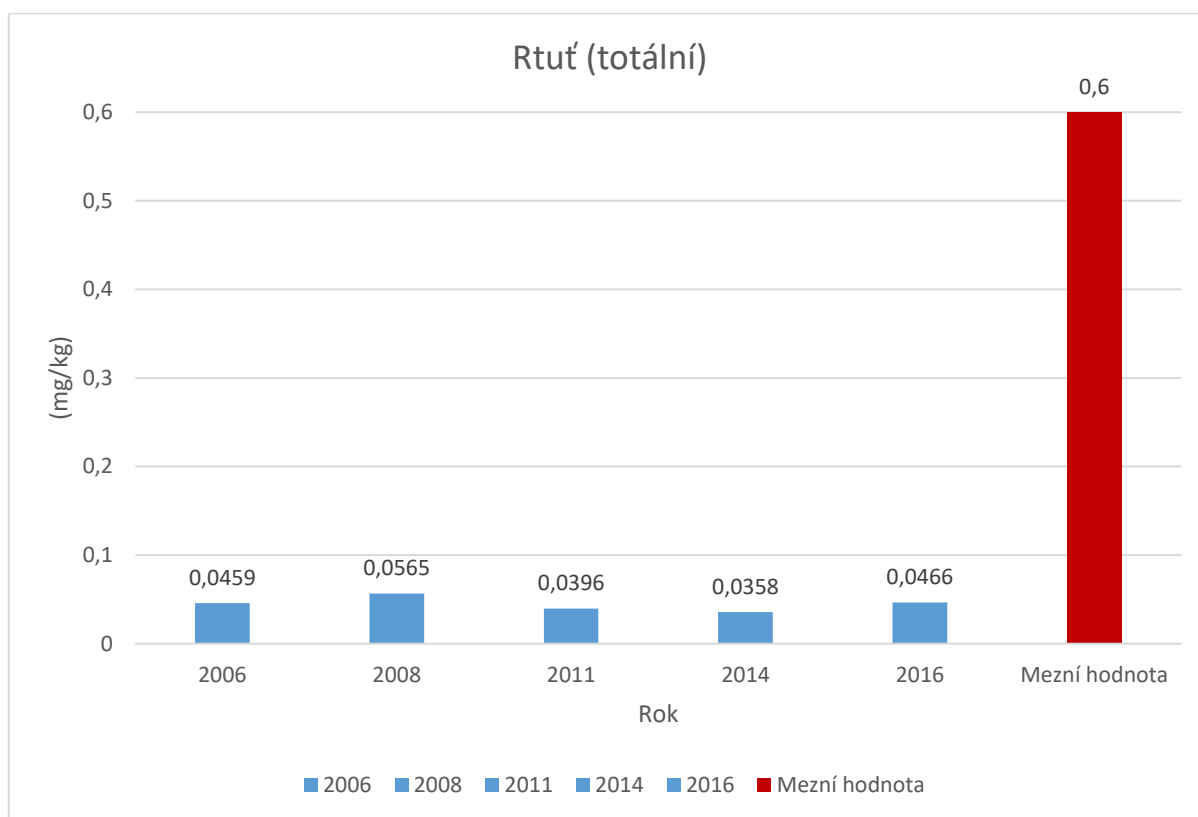


Graf č. 2: Obsah olova (mg/kg) v půdě ovocného sadu – výluh lučavkou královskou

U grafu č. 2 lze vidět, že obsah olova v půdě v určitém bodě, konkrétně v roce 2008, postupem času začal mírně klesat. V roce 2010 došlo k restrukturalizaci původních výsadeb a na určité části pozemku byla provedena hluboká orba, která by mohla být příčinou viditelného poklesu olova v grafu č. 2. Olovo se do půdy může ve stopovém množství dostávat z hnojiv, která jsou v řešeném ovocném sadu používána. I když se v ovocném sadu používá zemědělská technika a nedaleko se nachází železniční trať, tak znečištění půdy skrze emise z pohonných hmot, konkrétně z olovnatých benzínů, není možné, jelikož prodej a používání těchto benzínů je zakázán zákonem č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách, který zpracovává a upravuje příslušné předpisy Evropské unie. Mezní hodnota, která je v grafu č. 2 červeně zvýrazněná nebyla za celé sledované období překročena. Průměrně se obsah olova v půdě pohyboval kolem 18,84 mg/kg ve sledovaném období.



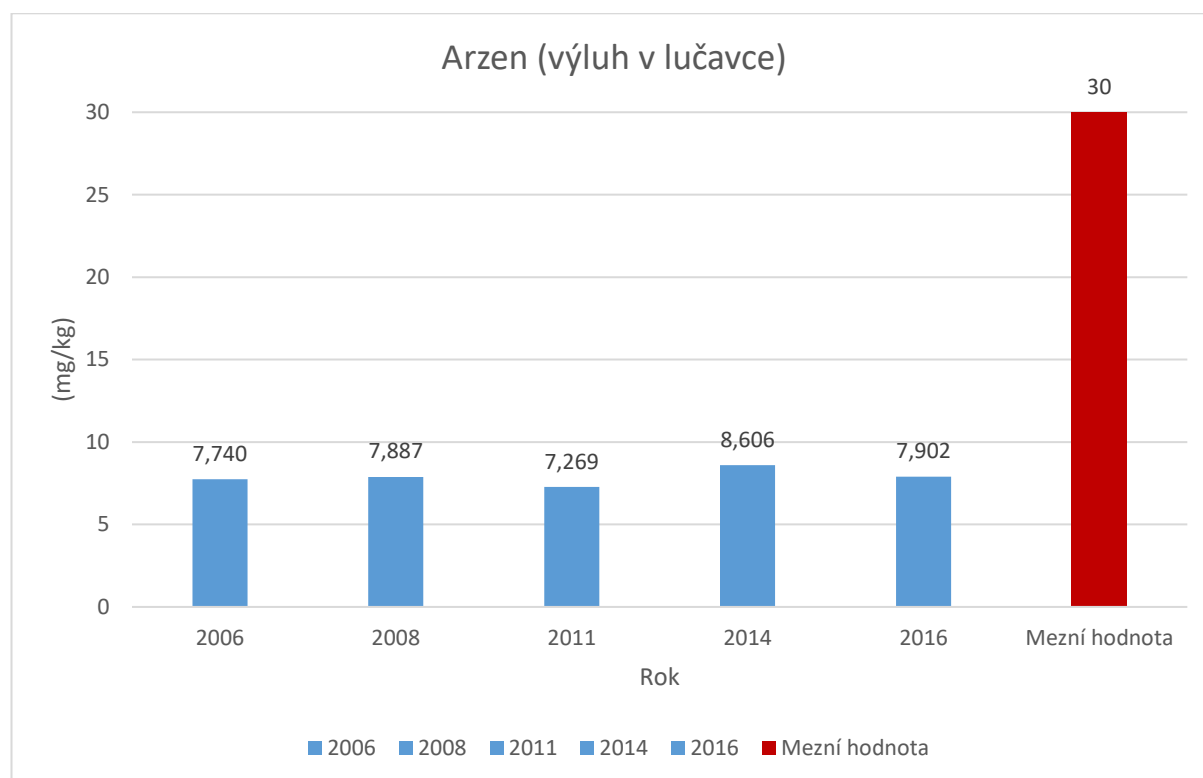
### 5.3.1.3 Rtut'



Graf č. 3: Obsah rtuti (mg/kg) v půdě ovocného sadu

Nejvyšší hodnotou ze všech let je hodnota 0,0565 mg/kg z roku 2008, která byla zprůměrována ze tří vyhodnocených vzorků. Viditelné výkyvy hodnot mohou být způsobeny odběry z různých míst, kde je obsah rtuti v půdě nižší nebo naopak vyšší. Nejspíše se jedná o odběry vzorků půdy, které nerespektovaly celý pozemek. Nebýt těchto větších výkyvů, domnívám se, že by se hodnoty pohybovaly kolem 0,4 mg/kg až 0,45 mg/kg. Rtut' se v půdě pravděpodobně nachází již z dob, kdy byla využívána jako půdní dezinfekce a jako součást mořidel. V současnosti je možné, že se ve stopovém množství dostává do půd z hnojiv. Mezní hodnota (červeně zvýrazněná v grafu č. 3) pro obsah rtuti v půdě je 0,6 mg/kg a tato hodnota nebyla v období od roku 2006 do roku 2016 zaznamenána. Průměr obsahu rtuti za monitorované období je 0,0449 mg/kg, což není ani 10 % z mezní hodnoty.

