



Středoškolská technika 2012

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Ekologické vs. konvenční zemědělství – obsahy rizikových látek

Lenka Bartošová

První soukromá jazykové gymnázium Hradec Králové, spol. s r. o.,

Brandlova 875, Hradec Králové 3, 500 03

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Lady Kacálkové, Ph.D. a Miroslava Bartoše a veškerou použitou literaturu jsem uvedla v seznamu literatury. Postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V dne podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych na tomto místě poděkovala mé konzultantce slečně dr. Kacálkové za poskytnutí rad, připomínek, materiálu a za její obětavost a za celkový přístup. Dále pak mé díky patří panu Miroslavu Bartošovi za nezištné poskytnutí materiálu i vlastních vědomostí.

Velmi ráda bych také chtěla poděkovat katedře biologie PřF UHK za financování celého projektu, a tím i za možnost realizovat tento projekt.

ABSTRAKT

Cílem tohoto projektu je popsat odlišnosti ve fungování ekologického a konvenčního zemědělství. V experimentální části projektu se porovnává obsah kadmia na plodině jarního máku s použitím fosforečného hnojiva Amofos (konvenční zemědělství), oproti bio máku (ekologické zemědělství).

Vzorky pro analýzu byly použity z pole soukromých zemědělců Miroslava Bartoše a jeho manželky Aleny Bartošové. Pole se nachází v Lipovce a bylo na něm zaseto dne 3.1.2011 a sklizeno 25.8.2011. Analýzu obsahu kadmia prováděl Zdravotní ústav se sídlem v Hradci Králové. Tato analýza jednoročního experimentu byla financována ze specifického výzkumu katedry biologie PřF UHK.

Dále si tato práce klade za cíl zjistit:

- zdali používané fosforečné hnojivo obsahuje povolené množství kadmia
- zdali se kadmium hromadí v půdě ve vyšších koncentracích
- v jakých částech máku (kořen, stonek, list, semeno) se hromadí nejvyšší a nejnižší množství kadmia
- zdali je rozdíl v obsahu kadmia v semenech sklizených v nezralém stavu oproti zralým semenům

Výsledkem byla zjištění, že:

- se v zemědělské půdě na testovaném poli nehromadí kadmium v nadlimitních koncentracích.
- fosforečné hnojivo značky Amofos neobsahuje nadlimitní množství kadmia.
- bio mák obsahuje nadlimitní množství kadmia oproti máku vypěstovanému v konvenčním zemědělství.
- největší množství kadmia se hromadí v kořenech.

Klíčová slova: mák, kadmium, konvenční zemědělství, ekologické zemědělství, fosforečná hnojiva

ABSTRACT

The purpose of this project is to describe the differences in functioning of ecologic and conventional agriculture. In the experimental part of the project, the content of cadmium in a spring poppy plant by the usage of the phosphorus fertilizer called Amofos (conventional agriculture) is compared to its content in bio poppy plant (ecologic agriculture).

Samples for the analysis were collected from the field of private farmers Miroslav Bartoš and his wife Alena Bartošová. The field is located in Lipovka and it was seeded on 3 January 2011 and harvested on 25 August 2011. The analysis of the content of cadmium was done by the Institute of health in Hradec Králové. This one-year experiment was financed from the fond for the specific research by the department of biology at PŘF- UHK (Faculty of Science at University of Hradec Králové).

The purposes of this study are to find out:

- If the used phosphorus fertilizer contains permitted degree of cadmium
- Whether cadmium musters in the ground in higher concentrations.
- In which part of poppy (roots, stalk, leaf, seed) the lowest and highest degree of cadmium is piled up
- Whether there are any differences between the contents of cadmium in seeds harvested too early to seeds harvested at the proper time

Conclusions are:

- In agricultural soil on the tested field cadmium was not piled up in overlimited degrees
- Phosphorus fertilizer Amofos does not contain overlimited degrees of cadmium.
- Bio poppy contains overlimited degree of cadmium compad to agricultural poppy
- The highest degree of cadmium is accumulated in the roots

Key words: poppy, cadmium, conventional agriculture, ecologic agriculture, phosphorus fertilizer