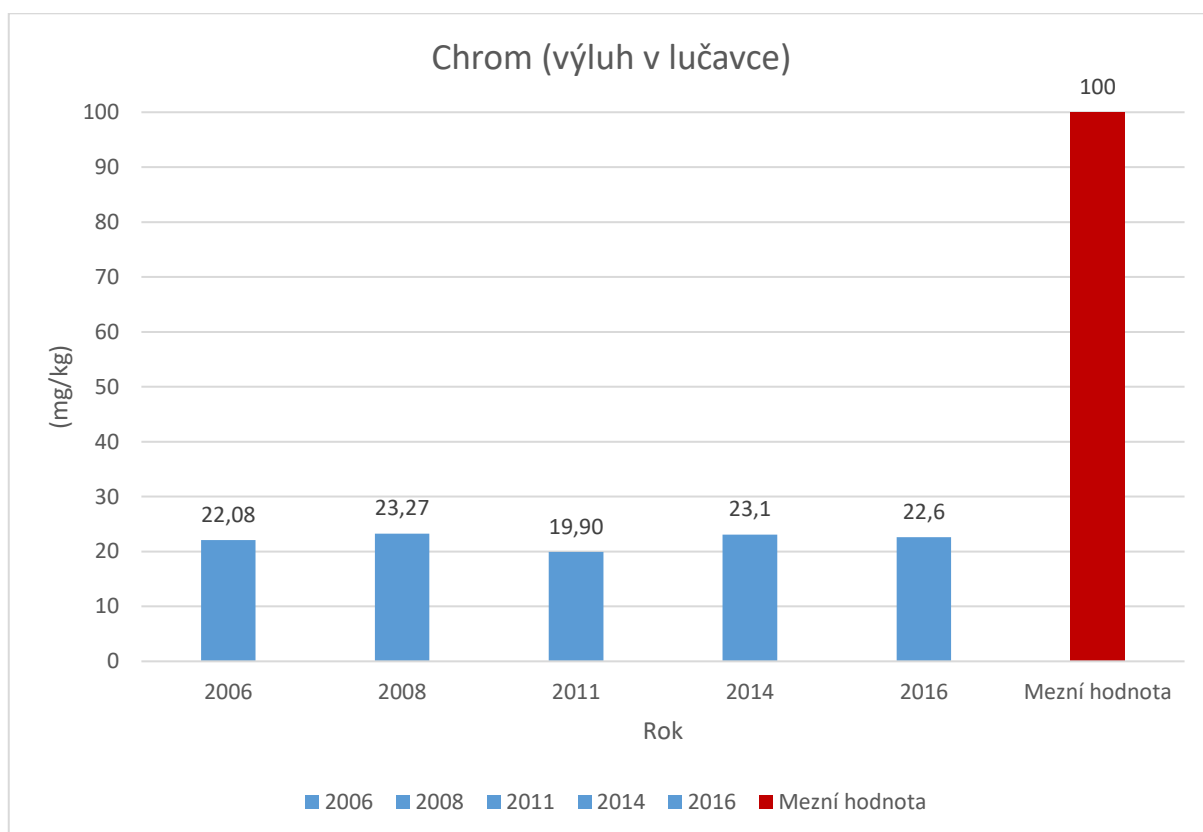
#### 5.3.1.4 Arzen



Graf č. 4: Obsah arzenu (mg/kg) v půdě ovocného sadu – výluh lučavkou královskou

V grafu č. 4 opět můžeme pozorovat dva výkyvy hodnot. Jde o rok 2011, který je průměrem ze tří vyhodnocených vzorků půdy a o rok 2014. Jako u přechozích prvků se domnívám, že se jedná o odběry na různých místech, kde může být obsah arzenu v půdě vyšší či nižší. Pravděpodobně se jednalo o odběry vzorků půdy, které nerespektovaly celý pozemek. Pokud by zde tyto dva výkyvy nebyly, hodnoty by se pravděpodobně držely kolem hodnot 7,8 – 8,0 mg/kg, z čehož by vyplývalo, že množství arzenu v půdě se nijak zásadně nemění a je v podstatě stále stejné s minimálními odchylkami. Mezní hodnotou (červeně zvýrazněná v grafu č. 4) pro obsah arzenu v půdě je 30 mg/kg a tato hodnota nebyla za celé sledované období překročena. Arzen se ve stopovém množství do půdy může dostávat z hnojiv, která jsou v ovocném sadu používána, ale je také pravděpodobné, že se arzen v půdě vyskytuje již z minulého století, kdy byly, primárně v první polovině 20. století, hojně využívány přípravky na ochranu rostlin na bázi arzenu, konkrétně fungicidy a insekticidy. Průměrná hodnota obsahu arzenu v půdě se pohybovala kolem 7,881 mg/kg.

### 5.3.1.5 Chrom



Graf č. 5: Obsah chromu (mg/kg) v půdě ovocného sadu – výluh lučavkou královskou

Graf č. 5 znázorňuje obsah chromu v půdě. Opět zde máme značný výkyv, který se týká hodnoty z roku 2011, která byla zprůměrována ze tří vyhodnocených vzorků půdy. Pravděpodobně se jedná o odběr půdy z místa, kde se chromu nacházelo méně. Tyto odběry vzorků půdy nejspíše nerespektovaly celý pozemek. Pokud bychom pominuli tento výkyv, nejspíše by nám tento graf ukázal, že se obsah chromu v půdě na začátku sledovaného období (od roku 2006 do roku 2008) zvýšil. V letech 2008, 2011 a 2014 byl obsah chromu v půdě pravděpodobně stejný s minimálními odchylkami a ke konci sledovaného období je v grafu č. 5 viditelný mírný pokles. Mezní hodnota, která je v grafu č. 5 červeně zvýrazněna, nebyla za celé sledované období překročena. Chrom se do půdy pravděpodobně dostává, ve stopovém množství, prostřednictvím používaných hnojiv v řešeném ovocném sadu. Průměrná hodnota obsahu chromu v půdě se pohybovala kolem 22,19 mg/kg, což není ani čtvrtina ze stanovené mezní hodnoty.

### 5.3.1.6 Relativní podíl obsahu rizikových prvků ve vztahu k limitním hodnotám

Tabulka č. 4: Relativní podíl obsahu rizikových prvků ve vztahu k limitním hodnotám

Parametr	Rok	2006	2008	2011	2014	2016	Celkový průměr
<b>Kadmium</b> výluh v lučavce (%)		36,5	40,75	76,75	17	51,25	44,45
<b>Olovo</b> výluh v lučavce (%)		18,95	21,97	19,47	17,9	15,9	18,84
<b>Chrom</b> výluh v lučavce (%)		22,08	23,27	19,90	23,1	22,6	22,19
<b>Rtuť</b> totální (%)		7,65	9,42	6,6	5,97	7,77	7,48
<b>Arzen</b> výluh v lučavce (%)		25,8	26,29	24,23	28,69	26,34	26,27

Tabulka č. 4 znázorňuje relativní podíl v půdě jednotlivých prvků v jednotlivých letech vůči jejich mezním hodnotám, které představují 100 %. Za celé sledované období nebyla překročena mezní hodnota u žádného prvku. Jak si lze povšimnout nejvyšší relativní podíly v jednotlivých letech má kadmium a nejnižší má rtuť, ale zatížení půdy těmito prvky je relativně nízké a jejich obsah v půdě je stálý. U kadmia jsou viditelné výkyvy, ale i tak se nejedná o významné změny. V pravé části tabulky je znázorněn také celkový procentuální průměr ze všech naměřených hodnot u jednotlivých prvků za celé sledované období. I tady je viditelné, že rtuť měla nejnižší podíl a kadmium nejvyšší. Množství kadmia v půdě by mohlo být dáno používanými hnojivy, ve kterých se kadmium nachází ve stopovém množství.

## 5.4 Potenciální kontaminace půdy z hnojiv v řešené lokalitě

Potenciální kontaminace půdy těžkými kovy v řešené lokalitě je v současnosti možná pouze prostřednictvím používaných hnojiv, nikoliv prostřednictvím přípravků na ochranu rostlin, a to z důvodu, že se přípravky na ochranu rostlin na bázi arzeny, olova, rtuti a kadmia již nesmí používat. Povolené jsou pouze přípravky na ochranu rostlin na bázi mědi v omezeném množství.

V řešeném ovocném sadu se používá široká škála hnojiv. Ve všech používaných hnojivech se nachází těžké kovy ve stopovém množství. Domnívám se, že toto může být jeden ze způsobů, jak se těžké kovy dostávají do půdy.

Tato kapitola zahrnuje výčet hnojiv používaných od roku 2005 až do roku 2020. Zahrnuty zde budou i informace o jednotlivých hnojivech z jejich etiket, použité aplikační dávky v řešeném ovocném sadu a také legislativně stanovený limit obsahu těžkých kovů v mg na kg hnojiva.

Maximální stanovené limity obsahu těžkých kovů v miligramech na 1 kilogram hnojiva jsou stanoveny vyhláškou č. 131/2014 Sb., kterou se mění vyhláška ministerstva zemědělství č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, a vyhláška č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv.

Tabulka č. 5: Přehled použitých hnojiv a jejich aplikačních dávek v období 2005 – 2020

Rok	Hnojivo	Dávka v kg na 1 ha	Rok	Hnojivo	Dávka v kg na 1 ha
2005	Amofos	200	2012	NPK (16-16-16)	200
	Draselná sůl	200		LAV 27	150
	NPK (16-16-16)	200	2013	NPK (16-16-16)	200
2006	LV 15	150		LV 15	150
	NPK (16-16-16)	200	2014	NPK (16-16-16)	200
	Kieserit	200		LAV 27	150
2007	NPK (16-16-16)	200	2015	LAV 27	200
	LAV 27	100	2016	LAV 27	200
2008	LAV 27	150		LV 15	150
	LV 15	100	2017	LAV 27	200
2009	LAV 27	150		LV 15	150
	LV 15	100	2018	LAV 27	200
2010	NPK (16-16-16)	200	2019	LAV 27	200
	LAV 27	150		LV 15	100
2011	LAV 27	200	2020	LAV 27	200
	NPK (16-16-16)	200			

Tabulka č. 5 nám znázorňuje všechna použitá hnojiva v období 2005 – 2020 a také jejich aplikační dávky v kilogramech na 1 hektar plochy řešeného ovocného sadu. Za celé období bylo použito celkem 6 různých druhů hnojiv. Nejvíce bylo použito hnojivo LAV 27 (ledek amonný s vápencem) a NPK (16-16-16).

### Amofos

Tabulka č. 6: Limity obsahu těžkých kovů ve hnojivu Amofos

Amofos	Maximální množství v mg na 1 kg hnojiva
Kadmium	22,5
Olovo	15
Rtuť	1
Arzen	10
Chrom	150

Amofos je granulované hnojivo, jehož hlavní složkou je fosforečnan amonný. Doporučuje se používat při podzimním hnojení, ale použití je možné rovněž na jaře s nutností dodání dusíkatých hnojiv. Nedoporučuje se současná aplikace s hnojivy obsahujícími hořčík a vápník. Tabulka č. 6 znázorňuje maximální možné množství těžkých kovů v miligramech na 1 kilogram hnojiva, které je stanovené příslušnou legislativou. Limitní hodnota kadmia je na etiketě Amofosu zapsána jako 50 miligramů na 1 kilogram  $P_2O_5$ , který se v hnojivu nachází. Po přepočtu na 1 kilogram celkového hnojiva je to pouze 22,5 miligramů kadmia. V tabulce č. 5 je zapsána použitá aplikační dávka na 1 hektar plochy sadu, tedy konkrétně 200 kg/ha a také rok, ve kterém bylo toto hnojivo použito.

Tabulka č. 7: Maximální množství těžkých kovů v mg, které mohlo přijít do půdy prostřednictvím Amofosu v období 2005 - 2020

<b>Amofos</b>	Maximální množství v mg na 200 kg hnojiva
Kadmium	4 500
Olovo	3 000
Rtuť	200
Arzen	2 000
Chrom	30 000

Hnojivo Amofos bylo za celé sledované období aplikováno pouze jednou v aplikační dávce 200 kilogramů na 1 hektar plochy ovocného sadu. Tabulka č. 7 značí maximální možné množství těžkých kovů v miligramech, které se s celkovým aplikovaným množstvím tohoto hnojiva mohlo do půdy dostat.

### **Draselná sůl**

Tabulka č. 8: Limity obsahu těžkých kovů v draselné soli

<b>Draselná sůl</b>	Maximální množství v mg na 1 kg hnojiva
Kadmium	1
Olovo	10
Rtuť	1
Arzen	20
Chrom	50

Draselná sůl je univerzální draselné hnojivo pro doplnění chybějícího draslíku ve výživě rostlin. Používá se k základnímu hnojení (před setím nebo výsadbou). Je nevhodné pro rostliny, které jsou citlivé na chloridovou formu draslíku. Tabulka č. 8 zobrazuje maximální limity obsahu těžkých kovů v miligramech na kilogram hnojiva. Aplikační dávky a rok použití v řešené lokalitě se nachází v tabulce č. 5.

Tabulka č. 9: Maximální množství těžkých kovů v mg, které mohlo přijít do půdy prostřednictvím Draselné soli v období 2005 - 2020

<b>Draselná sůl</b>	Maximální množství v mg na 200 kg hnojiva
Kadmium	200
Olovo	2 000
Rtuť	200
Arzen	4 000
Chrom	10 000

Za celé sledované období jsme Draselnou sůl aplikovali pouze jedenkrát, a to v aplikační dávce 200 kg/ha. V tabulce č. 9 je vypočteno maximální možné množství těžkých kovů v miligramech, které se mohlo dostat do půdy s tímto hnojivem v aplikační dávce 200 kg/ha.

### **NPK (16-16-16)**

Tabulka č. 10: Limity obsahu těžkých kovů ve hnojivu NPK

<b>NPK (16-16-16)</b>	Maximální množství v mg na 1 kg hnojiva
Kadmium	8
Olovo	15
Rtuť	1
Arzen	10
Chrom	150

NPK (16-16-16) je třísloužkové hnojivo obsahující prvky dusík, fosfor a draslík ve formě lehce přijatelné pro rostliny. Je určeno pro základní hnojení nebo pro přihnojování během vegetace. Tabulka č. 10 vyjadřuje maximální limity obsahu těžkých kovů v miligramech na kilogram které se mohou v tomto hnojivu vyskytovat. Limitní hodnota kadmia je na etiketě NPK (16-16-16) zapsána jako 50 miligramů na 1 kilogram  $P_2O_5$ , který se v hnojivu nachází. Po přepočtu na 1 kilogram celkového hnojiva je to pouze 8 miligramů kadmia. Aplikální dávky na hektar plochy a roky, ve kterých bylo hnojivo použito v ovocném sadu lze nalézt v tabulce č. 5.

Tabulka č. 11: Maximální množství těžkých kovů v mg, které mohlo přijít do půdy prostřednictvím NPK (16-16-16) v období 2005 - 2020

<b>NPK (16-16-16)</b>	Maximální množství v mg na 1 600 kg hnojiva
Kadmium	12 500
Olovo	24 000
Rtuť	1 600
Arzen	16 000
Chrom	240 000

NPK (16-16-16) bylo ve sledovaném období od roku 2005 až do roku 2020 použito celkem osmkrát. Celkem jsme aplikovali 1 600 kg/ha tohoto hnojiva a v tabulce č. 11 lze pozorovat, kolik miligramů jednotlivých těžkých kovů mohlo být s tímto celkovým množstvím použitého NPK (16-16-16) aplikováno do půdy.

### **Kieserit**

Tabulka č. 12: Limity obsahu těžkých kovů v hnojivu Kieserit

<b>Kieserit</b>	Maximální množství v mg na 1 kg hnojiva
Kadmium	1
Olovo	10
Rtuť	1
Arzen	20
Chrom	50

Kieserit je hořečnaté hnojivo, které je vhodné do středních až těžkých půd s vyšší pH, s nízkou zásobou hořčíku a dobrou zásobou draslíku. Maximální možné množství těžkých kovů v miligramech na kilogram Kieseritu, které je stanovenou příslušnou legislativou, je uvedeno v tabulce č. 12. Informace ohledně aplikační dávky na 1 hektar plochy sadu a rok, ve kterém bylo toto hnojivo použito se nacházejí v tabulce č. 5.

Tabulka č. 13: Maximální množství těžkých kovů v mg, které mohlo přijít do půdy prostřednictvím Kieseritu v období 2005 - 2020

<b>Kieserit</b>	Maximální množství v mg na 200 kg hnojiva
Kadmium	200
Olovo	2 000
Rtuť	200
Arzen	4 000
Chrom	10 000

Kieserit byl použit pouze jednou v aplikační dávce 200 kilogramů na 1 hektar plochy řešeného ovocného sadu. V tabulce č. 13 je znázorněno maximální možné množství těžkých kovů v miligramech, které se s touto jedinou aplikační dávkou mohlo dostat do půdy.

## **LV 15**

Tabulka č. 14: Limity obsahu těžkých kovů v hnojivu LV 15

<b>LV 15</b>	Maximální množství v mg na 1 kg hnojiva
Kadmium	1
Olovo	10
Rtuť	1
Arzen	10
Chrom	50

LV 15 neboli ledek vápenatý je listové hnojivo, které je v určitém množství aplikováno s postřikem. Má příznivé účinky na kyselejších půdách, jelikož vápník z hnojiva zmírňuje účinek půdní kyselosti. Na lehkých písčitých půdách v oblastech s vysokým úhrnem srážek se aplikace tohoto hnojiva nedoporučuje ve vyšších aplikačních dávkách vzhledem k pohyblivosti dusíku v půdě a nebezpečí vyplavení. Maximální limity obsahu těžkých kovů se nachází v tabulce č. 14. Aplikační dávky a roky, ve kterých bylo LV 15 použito se nachází v tabulce č. 5.



Tabulka č. 15: Maximální množství těžkých kovů v mg, které mohlo přijít do půdy prostřednictvím LV 15 v období 2005 - 2020

<b>LV 15</b>	Maximální množství v mg na 900 kg hnojiva
Kadmium	900
Olovo	9 000
Rtuť	900
Arzen	9 000
Chrom	45 000

Hnojivo LV 15 bylo za celé sledované období použito sedmkrát v celkovém množství 900 kg/ha. Maximální možné množství těžkých kovů v miligramech, které se mohlo s celkovým množstvím 900 kg/ha dostat do půdy je zapsáno v tabulce č. 15.

### **LAV 27**

Tabulka č. 16: Limity obsahu těžkých kovů v hnojivu LAV 27

<b>LAV 27</b>	Maximální množství v mg na 1 kg hnojiva
Kadmium	1
Olovo	10
Rtuť	1
Arzen	20
Chrom	50

LAV 27 neboli ledek amonný s vápencem je dusíkaté hnojivo s obsahem dusíku 27 %. Používá se na základní hnojení nebo přihnojování v době vegetace. Informace ohledně limitů obsahu těžkých kovů v hnojivu LAV 27 jsou v tabulce č. 16 a v tabulce č. 5 se nachází informace ohledně aplikačních dávek na 1 hektar plochy a roky, ve kterých bylo toto hnojivo použito.

Tabulka č. 17: Maximální množství těžkých kovů v mg, které mohlo přijít do půdy prostřednictvím LAV 27 v období 2005 - 2020

<b>LAV 27</b>	Maximální množství v mg na 2 250 kg hnojiva
Kadmium	2 250
Olovo	22 500
Rtuť	2 250
Arzen	45 000
Chrom	112 500

LAV 27 bylo aplikováno třináctkrát za celé sledované období a celkové množství je 2 250 kg/ha. V tabulce č. 17 je zapsáno maximální možné množství jednotlivých těžkých kovů v miligramech, které se mohlo dostat do půdy společně s celkovým množstvím hnojiva LAV 27.

#### 5.4.1.1 Shrnutí

Tabulka č. 18: Maximální množství těžkých kovů, které mohlo přijít do půdy s použitými hnojivy v období 2005 – 2020 na 1 ha a maximální možné navýšení obsahu TK mg/kg půdy

Parametr	Celkem (g)	Parametr	Hodnota zvýšení obsahu TK v mg na 1 kg půdy
Kadmium	20,55	Kadmium	0,0069 mg/kg
Olovo	62,5	Olovo	0,021 mg/kg
Chrom	5,35	Chrom	0,149 mg/kg
Rtuť	80	Rtuť	0,0018 mg/kg
Arzen	447,5	Arzen	0,027 mg/kg

Za období od roku 2005 až do roku 2020 se použilo celkem 5 350 kilogramů hnojiv na 1 hektar plochy ovocného sadu. Levá část tabulky č. 18 znázorňuje kolik gramů těžkých kovů se mohlo s těmito hnojivy dostat do půdy. Jedná se pouze o maximální možné množství, jelikož je vypočítané z limitních obsahů jednotlivých těžkých kovů v použitých hnojivech. Přesná čísla neznáme, jelikož nemáme rozborů jednotlivých použitých hnojiv.

Pokud by se z hnojiv dostalo do svrchní části půdy, což je 0 – 20 cm, maximální možné množství jednotlivých prvků, které je vypočtené v levé části tabulky č. 18, obsah těchto prvků v půdě a v hloubce 0 - 20 cm by se navýšil u kadmia o 0,0069 mg/kg, u olova o 0,021 mg/kg, u rtuti o 0,0018 mg/kg, u arzenu o 0,027 mg/kg a u chromu o 0,149 mg/kg. Tyto hodnoty jsou zapsány v pravé části tabulky č. 18 a ukazují, že možné maximální nárůsty sledovaných prvků jsou za posledních 15 let nízké a mohly by se pohybovat maximálně okolo 1 % stanovených obsahů.

## 5.5 Přípravky na ochranu rostlin využívané v řešeném ovocném sadu

Rozbory na rezidua přípravků na ochranu rostlin v půdě se v tomto ovocném sadu neprovádí. V současnosti se přípravky na ochranu rostlin na bázi těžkých kovů nepoužívají, kromě měďnatých přípravků, které mají dobré fungicidní a baktericidní účinky.

### 5.5.1 Přípravky na bázi anorganických sloučenin

V současnosti se v ovocných sadech využívají přípravky na ochranu rostlin na bázi mědi a síry. Jiné anorganické sloučeniny se v registru přípravků nevyskytují. Přípravky na bázi těchto dvou prvků se využívali nebo stále využívají v řešeném ovocném sadu.

#### 5.5.1.1 Měďnaté přípravky

Měď je dnes jediným těžkým kovem, který je stále součástí přípravků na ochranu rostlin, ale maximální aplikační dávka čisté mědi nesmí překročit hranici 4 kg/ha/rok na stejném pozemku. Měďnaté přípravky se nejčastěji řadí mezi fungicidy, pak také mezi baktericidy. Nejvíce využívanými účinnými látkami jsou hydroxid měďnatý a oxichlorid měďnatý. I když je měď rizikovým prvkem, rozborů půd se v řešené lokalitě pro tento prvek nedělají.

### Champion 50 WG

Kontaktní fungicidní a baktericidní přípravek ve formě dispergovatelných granulí k ochraně proti houbovým a bakteriálním chorobám rostlin a k ochraně květů meruněk proti mrazu. Účinnou látkou je hydroxid měďnatý 770 g/kg, 76,7 % (obsah mědi 50 %). Tato účinná látka je fungicidem i baktericidem s protektivní účinností a širokým spektrem účinku.



Obrázek č. 3: Chemické symboly nebezpečí pro Champion 50 WG (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Tento přípravek obsahuje látky dráždivé, korozivní a žíravé a nebezpečné pro životní prostředí. Vše je znázorněno piktogramy na obrázku č. 3.