OBSAH

1	Úvod	1
2	Literární přehled	2
2.1	Ekologické zemědělství.....	2
2.1.1	Co je ekologické zemědělství?	2
2.1.2	Zákony a normy.....	2
2.1.3	Označování produktů.....	3
2.1.4	Půda a její obhospodařování.....	3
2.1.5	Živočišná výroba.....	3
2.1.6	Náklady	3
2.2	Konvenční zemědělství	4
2.2.1	Co je to konvenční zemědělství?	4
2.2.2	Zákony a normy.....	4
2.2.3	Půda a její obhospodařování.....	5
2.2.4	Živočišná výroba.....	5
2.2.5	Náklady	5
	Hospodářství manželů Bartošových	6
2.3	6
2.3.1	Poloha.....	6
2.3.2	Vzhled.....	6
2.3.3	Historie	6
2.3.4	Současnost.....	6
2.3.5	Rozloha	6
2.3.6	Dotace EU.....	7
2.3.7	Dotace úroků	7
2.4	Mák setý	8

2.4.1	Obecné údaje	8
2.4.2	Požadavky maku	8
2.4.2.1	Požadavky na vnější prostředí	8
2.4.2.2	Požadavky na světlo, teplo a vláhu	8
2.4.3	Výsev	9
2.4.3.1	Setí	9
2.4.3.2	Osivo a jeho příprava	9
2.4.3.3	Doba výsevu	9
2.5	Hnojiva	10
2.5.1	Organická hnojiva	10
2.5.2	Chemická hnojiva	10
2.5.2.1	Jednosložková:	11
2.5.2.2	Vícesložková:	11
2.5.3	Přechod chemických látek z hnojiv do půdy a potravin	11
2.6	Kadmium	12
2.6.1	Kadmium v půdě	12
2.6.2	Limity obsahu kadmia	12
2.6.3	Příjem kadmia rostlinami	12
3	Praktická část	14
3.1	Hypotézy	14
3.2	Metodologie	15
3.3	Legislativa	16
3.4	Výsledky analýz	17
4	Závěr	22
5	Zdroje	24
5.1	Knižní zdroje	24

5.2	Internetové zdroje	24
6	Přílohy	27
6.1	Seznam pojmů.....	27

1 ÚVOD

Projekt s názvem Ekologické vs. Konvenční zemědělství – obsahy rizikových látek jsem si zvolila na základě toho, že rodiče vlastní rodinnou farmu, na které pracují. Věnují se především rostlinné výrobě. Zajímalo mě, zdali má používání chemikálií negativní vliv na pěstované plodiny a půdu v konvenčním zemědělství. A zda plodiny vypěstované v konvenčním zemědělství obsahují chemické látky ve vyšší koncentraci, nežli plodiny pěstované v ekologickém zemědělství.

Někteří autoři přímo uvádí, že aplikace fosforečných hnojiv na půdu zvyšuje množství kadmia v půdě. Například Voplakal (2001), Bauerová (2012) a další autoři uvádějí, že hnojení fosforečnými hnojivy často přináší nezanedbatelné zamoření půdy doprovodnými toxickými látkami (zejména kadmíem).

Tento projekt se zabývá popisem odlišnosti v principu fungování ekologického a konvenčního zemědělství. Dále pak díky výsledkům analýz zjišťuje, zda-li bio mák obsahuje nižší množství kadmia oproti máku vypěstovaném v konvenčním zemědělství s použitím fosforečných hnojiv, zda-li dochází aplikací fosforečného hnojiva ke zvyšování koncentrace Cd v půdě nad povolenou mez a ve které části rostliny máku setého se hromadí Cd v nejvyšších koncentracích.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Ekologické zemědělství

2.1.1 CO JE EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ?

Pod pojmem ekologické zemědělství se ve zjednodušené formě rozumí zemědělský systém, který poskytuje spotřebitelům čerstvé a zdravotně nezávadné plodiny. Avšak ekologické zemědělství je mnohem složitější pojem a je také součástí mnoha dalších se zemědělstvím souvisejících oborů. Pomocí pravidel, která jsou přísně dodržována a kontrolována a také sofistikovaných principů je zajištěno minimální působení negativních vlivů člověka na životní prostředí. Tyto pravidla a principy také zajišťují funkčnost tohoto systému. Ekologické zemědělství je velice pokrokový způsob hospodaření, který nevyužívá chemických prostředků a umělých látek k dosahování požadovaných výsledků v kvalitě a množství produktů. (Ministerstvo zemědělství, 2011)

2.1.2 ZÁKONY A NORMY

Tento typ zemědělství se v Evropské unii vyvíjí již několik desítek let. V roce 1994 se stalo ekologické zemědělství součástí hospodářské resp. zemědělské politiky Evropské unie. V EU je ekologické zemědělství ošetřeno Nařízením Rady (EHS) č. 2092/91 z 24. června 1991 o ekologické produkci zemědělských výrobků a označování zemědělských produktů a potravin. V České republice se problematikou ekologického zemědělství zabývá norma definující kritéria a označování produktů. Touto normou je zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. (Perlinger a kol, 2011)