Tabulka č. 19: Návod k aplikaci Championu 50 WG (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Plodina	Škodlivý organismus	Aplikační dávka přípravku (kg/ha)	Dávka aplikační kapaliny (l/ha)	Ochranná lhůta (dny)
Třešeň	Rakovinné odumírání větví	2,6 - 4	500 – 1 000	AT*
Slivoň	Puchrovitost	2 – 4	500 – 1 000	AT*
Jabloň	Bakteriální spála	0,5 – 1	300 – 1 000	AT*
Hrušeň	Bakteriální spála	1 – 2	300 – 1 000	AT*
Jádroviny	Korové nekrózy	2 - 4	300 – 1 000	AT*

\*Poznámka: AT znamená agrotechnická lhůta. Pokud je aplikace přípravku dodržena dle pokynů, které se nachází na etiketě, není v tomto případě ochranná lhůta vyžadována.

V tabulce č. 19 znázorňuje návod k aplikaci, který zahrnuje druh plodiny, druh škodlivého organismu, aplikační dávky a ochrannou lhůtu. Ochranná lhůta je nejkratší interval mezi poslední aplikací a sklizní. Maximální aplikační dávka mědi je 4 kg/ha/rok na stejném pozemku a nesmí být překročena ani při použití jiných přípravků na bázi mědi.

### Kocide 2000

Postřikový kontaktně působící fungicid a baktericid ve formě ve vodě dispergovatelných mikrogranulí. Účinnou látkou je hydroxid měďnatý 53,8 % (ekvivalent 35 % mědi). Tento přípravek působí kontaktně. Po aplikaci a rostlině vytváří viditelný, jemný, modrozelený a rovnoměrně rozprostřený pokryv, který je odolný proti smývání deštěm.



Obrázek č. 4: Chemické symboly nebezpečí pro Kocide 2000 (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Dle obrázku č. 4 lze zjistit, že přípravek na ochranu rostlin Kocide 2000 je látkou dráždivou a nebezpečnou pro životní prostředí.

Tabulka č. 20: Návod k aplikaci Kocide 2000 (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Plodina	Škodlivý organismus	Aplikační dávka přípravku (kg/ha)	Dávka aplikační kapaliny (l/ha)	Ochranná lhůta (dny)
Jabloně	Bakteriální spála jabloňovitých	2,5	500 - 1 000	AT*
Hrušně	Bakteriální spála jabloňovitých	2,5	500 - 1 000	AT*

\*Poznámka: AT znamená agrotechnická lhůta. Pokud je aplikace přípravku dodržena dle pokynů, které se nachází na etiketě, není v tomto případě ochranná lhůta vyžadována.

V tabulce č. 20 jsou opět důležité informace týkající se aplikace jako například aplikační dávky. Maximální aplikační dávka mědi je 4 kg/ha/rok na stejném pozemku a nesmí být překročena ani při použití jiných přípravků na bázi mědi.

### Kuprikol 50

Přípravek ve formě smáčitelného prášku k ochraně proti houbovým a bakteriálním chorobám rostlin. Účinnou látkou je oxichlorid měďnatý 840 g/kg, 84 % (obsah mědi 500 g/kg, 50 %). Platnost Kuprikolu 50 byla ukončena v roce 2020. Zásoby lze spotřebovat do 1. 7. 2021, po tomto datu se tento přípravek na ochranu rostlin již nesmí používat.



Obrázek č. 5: Chemické symboly nebezpečnosti pro Kuprikol 50 (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Tento přípravek obsahuje látky dráždivé a nebezpečné pro životní prostředí. Charakteristické symboly znázorňuje obrázek č. 5.

Tabulka č. 21: Návod k aplikaci Kuprikolu 50 (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Plodina	Škodlivý organismus	Aplikační dávka přípravku (kg/ha)	Dávka aplikační kapaliny (l/ha)	Ochranná lhůta (dny)
Hrušeň	Bakteriální spála jabloňovitých	1 - 2	300 – 1 000	AT*
Jabloň	Bakteriální spála jabloňovitých	0,5 - 1	300 – 1 000	AT*
Slivoň	Puchrovitost slivoně	5	1 000	AT*
Třešeň	Korové nekrózy	3 - 5	300 – 1 000	AT*

\*Poznámka: AT znamená agrotechnická lhůta. Pokud je aplikace přípravku dodržena dle pokynů, které se nachází na etiketě, není v tomto případě ochranná lhůta vyžadována.

Z tabulky č. 21 lze vyčíst podstatné informace, které se týkají návodu k aplikaci tohoto přípravku na ochranu rostlin. Maximální aplikační dávka mědi je 4 kg/ha/rok na stejném pozemku a nesmí být překročena ani při použití jiných přípravků na bázi mědi.

### Cuprocaffaro

Postřikový fungicid ve formě smáčitelného prášku k ochraně rostlin proti houbovým chorobám. Účinnou látkou je oxichlorid mědi 869,6 g/kg (obsah mědi 500 g/kg). Tato látka působí kontaktně s preventivním účinkem proti původcům houbových chorob. U hub inhibuje klíčení spor na povrchu ošetřených rostlin. Platnost Cuprocaffara byla ukončena v roce 2014.



Obrázek č. 6: Chemické symboly nebezpečí pro Cuprocaffaro (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Cuprocaffaro obsahuje látky nebezpečné pro zdraví a životní prostředí.

Tabulka č. 22: Návod k aplikaci Cuprocaffara (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Plodina	Škodlivý organismus	Dávkování, mísitelnost	Dávka aplikační kapaliny (l/ha)	Ochranná lhůta (dny)
Hrušeň	Bakteriální spála jabloňovitých	0,1 – 0,2 %	1 000	AT*
Jabloň	Bakteriální spála jabloňovitých	0,05 – 0,1 %	1 000	AT*
Jádroviny	Korové nekrózy	3 – 5 kg/ha	1 000	AT*
Třešeň	Rakovinné odumírání větví třešně	0,3 – 0,5 %	1 000	AT*

*\*Poznámka: AT znamená agrotechnická lhůta. Pokud je aplikace přípravku dodržena dle pokynů, které se nachází na etiketě, není v tomto případě ochranná lhůta vyžadována.*

Tabulka č. 22 charakterizuje, jak tento přípravek na ochranu rostlin aplikovat a v jakých aplikačních dávkách. Maximální aplikační dávka mědi je 4 kg/ha/rok na stejném pozemku a nesmí být překročena ani při použití jiných přípravků na bázi mědi.

## Flowbrix

Fungicidní přípravek ve formě suspenzního koncentrátu proti houbovým chorobám. Účinnou látkou je oxichlorid měďnatý 638 g/l (obsah mědi 380 g/l). Tento přípravek na ochranu rostlin působí kontaktně a preventivně. Mechanismus účinku je založen na schopnosti oxichloridu měďnatého inhibovat klíčení spor patogenu na povrchu všech ošetřených částí rostlin. Vykazuje vysokou účinnost i při použití relativně malého množství přípravku. Příznivě působí na vyzrávání rostlinných pletiv, čímž dochází ke zvýšení odolnosti ošetřovaných rostlin k poškození biotickými a abiotickými vlivy. Při použití tohoto přípravku nedochází ke vzniku rezistence.



Obrázek č. 7: Chemické symboly nebezpečí pro Flowbrix (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Dle piktogramu na obrázku č. 7 Flowbrix obsahuje látky nebezpečné pro životní prostředí.

Tabulka č. 23: Návod k aplikaci Flowbrixu (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Plodina	Škodlivý organismus	Aplikační dávka přípravku (l/ha)	Dávka aplikační kapaliny (l/ha)	Ochranná lhůta (dny)
Hrušeň	Bakteriální spála jabloňovitých	0,9 – 3	300 – 1 000	AT*
Jabloň	Bakteriální spála jabloňovitých	0,6 – 2	300 – 1 000	AT*
Slivoň	Puchrovitost slivoně	2 – 4	500 – 1 000	AT*
Jádroviny	Korové nekrózy	1,75 – 3,5	300 – 1 000	AT*

*\*Poznámka: AT znamená agrotechnická lhůta. Pokud je aplikace přípravku dodržena dle pokynů, které se nachází na etiketě, není v tomto případě ochranná lhůta vyžadována.*

V tabulce č. 23 jsou zobrazeny důležité informace pro aplikaci Flowbrixu jako například aplikační dávky nebo ochranná lhůta. Maximální aplikační dávka mědi je 4 kg/ha/rok na stejném pozemku a nesmí být překročena ani při použití jiných přípravků na bázi mědi.

### 5.5.1.2 Sirné přípravky

Z přípravků na ochranu rostlin na bázi síry byl v řešeném ovocném sadu využíván přípravek Kumulus WG.

## Kumulus WG

Postřikový kontaktní fungicid s vedlejší akaricidní účinností ve formě dispergovatelných granulí. Účinnou látkou je síra 800 g/kg. Tento sirný fungicid má protektivní kontaktní účinek, rychlý nástup účinnosti a reziduálně působí proti houbovým patogenům ze skupiny pravých padlí s vedlejšími akaricidními účinky.

Tabulka č. 24: Návod k aplikaci Kumulusu WG (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Plodina	Škodlivý organismus	Aplikační dávka přípravku (kg/ha)	Dávka aplikační kapaliny (l/ha)	Ochranná lhůta (dny)
Jabloně	Padlí jabloňové	4,5 - 10	1 000	AT*

*\*Poznámka: AT znamená agrotechnická lhůta. Pokud je aplikace přípravku dodržena dle pokynů, které se nachází na etiketě, není v tomto případě ochranná lhůta vyžadována.*

V tabulce č. 24 jsou charakterizovány aplikační dávky, druh škodlivého činitele a ochranná lhůta.

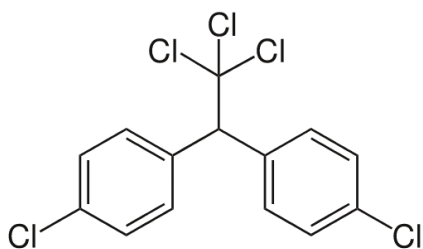
### 5.5.2 Přípravky na bázi organických sloučenin

#### 5.5.2.1 Organochlorové přípravky

Organochlorové přípravky na ochranu rostlin se v řešené lokalitě nikdy nepoužívaly, jelikož tyto látky jsou zakázané téměř 50 let pro své negativní účinky na lidské zdraví a životní prostředí. Díky jejich dlouhé perzistenci se dodnes nacházejí v půdách. I přesto, že se v řešeném ovocném sadu nepoužívaly uvedu zde několik významných účinných látek.