2.1.3 OZNAČOVÁNÍ PRODUKTŮ

Produkty vytvořené ekologickým zemědělstvím musejí splňovat nařízená pravidla a také musejí být řádně označeny podle stanov EU. Pro toto označování bylo vytvořeno zvláštní logo, které má za účel informovat spotřebitele, že takto označený produkt je produktem ekologického zemědělství a prošel přísnou kontrolou, tudíž byl vytvořen s maximálním ohledem na životní prostředí a je zdravotně nezávadný. Označování bioproduktů tímto logem je právně nařízeno všem producentům těchto výrobků a je nezákonné takto označovat produkty, které neprošli kontrolou. (Generální ředitelství pro zemědělství a rozvoj venkova, 2011)

2.1.4 PŮDA A JEJÍ OBHOSPODAŘOVÁNÍ

Základem Ekologického zemědělství je zdravá půda. Ta je v dnešní době velice ceněna pro její složitou nahraditelnost a neexistenci jiné alternativy. I přes pokračující devastaci půdního fondu chemickými přípravky na velkých plochách zemědělské půdy, existují stále po celé Evropské unii rozsáhlé oblasti se zdravou a nepoškozenou půdou. Tato vysoce bonitní půda poskytuje pěstovaným rostlinám veškeré živiny k jejich zdravému růstu. V oblastech s touto půdou se také pěstují plodiny sloužící jako krmiva pro chov zvířat v rámci ekologického zemědělství. Zemědělec obhospodařující tuto půdu udržuje její vysokou bonitu především organickým hnojením, pestrými osevními postupy a šetrným zpracováním půdy. Za pomoci nejmodernější zemědělské techniky zajišťuje odstranění plevelů. Odstraňování plevelu je nikoliv chemické ale mechanické. (Perlinger a kol, 2011)

2.1.5 ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

Součástí ekologického zemědělství je také chov zvířat. Zvířata chovaná v rámci ekologického zemědělství jsou krmena především produkcí krmiv vlastní ekologické farmy. Tyto krmiva jsou také pěstována podle přísných nařízení pro pěstování bio plodin. Na ekologických farmách nejsou zvířata chována, tak jak to máme mnohdy možnost vidět v médiích. Zvířatům je umožněno žít, tak jak by žili ve svém přirozeném prostředí bez omezování jejich přirozenosti. Výsledkem jsou vysoce kvalitní masné a mléčné produkty, které převyšují produkty z konvenčního zemědělství především výživovou hodnotou a přínosem pro zdraví spotřebitele. (Perlinger a kol, 2011)

2.1.6 NÁKLADY

Vyšší kvalita produktů je ale také spojena s vyššími náklady na produkci. Bio potraviny jsou obecně dražší nežli potraviny z konvenčního zemědělství, avšak podle průzkumů spotřebitelé stále častěji vyhledávají produkty označené logem ekologické produkce a jsou ochotni připlatit za kvalitu a zdraví.

2.2 Konvenční zemědělství

2.2.1 CO JE TO KONVENČNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ?

Konvenční zemědělství neboli intenzivní zemědělství již dávno nevyjadřuje vztah člověka a půdy jak tomu bývalo dříve. V minulých staletích člověk půdu obhospodařoval šetrně a za pomoci pouze přírodních hnojiv. Dnes již tomu tak není. V konvenčním zemědělství se dnes využívají nejrůznější syntetická hnojiva a chemické látky proti škůdcům a nemocem, také se využívá geneticky modifikovaných rostlin. (Kotoučková, 2010)

V živočišné výrobě se zase hojně používají hormonální látky a stimulatory růstu. Takovéto látky mají na jedné straně své klady, ale také mají své zápory. Celkově zvyšují výnosnost a ulehčují pěstování plodin a chov zvířat. Jejich využíváním se však ničí půdní fond a potlačuje přirozenost zvířat jako takových. Hlavním rysem konvenčního zemědělství je pěstování omezeného počtu plodin za účelem co nejvyšší výtěžnosti při co nejmenších nákladech spojených s obhospodařováním zemědělských ploch. Intenzivní zemědělství nebere ohledy na přírodní ráz krajiny nebo na její ochranu, zaměřuje se především na ekonomický výnos. (Kotoučková, 2010)

2.2.2 ZÁKONY A NORMY

Geneticky modifikovanými organismy se zabývá právní předpisy EU, které byly zavedeny na počátku 90. let. Tyto předpisy byly dále upravovány a rozšiřovány. Byly také přijaty předpisy na ochranu zdraví občanů a životního prostředí. Veškeré geneticky modifikované organismy musí projít přísnými bezpečnostními kontrolami a také musí projít schvalovacím řízením, ve kterém jsou posuzována případná rizika. (kol. autorů¹, 2011)

2.2.3 PŮDA A JEJÍ OBHOSPODAŘOVÁNÍ

Půda je v konvenčním zemědělství chápána pouze jako prostředek nezbytný pro pěstování plodin. Její půdní fond je drancován neustálým vysazováním monokultur, které mají na trhu v daný čas nejvyšší cenu. Takto obhospodařovaná půda ztrácí svoji bonitu a musí docházet ke stále intenzivnějšímu hnojení průmyslovými hnojivy. Pole osetá jednou plodinou jsou velmi často napadána různými škůdci. To má za následek potřebu využít velké množství biocidů, jako jsou například pesticidy nebo herbicidy. Tyto látky se poté dostávají do půdy, vody, ovzduší a okolních oblastí. (Kotoučková, 2010)

2.2.4 ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

Stejně jako tomu je v rostlinné produkci tak i v živočišné výrobě se v intenzivním hospodářství hledí hlavně na ekonomický zisk, nikoli na zvířata samotná. Zvířata chována v rámci intenzivního hospodářství jsou ve většině případů ustájena v objektech k tomu určených bez jakéhokoli kontaktu s okolním světem. Hojně jsou využívány takzvané klecové chovy a roštová ustájení. Zvířata zde mají jen minimální prostor k životu a pohybu. Velmi často jsou využívány stimulatory růstu a také hormonální látky pro podporu vývoje zvířete. Takto chovaným zvířatům jsou preventivně podávány léčiva a někdy dochází také ke „kosmetickým“ úpravám těl zvířat. Například zkracování zobáků. Zvířata jsou krmena průmyslovými krmivými a speciálně vyráběnými směsmi. (kol. autorů¹, 2011)

2.2.5 NÁKLADY

V konvenčním hospodářství je snaha o minimalizaci nákladů vynaložených na produkci. Jde zde hlavně o zisk a co nejmenší časovou a peněžní zátěž. Pomocí zemědělské techniky a chemických látek je dosahováno maximálních zisků.

2.3 Hospodářství manželů Bartošových

2.3.1 POLOHA

Hospodářství se nachází v Královéhradeckém kraji přibližně 10 km od města Rychnov nad Kněžnou, ve vesnici Byzhradec čítající asi 200 trvale žijících obyvatel. Byzhradec leží v podhůří Orlických hor v nadmořské výšce 313 m.

Hospodářství je situováno u silnice na okraji obce, přímo vedle střediska JZD Byzhradec.

2.3.2 VZHLED

Centrem zemědělské usedlosti je dvůr, který ze třech stran obklopují budovy. Tyto budovy jsou využívány k hospodářským účelům. Využívají se také přilehlé zahrady a halový sklad obilí vystavěný v roce 2011 z dotací EU.

2.3.3 HISTORIE

Nejstarší historicky doložené úřední záznamy o statku jsou z 8. února 1691. V nich je sepsáno, že statek koupil Jiří Bartoš od své matky Magdaleny za 380 tolarů.

Dalším záznam pochází z 28.června 1726 koupil toto hospodářství Matěj Bartoš od svého otce Jiřího Bartoše za sumu 380 tolarů. (Výpis ze staré pozemkové knihy: Kniha purgkrechtní)

Na tomto hospodářství od prvních doložených záznamů žije rod Bartošů, kteří zde žijí a obhospodařují pozemky patřící ke statku. Až do roku 1950, kdy byla činnost na tomto statku přerušena komunisty. Po roce 1989 byl majetek navrácen ve zdevastovaném stavu a hospodaření obnoveno a rekonstruováno.

2.3.4 SOUČASNOST

V současné době obhospodařuje pozemky patřící ke statku Miroslav Bartoš a jeho žena Alena Bartošová. Jedná se o rodinnou farmu specializovanou na rostlinnou výrobu a praktikující konvenční zemědělství. Hospodáři se zabývají převážně pěstováním obilovin, olejnin a doplňkových produktů. Hospodářství je vybaveno vozovým parkem dostatečně, takže není závislé na pomoci cizích služeb.