#### DDT

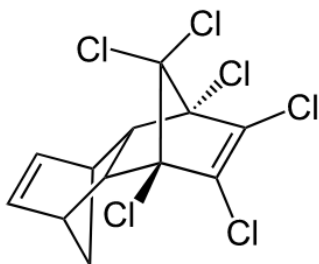
DDT (dichlordifenyltrichlorethan) je jeden z nejznámějších chlorovaných přípravků na světě. Jedná se o organickou syntetickou látku, která byla vytvořena roku 1874, ale její insekticidní účinky byly objeveny až v roce 1939 chemikem Paulem Müllerem, který za tento objev získal Nobelovu cenu (Hoffman, 2003). Za druhé světové války bylo DDT používáno pro ošetření vojáků při boji s tyfem a malárií. Po druhé světové válce bylo DDT rozšířeno a používáno po celém světě v boji proti hmyzím škůdcům a přenašečům nemocí, například proti některém druhům komárů rodu *Anopheles*, kteří přenášejí malárii. Díky tomu malárie z Evropy a Severní Ameriky vymizela. Část úspěchu lze připsat i jeho perzistenci v prostředí, díky které se snížila potřeba častých aplikací. V 70. letech 20. století se DDT omezovalo a následně bylo zakázáno ve většině vyspělých zemí kvůli jeho negativním účinkům na životní prostředí a člověka (karcinogenita). Negativní účinky na životní prostředí byly objeveny kvůli poklesu reprodukčních schopností ptactva. Dnes je DDT zakázáno Stockholmskou úmluvou, ale i přes tento zákaz se rezidua DDT stále nacházejí v půdách, a to díky jeho perzistenci (Beard 2006). Produkty rozkladu DDT jsou látky DDD (1,1-dichlor-2,2-bis(4-chlorfenyl)ethan) a DDE (1,1-dichlor-2,2bis(4-chlorfenyl)ethylen), které jsou odolnější než mateřská sloučenina (Ritter 1995).



Obrázek č. 8: Strukturální vzorec DDT (zdroj: Wikipedie)

### Aldrin

Poprvé byl syntetizován v roce 1948 a komerčně se začal vyrábět v roce 1950 jako insekticid. Strukturální vzorec Aldrinu je 1,2,3,4,10,10-hexachlor-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4:5,8-dimethanonafthalen. Používal se k ochraně rostlin jako je kukuřice a brambory a účinně chránil dřevěné konstrukce před termity (Isoptera). Aldrin je rostlinami a zvířaty snadno metabolizován na dieldrin. Zbytky aldrinu se zřídka vyskytují v potravinách a zvířatech, a to jen v malém množství. Dokáže se silně vázat na půdní částice a je velmi odolný proti průniku do podzemních vod. Jeho těkavost je důležitým mechanismem ztráty z půdy. Díky své perzistenci a hydrofobicitě se biokoncentruje hlavně jako své produkty přeměny. Aldrin má nízkou fytotoxicitu, ale pro zvířata a člověka je vysoce toxický. Znamky a příznaky intoxikace zahrnují bolesti hlavy, závratě, nevolnost, zvracení, záškuby svalů a křeče. Při určité dávce může přivodit i smrt. Vzhledem k tomu, že se jedná o perzistentní organickou látku, je regulována Stockholmskou úmluvou. V Československu se mnoho nevyužívala. Zakázána zde byla v roce 1980. (Ritter 1995)

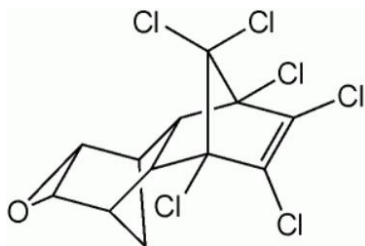


Obrázek č. 9: Strukturální vzorec Aldrinu (zdroj: Wikipedie)

### Dieldrin

Tento insekticid byl společně s Aldrinem syntetizován v roce 1948 a komerčně vyráběn od roku 1950. Aldrin a Dieldrin jsou si vlastnostmi podobné. Strukturální vzorec Dieldrinu je (1aR,2R,2aS,3S,6R,6aR,7S,7aS)-3,4,5,6,9,9-hexachlor-1a,2,2a,3,6,6a,7,7a-oktahydro-2,7:3,6-dimethannafto[2,3-b]oxiren. Dieldrin se silně váže na částice půdy a díky tomu je odolný proti vyluhování do podzemní vody. Důležitým mechanismem ztráty z půdy je jeho těkavost. Díky své perzistentnosti a hydrofobnosti je biokoncentrován. Dieldrin byl v zemědělství využíván proti půdnímu hmyzu a proti několika hmyzích vektorů nemocí. Dále se využíval proti dřevokazným a textilním škůdcům. Tato látka má nízkou fytotoxicitu, ale je vysoce toxický pro člověka a zvířata. Znamky a příznaky akutní intoxikace jsou stejné jako u Aldrinu. V Československu byl v roce 1980 zakázán a mezinárodně je regulován Stockholmskou úmluvou. (Ritter 1995)

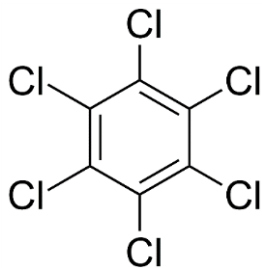




Obrázek č. 10: Strukturní vzorec Dieldrinu (zdroj: Wikipedie)

### Hexachlorbenzen

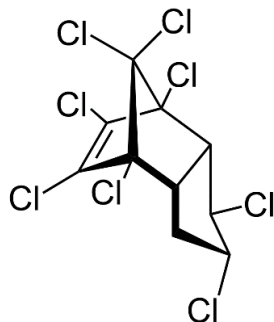
Hexachlorbenzen, zkráceně HCB, je fungicid, který se používal od roku 1954 k ošetření semen. Tato látka je vedlejším produktem při výrobě některých průmyslových chemikálií (např. tetrachlormethan). HCB je vysoce nerozpustný ve vodě, ale je rozpustný v organických rozpouštědlech. Je poměrně těžký a je velmi odolný proti rozpadu. Biokoncentruje se v tuku živých organismů. HCB má nízkou akutní toxicitu, ale může podráždit kůži a dýchací cesty nebo může poškozovat játra. Je karcinogenní a perzistentní. V současnosti je mezinárodně regulován Stockholmskou úmluvou (Ritter 1995).



Obrázek č. 11: Strukturní vzorec HCB (zdroj: Wikipedie)

### Chlordan

Chlordan (1,2,4,5,6,7,8,8-oktachlor-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindan) byl od roku 1945 používán jako širokospektrální kontaktní insekticid, který se používal na ošetření různých zemědělských plodin včetně ovocných stromů. Ve vodě je nerozpustný, ale naopak je dobře rozpustný v organických rozpouštědlech. Snadno se váže na vodní sedimenty a biokoncentráty v tučných organismů. Jedná se o toxickou a částečně těžkou látku. Známkami příznaků intoxikace Chlordanem je například kašel, zvracení, průjem, nevolnost, třes a křeče. Na území České republiky nebyl nikdy vyráběn ani využíván. Tato látka patří mezi perzistentní organické polutanty a je mezinárodně regulována Stockholmskou úmluvou (Ritter 1995).



Obrázek č. 12: Strukturní vzorec E-Chlordanu (zdroj: Wikipedie)

### 5.5.2.2 Pyrethriny a pyrethroidy

Přípravky obsahující pyrethriny a pyrethroidy se ve sledovaném ovocném sadu nikdy nepoužívaly, ač jsou povolené v ochraně ovocných sadů. Předmětná výsadba je v režimu integrované produkce ovoce, kde je paušálně zakázáno tyto látky používat. Důvodem je, že pyrethroidy jsou neselektivní insekticidy, které narušují biodiverzitu a hubí mnoho užitečných organismů. I přesto, že tyto látky nebyly a nejsou v řešeném ovocném sadu používány uvedu zde několik příkladů.

#### Decis Mega

Insekticidní přípravek typu emulze olej ve vodě k hubení živočišných škůdců. Účinnou látkou je deltamethrin 50 g/l (4,80 %). Tato účinná látka je syntetický pyrethroid, který funguje jako kontaktní a požerový jed s významným repelentním a částečným ovicidním účinkem. Nemá systémový účinek, a proto je nutné, aby byly při aplikaci rovnoměrně zasaženy všechny části rostlin. Účinek přípravku Decis Mega může poklesnout, pokud je aplikován při teplotách vyšších než 24°C.



Obrázek č. 13: Chemické symboly nebezpečí pro Decis Mega (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Tento přípravek je toxický a nebezpečný pro životní prostředí. Pro opylovače je vysoce rizikový.

Tabulka č. 25: Návod k aplikaci Decis Mega (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Plodina	Škodlivý organismus	Aplikační dávka přípravku (l/ha, %)	Ochranná lhůta (dny)
Jabloň	Obaleč jablečný	0,02 % Max. 0,2 l/ha	28
Třešeň	Vrtule třešňová	0,02 – 0,025 % Max. 0,25 l/ha	28

V tabulce č. 25 lze najít důležité informace ohledně aplikace přípravku Decis Mega, které zahrnují aplikační dávky a ochrannou lhůtu.

#### Dinastia

Insekticidní přípravek typu emulze olej ve vodě k likvidaci živočišných škůdců. Účinnou látkou je deltamethrin 50 g/l (4,80 %). Tento přípravek funguje jako kontaktní a požerový jed s významným repelentním účinkem proti celé řadě škůdců a s částečným ovicidním účinkem. Není účinný proti sviluškám (Tetranychus). Nemá systémový účinek, a proto je nutno, aby při

aplikaci byly rovnoměrně zasažené všechny části rostlin. Účinkuje i při nižších teplotách, ale při teplotách vyšších než 24° C se může jeho účinnost snižovat.



Obrázek č. 14: Chemické symboly nebezpečí pro Dinastia (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Přípravek Dinastia je toxický a nebezpečný pro životní prostředí.

Tabulka č. 26: Návod k aplikaci Dinastia (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Plodina	Škodlivý organismus	Aplikační dávka přípravku (l/ha, %)	Ochranná lhůta (dny)
Jabloň	Obaleč jablečný	0,02 % Max. 0,2 l/ha	28
Třešeň	Vrtule třešňová	0,02 – 0,025 % Max. 0,25 l/ha	28

Návod pro aplikaci přípravku Dinastia je zapsán v tabulce č. 26.

### 5.5.2.3 Karbamáty

Z karbamátů se v řešeném ovocném sadu používal Insegar 25 WG s účinnou látkou fenoxycarb, jehož platnost byla ukončena v roce 2019 a již se nesmí používat. Dodnes zde používáme přípravek na ochranu rostlin Pirimor 50 WG s účinnou látkou pirimicarb.

#### **Insegar 25 WG**

Postřikový insekticidní přípravek ve formě vodorozpustných dispergovatelných granulí (zkratka WG) sloužící k ochraně jablek proti obaleči jablečnému (*Cydia pomonella*) a slivoní proti obaleči švestkovému (*Cydia funebrana*). Účinnou látkou je 250 g/kg fenoxycarb (25 %). Tato látka je analogem juvenilních hormonů, který narušuje vývoj hmyzu. Inhibuje kuklení a vývoj zdravých imág. Působí také ovicidně a negativně ovlivňuje embryogenezi. Tento přípravek působí kontaktně a požerově. Je účinný i na druhy a populace hmyzu, které jsou rezistentní vůči tradičním insekticidům. Platnost tohoto přípravku byla ukončena v roce 2019.



Obrázek č. 15: Chemické symboly nebezpečí pro Insegar 25 WG (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Insegar 25 WG je látka nebezpečná pro životní prostředí a pro zdraví. Tyto symboly, které se nachází na etiketě jsou uvedeny na obrázku č. 15.

Tabulka č. 27: Návod k aplikaci Insegaru 25 WG (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Plodina	Škodlivý organismus	Aplikační dávka přípravku (kg/ha)	Dávka aplikační kapaliny (l/ha)	Ochranná lhůta (dny)
Jabloň	Obaleč jablečný	0,3	300 – 1 000	60
Slivoň	Obaleč švestkový	0,3	300 – 1 000	28

V tabulce č. 27 jsou znázorněny aplikační dávky pro jednotlivé plodiny a také doba ochranné lhůty.

### Pirimor 50 WG

Jedná se o postřikový insekticid ve formě ve vodě dispergovatelného granulátu, který je účinný proti mšicím (*Aphidoidea*) v širokém spektru plodin, což znamená, že jej lze použít i v jádrovínách a peckovínách (mimo slivoň). Účinnou látkou je pirimikarb 500 g/kg (50 %). Tato látka je selektivním systémovým insekticidem, který slouží jako dotykový, dýchací a požerový jed. Proniká i do listů, odkud je částečně transportován. Působí jako inhibitor cholinesterázy, který potlačuje působení enzymu a ve větších dávkách může způsobovat i smrt. Tento přípravek na ochranu rostlin je zvláště nebezpečný pro opylovače, z důvodu toxicity, a proto nesmí být použit v době květu.



Obrázek č. 16: Chemické symboly nebezpečí pro Pirimor 50 WG (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Na obrázku č. 16 jsou chemické symboly nebezpečí, které charakterizují přípravek Pirimor 50 WG. Jde o látku toxickou a nebezpečnou pro životní prostředí.

Tabulka č. 28: Návod k aplikaci Pirimoru 50 WG (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Plodina	Škodlivý organismus	Aplikační dávka přípravku (kg/ha)	Dávka aplikační kapaliny (l/ha)	Ochranná lhůta (dny)
Jádroviny, peckoviny (mimo slivoň)	Mšice	0,05 - 0,075 % (0,5 kg/ha)	400 – 1 000	7

V tabulce č. 28 je zapsána aplikační dávka a ochranná lhůta pro jádroviny a peckoviny (mimo slivoň).

#### 5.5.2.4 Organofosfáty

Vzhledem k tomu, že předmětná výsadba je v režimu integrované produkce ovoce, tak se zde některé organofosfátové přípravky na ochranu rostlin nesměli vůbec využívat, jelikož pro ně platí stejná pravidla jako pro pyrethryny a pyrethroidy. Například účinná látka chlorpyrifos, která byla nejprve vyloučena a zakázána pro pěstitele v režimu integrované produkce. V roce 2020 byla Evropskou unií ukončena platnost této látky a je zakázáno ji nadále používat. Dalším příkladem je účinná látka dimethoát, která byla součástí několika insekticidů, jež byli v minulém desetiletí postupně zakázány. Mnoho organofosfátových pesticidů již bylo zakázáno a v horizontu několika let budou postupně zakázány zcela všechny v rámci Evropské unie.

Z organofosfátových přípravků se v řešené lokalitě používaly přípravky Zolone s účinnou látkou phosalone a Reldan s účinnou látkou chlorpyrifos-methyl. V současnosti nejsou žádné organofosfátové insekticidy v integrované produkci povoleny.

#### Zolone 35 EC

Postřikový insekticidní přípravek ve formě emulgovatelného koncentráту určený k ničení savého a žravého hmyzu v ochraně rostlin. Účinnou látkou je 350 g/l phosalone. Tento přípravek na ochranu rostlin působí jako kontaktní a požerový jed s výrazným hloubkovým účinkem. Vykazoval dobré reziduální a vedlejší akaricidní účinky. Jeho platnost byla ukončena v roce 2008.

<b>F R10</b>	<b>Xn</b>	<b>N</b>
		
<b>Hořlavé</b>	<b>Zdraví škodlivý</b>	<b>Nebezpečný pro životní prostředí</b>

Obrázek č. 17: Chemické symboly nebezpečí pro Zolone 35 EC (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Přípravek na ochranu rostlin Zolone 35 EC obsahuje látky hořlavé a nebezpečné pro zdraví a životní prostředí. Vzhledem k tomu, že platnost tohoto přípravku byla ukončena v roce 2008 se na jeho etiketě nacházeli původní piktogramy bezpečnostní klasifikace.

Tabulka č. 29: Návod k aplikaci Zolone 35 EC (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

<b>Plodina</b>	<b>Škodlivý organismus</b>	<b>Dávka (l/ha) Koncentrace (%)</b>	<b>Ochranná lhůta (dny)</b>
Jádroviny, peckoviny	Saví a žraví škůdci	0,2 %	21
Jabloň	Pilatka jablečná	2,5 l/ha	21
Slivoň	Pilatka švestková, pilatka žlutá	2,5 l/ha	21

V tabulce č. 29 je zapsáno, pro které plodiny a škodlivé činitele byl Zolone 35 EC určen. Taktéž se tam nachází aplikační dávky a ochranné lhůty.

### Reldan 22 EC

Postřikový širokospektrální insekticid ve formě emulgovatelného koncentrátu pro ředění vodou určený mimo jiné k hubení savých a žravých škůdců na ovocných dřevinách. Účinnou látkou je chlorpyrifos – methyl 225 g/l (cc 21,39 %). Tento přípravek působí jako kontaktní, požerový a dýchací insekticid s výrazným fumigačním efektem. Po aplikaci proniká do rostlinných pletiv, ale není rozváděn cévními svazky dál do rostliny. Vykazuje reziduální aktivitu, která snižuje počet nutných insekticidních zásahů v období déle trvajících tlaku škůdců. Likviduje škůdce ve všech vývojových stádiích, pokud jsou tímto přípravkem zasaženi. Platnost Reldanu 22 EC byla ukončena v roce 2020.

V řešeném ovocném sadu byl Reldan 22 EC využíván jednou za sezonu, konkrétně v předjaří v kombinaci s insekticidy na bázi olejů (Ekol). Cílem byla likvidace líhnoucích se zimních škůdců (např. různé druhy mšic (*Aphidoidea*)).



Obrázek č. 18: Chemické symboly nebezpečí pro Reldan 22 EC (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Obrázek č. 18 znázorňuje charakteristické symboly pro Reldan 22 EC. Tento přípravek obsahuje látky dráždivé a nebezpečné pro zdraví a životní prostředí.

Tabulka č. 30: Návod k aplikaci Reldanu 22 EC (zdroj: Registr přípravků, ÚKZÚZ)

Plodina	Škodlivý organismus	Dávkování (l/ha)	Ochranná lhůta (dny)
Jabloň	Pílatka jablečná	2,7	21
Jabloň	Obaleč jablečný	2,25	21
Jabloň	Mšice jabloňová, mšice jitrocelová	2,7	21

Důležité informace pro použití Reldanu 22 EC lze nalézt v tabulce č. 30. Jedná se o druh škodlivého organismu, aplikační dávky a ochrannou lhůtu.

## 5.6 Potenciální kontaminace půdy prostřednictvím kapkové závlahy

Kapková závlaha je dnes nezbytnou součástí nových ovocných výsadeb. Pro účely závlahy slouží užitková voda, která by mohla obecně být potenciálním kontaminantem půdy těžkými kovy. Dle ČSN 757143 Jakost vody pro závlahu jsou stanoveny mezní hodnoty pro vybrané těžké kovy, konkrétně kadmium, olovo a měď. Tyto hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 31.

Tabulka č. 31: Mezní hodnoty obsahu těžkých kovů ve vodě pro závlahu dle ČSN 757143

Těžký kov	Mezní hodnota (mg/l)
Kadmium	0,02
Olovo	0,1
Měď	2

Kapková trubice má jednotlivé kapkovače vzdálené 1 metr. Na 1 hektaru půdy při běžném provozu nakape 5 000 litrů vody za 1 hodinu. Každý den je 1 hektar výsadby zavlažován 3 hodiny a za tuto dobu na této ploše nakape 15 000 litrů vody. Závlaha je v provozu od poloviny května do poloviny září, tedy přibližně 120 dní. Za toto celé období (120 dní) se spotřebuje 1 800 000 litrů vody. S tímto množstvím závlahové vody, za jeden rok na jeden hektar půdy, může do půdy potenciálně přijít, dle mezních hodnot, v maximálním množství celkem 180 g olova, 36 g kadmia a 3 600 g mědi.

## 6 Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit jakým způsobem mohou těžké kovy kontaminovat půdu a zdali je tato kontaminace možná při používání přípravků na ochranu rostlin. Toto hodnocení je zaměřeno na konkrétní pozemek, na kterém se nachází ovocný sad, jehož majitel mi poskytl protokoly o půdní zkoušce na těžké kovy. Těchto protokolů je celkem pět a mapují období od roku 2006 do roku 2016 a jsou v nich vyhodnoceny rozbory půdy pro obsah těchto těžkých kovů a metaloidů: kadmium, olovo, rtuť, arzen a chrom. Ve výsledku byl za celé sledované období obsah sledovaných prvků v podstatě neměnný, nedošlo k žádnému výraznému zvýšení či snížení. Z toho vyplývá, že používání přípravků na ochranu rostlin a hnojiv nemělo na obsah těžkých kovů v půdě na sledovaném pozemku v podstatě žádný vliv.

V současnosti se již nesmí používat žádné přípravky na ochranu rostlin, které by obsahovaly těžké kovy, kromě přípravků měďnatých. Měď je jediným těžkým kovem, na jehož bázi se přípravky na ochranu rostlin stále vyrábí a používají po celém světě. Při aplikaci měďnatých přípravků je třeba dodržovat nařízení stanovené Evropskou unií, které udává, že maximální aplikační dávka mědi je 4 kg/ha/rok na stejném pozemku a nesmí být překročena ani při použití vícera přípravků na bázi mědi. Poskytnuté protokoly neobsahují data ohledně výskytu mědi v půdě, a tak nelze určit kolik mědi se v půdě řešeného ovocného sadu nachází. Lze ale říct, že těžké kovy (kromě mědi) se v současnosti do půdy z přípravků na ochranu rostlin a jejich reziduí nedostávají. Je možné, že část těžkých kovů, která se v půdě v této době nachází, byla součástí reziduí přípravků na bázi některých těžkých kovů, které se hojně využívaly v minulém století.