2.3.5 ROZLOHA

Rozloha je 219 ha orné půdy a trvalého travního porostu. Ke statku patří také 2,70 ha lesů. Mák byl v roce 2011 pěstován na 20, 02 ha.

2.3.6 DOTACE EU

Manželé Bartošovi čerpají dotace od Evropské unie. Jsou to přímé platby na plochu pod názvem SAPS a národní doplňkové platby TOP UP, které v roce 2011 byly z úsporných důvodů v České republice, jakožto jediné zemi evropského společenství zrušeny.

V roce 2011 se hospodářství zapojilo do programu „Rozvoj venkova“ v místní akční skupině „Sdružení SPLAV“. Kde byla přislíbena dotace na výstavbu halového skladu obilí.

2.3.7 DOTACE ÚROKŮ

Manželé Bartošovi také čerpají „Dotace úroků“ ze státního zemědělského intervenčního fondu „SZIF“. Tyto dotace může požadovat každý zemědělec při nákupu stroje na úvěr. Stát vrací až 4% ze zaplacených úroků (ústní sdělení).

2.4 Mák setý

2.4.1 OBECNÉ ÚDAJE

Mák setý je jednoletá bylina, která má lodyhu. Dosahuje vzrůstu od 30 cm do 180 centimetrů. Má zubaté až vykrajované listy, které objímají stonek. Květy mají nejčastěji bílou barvu s fialovým flekem. Plodem máku setého jsou mnohosemenné tobolky, známé jako makovice. (Vašák a Kosek, 2011)

2.4.2 POŽADAVKY MAKU

2.4.2.1 Požadavky na vnější prostředí

Mák je plodinou, která nemá ostře vyhraněné nároky na přírodní podmínky. Jeho vegetační doba je 120 – 135 dní, což není příliš dlouho. Velmi dobře snáší mrazíky až do -8 °C. Celkově je to však spíše plodina teplomilná. Nemá rád vlhké počasí v době dozrávání, protože je pak často napadán chorobami a semena žluknou. (Vašák a Kosek., 2011)

Nejlepší podmínky pro výrobu maku jsou v mírně kopcovitých až rovinatých polohách. Nejvhodnější nadmořská výška 300 – 600 m. Nevhodné typy půd jsou lehké půdy v nížinách. (Vašák a Kosek, 2011)

2.4.2.2 Požadavky na světlo, teplo a vláhu

Odrůdy maku, které pěstujeme, u nás patří ke dlouhodobým rostlinám. Jsou velmi náročné na světlo po celou dobu vegetace. Nedostatek světla má za následek oslabení rostlin a následné snížení výnosu semen. (Bechyně, a kol., 2001)

Zastínění květů má za následek snížení výnosu semen i makovic. Tobolky vyvíjející se ze zastíněných květů vytváří drobnější semena a při úplném zastínění se nemusí semena vytvořit vůbec. Vhodné uspořádání porostu maku může z hlediska světelných podmínek přispět ke zvýšení výnosu semen.

Nároky na teplo se během vegetačních období liší. Zpočátku rychlého růstu mák snáší nízké teploty. Vzešlé rostlinky usychají při teplotách kolem -6 až -8 °C. Mák, který má růžici velkou 6-8 cm vydrží mrazy i -12 °C. Rychlým prodlužováním stonků se odolnost proti mrazům velmi snižuje 6 až -3 °C. Teplota je také rozhodujícím činitelem pro klíčení. (Bechyně a kol., 2001)

Mák je také plodina velmi náročná na vláhu, potřebuje ji od vzejití až po rozkvět. Největší nároky na vodu jsou 2-3 týdny před rozkvětem prvních máků. Když je v tomto období sucho, rostlince se nenapravitelně snižuje výnos semen i makoviny. Spotřeba vody během celé vegetace se odhaduje na 250 – 300 litrů vody na m². (Vašák a Kosek, 2011)

2.4.3 VÝSEV

2.4.3.1 Setí

Výsev by měla navazovat bezprostředně po přípravě set'ového lůžka. Nejvhodnější meziřádkovou vzdáleností se jeví 75 – 150 mm. Správně připravené set'ové lůžko umožní secí botce položit osivo na dno rýhy, která by měla být asi 5 cm hluboká. Zde je osivo v kontaktu s podzemní vodou. Semeno by se poté mělo zasypat z boku rýhy hrudkami a jemnozemi. Čímž se vytvoří kyprý povrch, který tlumí výpar z půdy a udržuje vláhu. (Bechyně a kol., 2001)