Potenciálním kontaminantem půd mohou dnes být hnojiva, jelikož se v nich ve stopovém množství nachází některé těžké kovy. Konkrétně jde o kadmium, olovo, rtuť, arzen a chrom. Zhodnocení potenciální kontaminace půd z hnojiv v řešeném ovocném sadu se nachází v podkapitole 4.4. Z hnojiv se do půd nejvíce dostává chrom a kadmium, naopak nejméně se do půdy dostává rtuť.

Možným potenciálním kontaminantem půdy těžkými kovy by mohla být i závlahová voda. Dle ČSN 757143 Jakost vody pro závlahu jsou stanoveny mezní hodnoty těžkých kovů, konkrétně kadmia, olova a mědi. I tato možnost byla pro řešenou lokalitu prošetřena, jelikož je na 3,5 ha ovocného sadu vybudována kapková závlaha. Ve výsledku se do půdy, prostřednictvím závlahové vody, pravděpodobně dostává nejvíce mědi a nejméně kadmia. Vše je zahrnuto v podkapitole číslo 4. 6.

Z konečných výsledků vyplývá, že v současnosti největším možným potenciálním kontaminantem jsou hnojiva, ale i za předpokladu jejich aplikace s limitními obsahy sledovaných prvků by nedošlo prakticky k žádnému jejich navýšení za posledních 15 let hnojení. Z přípravků na ochranu rostlin (kromě měďnatých) není kontaminace půdy těžkými kovy v současné době možná.



## 7 Literatura

BEARD, J.: 2006. DDT and human health. *Science of The Total Environment*. **355**(1-3), 78-89. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2005.02.022

BRUNETTO, G., FERREIRA, P. A. A., MELO, G. W., CERETTA, C. A., TOSELLI, M.: 2017. Heavy metals in vineyards and orchard soils. *Revista Brasileira de Fruticultura*. DOI: 10.1590/0100-29452017263

CYČOŇ, M., PIOTROWSKA-SEGET, Z.: 2006. Transformations of pesticides in soil environment - a review. *Pesticidy* 3 - 4, 45 - 56. ISSN 0208-8703.

DUMALASOVÁ, V., FAJFEROVÁ, M., BARTOŠ, P.: 2007. Opatření k omezení škod působených sněti mazlavou a sněti zakrslou na pšenici: metodika pro praxi a šlechtitelská pracoviště. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 978-80-87011-38-6.

FRIDRICHOVSKÁ, J., GAZDÍKOVÁ, B., OBDRŽÁLKOVÁ, D., PETERKA, V., PICKA, K., ŘEHÁK, V., ŠEDIVÝ, J., ZAPLETAL, M.: 2010. Příručka odborné způsobilosti pro zacházení s přípravky na ochranu rostlin. 2010. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR. ISBN 918-80-02-02275-6.

HOFFMAN, D. J.: 2003. *Handbook of ecotoxicology*. 2nd edition. Boca Raton: Lewis Publishers. ISBN 15-667-0546-0.

HUSAK, V.: 2015. Copper and copper-containing pesticides: metabolism, toxicity and oxidative stress. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*. 2(1), 39-51. Dostupné z: doi:10.15330/jpnu.2.1.39-51

KAFKA, Z., PUNČOCHÁŘOVÁ, J.: 2002. Těžké kovy v přírodě a jejich toxicita. *Chemické listy* 96, 611 - 617.

KUMAR, V., KUMAR, P.: 2019. Pesticides in agriculture and environment: Impacts on human health. *Contaminants in Agriculture and Environment: Health Risks and Remediation*. Agro Environ Media - Agriculture and Environmental Science Academy, Haridwar, India, 2019, 76-95. ISBN 9788194201700. Dostupné z: doi:10.26832/AESA-2019-CAE-0160-07

PAVLŮ, L.: 2018. *Základy pedologie a ochrany půd*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 978-80-213-2876-1.

RITTER, L., K. R. SOLOMON a J. FORGET, 1995. *A Review of Selected Persistent Organic Pollutants*. Canada.

Registr přípravků na ochranu rostlin: 2021. ÚKZÚZ. Ministerstvo zemědělství ČR.

Registr hnojiv: 2021. ÚKZÚZ. Ministerstvo zemědělství ČR.

SÁŇKA, M., VÁCHA, R., POLÁKOVÁ, Š., FIALA, P.: 2018. Kritéria pro hodnocení produkčních a ekologických vlastností půd. Ministerstvo životního prostředí, Praha. ISBN 978-80-7212-627-9.

SADOWNIK.: 2020. Arsen w sadownictwie - negatywne skutki odczuwalne do dzisiaj, 2020. Sadownik.pl [online].

SINGH, N. S., SHARMA, R., PARWEEN, T., PATANJALI, P. K.: 2018. Pesticide Contamination and Human Health Risk Factor. Modern Age Environmental Problems and their Remediation. Springer International Publishing, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-64501-8\_3

SMOLÁK, J., BLATTNÝ, C.: 1954. Fytopathologie: učební text pro zemědělské technické školy. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

STEHLÍK, V.: 1972. Naučný slovník zemědělský. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

ŠARAPATKA, B.: 1996. Pedologie. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého. ISBN 80-706-7590-X.

VEJVODOVÁ, A.: 2016. Integrovaná produkce ovoce: informační materiál pro zemědělce. 2., aktualizované vydání. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-297-4.

YADAV, I. Ch., DEVI, N. L.: 2017. Pesticides Classification and Its Impact on Human and Environment. Environmental Science and Engineering, Volume 6: Toxicology. s. 141-158.

## 8 Samostatné přílohy



**EKO-LAB Žamberk spol. s r.o. Zemědělská 1004 564 01 Žamberk**  
Zkušební laboratoř akreditovaná ČIA pod registračním číslem 1254  
tel.: 465 613 340, 602 437 181, fax: 465 611 292, [ekolab@zamberk.cz](mailto:ekolab@zamberk.cz), [ekolab.zamberk.cz](http://ekolab.zamberk.cz)



### Protokol o zkoušce č. 875-P-2006/J

List číslo : 1  
Počet listů: 1

**Zákazník :** *Ing. Martin Ludvík*  
č.p.219  
507 73 Dobrá Voda u Hořic

**Vzorek číslo :** 875-P  
**Materiál :** Půda  
**Popis vzorku :** Půda-jabloň / Dobrá Voda u Hořic  
**Odběr vzorku :** EKO-LAB Žamberk s.r.o. - p. Ulrych 15.9.2006 /sonda 30cm/  
**Poznámka :** Výsledky rozborů jsou uvedeny ve 100%-ní sušině (dle vyhl. 119/2005 Sb).  
**Datum příjmu :** 19. 9.2006 Datum provedení zkoušky : 19. 9.2006 - 9.11.2006

Parametr	Výsledek	Jednotka	Hodnoty dle 119/2005 Sb.	Nejistota měření	Dle metodiky
Kadmium výluh v lučavce	<b>0.146</b>	mg/kg	0.4 MH	15 %	(A)-SOP 536 (ČSN EN 13804)
Olovo výluh v lučavce	<b>18.95</b>	mg/kg	100 MH	15 %	(A)-SOP 536 (ČSN EN 13804)
Chrom výluh v lučavce	<b>22.08</b>	mg/kg	50 MH	15 %	(A)-SOP 536 (ČSN EN 13804)
Rtuť totální	<b>0.0459</b>	mg/kg	0.6 MH	10 %	(A)-SOP 519 (TNV 75 7440)
Arzen výluh v lučavce	<b>7.740</b>	mg/kg	30 MH	15 %	(A)-SOP 536 (ČSN EN 13804)

MH - mezní hodnoty v půdách totální obsah (v lučavce)  
(A)-akreditovaná zkouška, (N)-neakreditovaná, (S)-subdodavatelsky zajištěná akreditovaná zkouška  
Výsledky zkoušek platí pro zkoušený vzorek. Protokol může být reprodukován bez písemného souhlasu jedině celý.  
Uvedená rozšířená nejistota měření je dána dokumentem EA 4/16. Nejistoty nezohledňují vlivy odběru. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem QUAM:2000.

Datum vydání : 9.11.2006

Vydal(a) : p. Magda Labíková  
zástupce vedoucí zkuš. laboratoře



*Labikova*

Příloha č. 1: Protokol o zkoušce půdy na obsah vybraných rizikových prvků z roku 2006 provedený firmou EKO-LAB Žamberk spol. s r. o.



## Protokol o zkoušce č. 1327-P-2008/H

List číslo : 1  
 Počet listů: 1

**Zákazník :** *Ing.Martin Ludvík*  
 č.p.219  
 507 73 Dobrá Voda u Hořic

**Odběr vzorku :** EKO-LAB Žamberk spol. s r.o.- p.Ulrych 13.8.2008 /sonda 30cm/  
**Poznámka :** Rozbory půd dle vyhl. 79/2007 Sb.  
**Datum příjmu :** 14. 8.2008 Datum provedení zkoušky : 14. 8.2008 - 1. 9.2008

<b>Vzorek č. Materiál</b>	<b>Popis vzorku</b>
1327-P Půda	Půda jabloň-prův.č.17 Dobrá Voda u Hořic č.bl.3503/2
1328-P Půda	Půda hrušeň-prův.č.18 Dobrá Voda u Hořic č.bl.3503/2
1329-P Půda	Půda třešeň-prův.č.19 Dobrá Voda u Hořic č.bl.3503/2

Parametr	Jednotka	Vz. č. 1327-P	Vz. č. 1328-P	Vz. č. 1329-P
Kadmium výluh v lučavce	mg/kg	0.125	0.217	0.146
Olovo výluh v lučavce	mg/kg	22.7	23.0	20.2
Chrom výluh v lučavce	mg/kg	23.4	26.3	20.1
Rtuť totální	mg/kg	0.0653	0.0498	0.0543
Arzen výluh v lučavce	mg/kg	7.218	8.869	7.573

Parametr	Jednotka	Hodnoty dle 79/2007Sb.*)	Nejistota měření	Dle metodiky
Kadmium výluh v lučavce	mg/kg	0.4 MH	15 %	(A)-SOP 536 (ČSN EN 13804)
Olovo výluh v lučavce	mg/kg	100 MH	15 %	(A)-SOP 536 (ČSN EN13804)
Chrom výluh v lučavce	mg/kg	100 MH	15 %	(A)-SOP 536 (ČSN EN 13804)
Rtuť totální	mg/kg	0.6 MH	10 %	(A)-SOP 519 (TNV 75 7440)
Arzen výluh v lučavce	mg/kg	30 MH	15 %	(A)-SOP 536 (ČSN EN 13804)

MH - mezní hodnoty v půdách totální obsah (v lučavce \*) ve znění pozdějších předpisů  
 (A)-akreditovaná zkouška, (N)-neakreditovaná, (S)-subdodavatelsky zajištěná akreditovaná zkouška, FA - zkouška flexibilně akreditovaná, ZL byl přiznán ČIA flexibilní rozsah akreditace typu 1 a 2. ZL může zařazovat aktuální normalizované nebo technicky ekvivalentní metody zkoušení (FA1) a modifikované metody (FA2) v dané oblasti akreditace v případě, že princip měření je zachován.  
 Výsledky zkoušek platí pro zkoušený vzorek. Protokol může být reprodukován bez písemného souhlasu jedině celý.  
 Rozšířená nejistota měření je dána dokumentem EA 4/16. Nejistoty nezohledňují vlivy odběru. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem QUAM:2000.

Datum vydání : 2. 9.2008

Vydal(a) : p.Magda Labíková  
 zástupce vedoucí zkuš.laboratoře



STÁTNÍ ZEMĚDĚLSKÝ INTERVENČNÍ FOND  
 Praha

Kontrola  
 Z2400/0480 31-08-2010

Příloha č. 2: Protokol o zkoušce půdy na obsah vybraných rizikových prvků z roku 2008 provedený firmou EKO-LAB Žamberk spol. s r. o.



**EKO-LAB Žamberk spol. s r.o. Zemědělská 1004 564 01 Žamberk**

Zkušební laboratoř akreditovaná ČIA pod registračním číslem 1254  
tel.: 465 613 340, 602 437 181, fax: 465 611 292, ekolab@zamberk.cz, ekolab.zamberk.cz



## Protokol o zkoušce č. 1169-P-2011/H

List číslo : 1  
Počet listů: 1

**Zákazník :** Ing. Martin Ludvík  
č.p.219  
507 73 Dobrá Voda u Hořic

**Odběr vzorku :** EKO-LAB Žamberk spol.s r.o.,p.Ulrych 7.7.2011  
**Vzork.postup :** (A)-SOP 761 (Pracovní postup pro AZP ÚKZÚZ Brno,1999, vyhl.400/2004 Sb.MZe)  
**Poznámka :** Rozbory půd dle vyhl. 79/2007 Sb./výsledky jsou uvedeny ve 100%-ní sušině/  
**Datum příjmu :** 8. 7.2011 Datum provedení zkoušky : 8. 7.2011 - 29. 7.2011

Vzorek č. Materiál	Popis vzorku
1169-P Půda	Půda č.1 Dobrá Voda č.pūd.bloku 3503/2
1170-P Půda	Půda č.2 Dobrá Voda č.pūd.bloku 3503/2
1171-P Půda	Půda č.3 Dobrá Voda č.pūd.bloku 3503/2

Parametr	Jednotka	Vz. č. 1169-P	Vz. č. 1170-P	Vz. č. 1171-P
Kadmium výluh v lučavce	mg/kg	0.327	0.289	0.306
Olovo výluh v lučavce	mg/kg	21.6	18.4	18.4
Chrom výluh v lučavce	mg/kg	21.6	18.7	19.4
Rtuť totální	mg/kg	0.0472	0.0392	0.0324
Arzen výluh v lučavce	mg/kg	7.607	7.026	7.173

Parametr	Jednotka	Hodnoty dle 79/2007Sb.*)	Nejistota měření	Dle metodiky
Kadmium výluh v lučavce	mg/kg	0.4 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)
Olovo výluh v lučavce	mg/kg	100 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)
Chrom výluh v lučavce	mg/kg	100 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)
Rtuť totální	mg/kg	0.6 MH	10 %	(A)-SOP 519 (ČSN 75 7440)
Arzen výluh v lučavce	mg/kg	30 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)

MHI - nezní hodnoty v půdách totální obsah (v lučavce) \*) ve znění pozdějších předpisů  
(A)-akreditovaná zkouška, (N)-neakreditovaná, (S)-subdodavatelky zajištěná akreditovaná zkouška, FA - zkouška flexibilně akreditovaná, ZL byl přiznán ČIA flexibilní rozsah akreditace typu 1 a 2. ZL může zařazovat aktuální normalizované nebo technicky ekvivalentní metody zkoušení (FA1) a modifikované metody (FA2) v dané oblasti akreditace v případě, že princip měření je zachován.  
Výsledky zkoušek platí pro zkoušený vzorek. Protokol může být reprodukován bez písemného souhlasu jedině celý.  
Výsledky zkoušek jsou uváděny s nejistotou stanovení vyjádřenou jako rozšířená nejistota s koeficientem rozšíření k=2 (pro hladinu významnosti 95%). Nejistoty nezohledňují vlivy odběru.

Datum vydání : 29. 7.2011

Vydal(a) :

ing. Karel Valenta  
správce inf. systému, chemik



Příloha č. 3: Protokol o zkoušce půdy na obsah vybraných rizikových prvků z roku 2011 provedený firmou EKO-LAB Žamberk spol. s r. o.



**EKO-LAB Žamberk spol. s r.o. Zemědělská 1004 564 01 Žamberk**

Zkušební laboratoř akreditovaná ČIA pod registračním číslem 1254  
tel.: 465 613 340, 465 613 364, [ekolab@zamberk.cz](mailto:ekolab@zamberk.cz), [ekolab.zamberk.cz](http://ekolab.zamberk.cz)



## Protokol o zkoušce č. 1315-P-2014/J

List číslo : 1  
Počet listů: 1

**Zákazník :** *Ing. Martin Ludvík*  
č.p.219  
507 73 Dobrá Voda u Hořic

**Vzorek číslo :** 1315-P  
**Materiál :** Půda  
**Popis vzorku :** Půda - nová výsadba / Dobrá Voda č.půd.bloku 3503/2  
**Odběr vzorku :** EKO-LAB Žamberk spol.s r.o.,p.Karel Vomáčka 6.8.2014/lopatkou/  
**Vzork.postup :** (A)-SOP 761 (Pracovní postup pro AZP ÚKZÚZ Brno,1999, vyhl.400/2004 Sb.MZe)  
**Poznámka :** Rozbory půd dle vyhl. 79/2007Sb.  
**Datum příjmu :** 7. 8.2014      **Datum provedení zkoušky :** 7. 8.2014 - 15. 8.2014

Parametr	Výsledek	Jednotka	Hodnoty dle 79/2007Sb.*)	Nejistota měření	Dle metodiky
Kadmium výluh v lučavce	<b>0.068</b>	mg/kg	0.4 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)
Olovo výluh v lučavce	<b>17.9</b>	mg/kg	100 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)
Chrom výluh v lučavce	<b>23.1</b>	mg/kg	100 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)
Rtuť totální	<b>0.0358</b>	mg/kg	0.6 MH	15 %	(A)-SOP 519 (ČSN 75 7440)
Arzen výluh v lučavce	<b>8.606</b>	mg/kg	30 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)

MH - mezní hodnoty v půdách totální obsah (v lučavce \*) ve znění pozdějších předpisů  
(A)-akreditovaná zkouška, (N)-neakreditovaná, (S)-subdodavatelsky zajištěná akreditovaná zkouška, FA - zkouška flexibilně akreditovaná, ZL byl přiznán ČIA flexibilní rozsah akreditace. ZL může zařazovat aktuální normalizované nebo technicky ekvivalentní metody zkoušení a modifikované metody v dané oblasti akreditace v případě, že princip měření je zachován.

Výsledky zkoušek platí pro zkoušený vzorek. Protokol může být reprodukován bez písemného souhlasu jedině celý.  
Výsledky zkoušek jsou uváděny s nejistotou stanovení vyjádřenou jako rozšířená nejistota s koeficientem rozšíření k=2 (pro hladinu významnosti 95%). Nejistoty nezohledňují vlivy odběru.

Datum vydání : 15. 8.2014



Vydal(a) :

p.Magda Labíková  
zástupce vedoucí ZL

*Labikova*

Příloha č. 4: Protokol o zkoušce půdy na obsah vybraných rizikových prvků z roku 2014 provedený firmou EKO-LAB Žamberk spol. s r. o.



## Protokol o zkoušce č. 2250-P-2016/J

List číslo : 1  
 Počet listů: 1

Zákazník : **Ing.Martin Ludvík**  
 č.p.219  
 507 73 Dobrá Voda u Hořic

Vzorek číslo : 2250-P  
 Materiál : Půda  
 Popis vzorku : Půda / číslo půd. bloku 3501/10  
 Odběr vzorku : EKO-LAB Žamberk spol.s r.o.p.Karel Vomáčka dne 4.10.2016  
 Vzork.postup : (A)-SOP 761 (Pracovní postup pro AZP ÚKZÚZ Brno,1999, vyhl.400/2004 Sb.MZe))  
 Poznámka : Rozbor půdy dle NV 75/2015 Sb. Výsledky rozborů jsou uvedeny ve 100%-ní sušině.  
 Datum příjmu : 5.10.2016 Datum provedení zkoušky : 5.10.2016 - 14.10.2016

Parametr	Výsledek	Jednotka	Hodnoty dle 75/2015Sb.*)	Nejistota měření	Dle metodiky
Kadmium výluh v lučavce	<b>0.205</b>	mg/kg	0.4 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)
Olovo výluh v lučavce	<b>15.9</b>	mg/kg	100 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)
Chrom výluh v lučavce	<b>22.6</b>	mg/kg	100 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)
Rtuť totální	<b>0.0466</b>	mg/kg	0.6 MH	15 %	(A)-SOP 519 (ČSN 75 7440)
Arzen výluh v lučavce	<b>7.902</b>	mg/kg	30 MH	15 %	(A)-SOP 536 C (JPP-ÚKZÚZ)

MH - mezní hodnoty v půdách totální obsah (v lučavce) \*) ve znění pozdějších předpisů  
 (A)-akreditovaná zkouška, (N)-neakreditovaná, (S)-subdodavatelsky zajištěná akreditovaná zkouška, FA - zkouška flexibilně akreditovaná. ZL byl přiznán ČIA flexibilní rozsah akreditace. ZL může zařazovat aktuální normalizované nebo technicky ekvivalentní metody zkoušení a modifikované metody v dané oblasti akreditace v případě, že princip měření je zachován.  
 Výsledky zkoušek platí pro zkoušený vzorek. Protokol může být reprodukován bez písemného souhlasu jedině celý.  
 Výsledky zkoušek jsou uváděny s nejistotou stanovení vyjádřenou jako rozšířená nejistota s koeficientem rozšíření k=2 (pro hladinu významnosti 95%). Nejistoty nezohledňují vlivy odběru. U výsledků pod mezí stanovitelnosti a u mikrobiologických zkoušek, kde je výsledek nižší než 10 KTJ a nebo je výsledek vyjádřen jako >200 KTJ nebo >400 KTJ se nejistota měření neuvádí.

Datum vydání : 14.10.2016



Vydal(a) : p.Pavla Janovcová  
 zástupce vedoucí ZL

Příloha č. 5: Protokol o zkoušce půdy na obsah vybraných rizikových prvků z roku 2016 provedený firmou EKO-LAB Žamberk spol. s r. o.