K setí máku se využívá obilných secích strojů. Další typ vhodných secích strojů jsou stroje určené pro setí do nezpracované půdy. Oba tyto typy musí však splňovat určité požadavky. Musí mít kvalitní a nízký výsevek, mělké a rovnoměrné uložení semene na dno secího lůžka. (ústní sdělení)

2.4.3.2 Osivo a jeho příprava

Dobré osivo s dobrou polní vzcházivostí je nutným předpokladem pro založení zdravých porostů, které budou schopny překonat nepříznivé činitele na počátku jejich růstu a vývoje. Tento vývoj je u máku nejprve pozvolný a vzešlé rostlinky jsou štíhlé. Proto velmi často podlehnou nepříznivým vlivům počasí, chorob, škůdců i velkého zaplevelení.

Nejvhodnější jsou osiva běžných odrůd máku z porostů založených brzy z jara, nebo z běžných odrůd podzimních výsevů. Tyto osiva mají vysokou biologickou hodnotu, která se projevuje rychlejším a vyrovnanějším růstem rostlin. Toto kladné působení je také tím, že v těchto osivech je vyšší podíl větších a středně velkých semen.

2.4.3.3 Doba výsevu

Doba výsevu závisí hlavně na průběhu předjarního počasí. Výsev máku by měla probíhat bezprostředně po jarní přípravě pozemku, co nejdříve na jaře. Tato doba také záleží na mnoha vnitřních i vnějších faktorech. Například průběh počasí ale také genetické vlastnosti odrůdy určují dobu výsevu. Nejlepší čas na výsev je většinou v květnu. Nejpozdější výsev by měl být do konce dubna, ale koncové termíny mohou snížit výnosy. (Bechyně a kol., 2001)

2.5 Hnojiva

2.5.1 ORGANICKÁ HNOJIVA.

Organická hnojiva zajišťují rostlině přísun nejdůležitějších látek pro růst a vývoj rostliny. Mezi tyto látky patří převážně dusík, draslík a fosfor. Ty jsou součástí postranních substituentů v organických hnojivech. Obsahují větší množství přírodních látek nežli hnojiva minerální. Z tohoto důvodu jsou menší zátěží pro životní prostředí. Nevýhodou organických látek je, že mohou obsahovat choroboplodné zárodky, které mohou poškodit rostlinu nebo ji úplně zahubit. (kol. autorů², 2011)

Organických hnojiv je obrovské množství. Řadí se mezi ně stájová hnojiva, jako jsou močůvka, hnůj atd. Dále mezi organická hnojiva patří například kompost a sláma.

2.5.2 CHEMICKÁ HNOJIVA

Výroba syntetických hnojiv se datuje od roku 1913. Od tohoto roku se vyrábějí syntetická hnojiva komerčně. Tato výroba vedla k zásadnímu zlepšení výnosů a produkce. Jsou produkována v různých formách. Nejrozšířenější jsou hnojiva granulovaná a tekutá. (Tajbliková, 2011)

Dělí se podle obsahu zastoupených živin na dvě skupiny, tedy hnojiva jednosložková a hnojiva vícesložková. Hlavními představiteli jednosložkových hnojiv jsou hnojiva dusíkatá, fosforečná a draselná. Mezi vícesložkové patří především NPK, Ceretit a granulovaná směsná hnojiva (GSH).

Nadměrným využíváním nebo chybnou aplikací chemických hnojiv může docházet ke zvyšování obsahu dusičnanů a těžkých kovů v potravinách. Tyto potraviny se zvýšeným obsahem těchto látek se stávají zdraví škodlivé. Při konzumaci těchto potravin dochází k přecházení zdraví škodlivých prvků do lidského těla, kde působí jako látky toxické. (kol. autorů³, 2011)

2.5.2.1 Jednosložková:

Fosforečná – Tyto hnojiva poskytují rostlinám, jak již název napovídá především fosfor, který je pro ně nezbytný pro tvorbu reprodukčních orgánů. Fosfor se buď uvolňuje do půdy, nebo je rostlinám přímo dostupný. Počátkem byla kostní moučka získávána rozemletím kostí. V dnešní době se pro výrobu využívají fosfority a apatity. Fosforečná hnojiva lze dělit dle rozpustnosti fosforu na hnojiva s fosforem rozpustným ve vodě, v citranu amonném, v kyselině citrónové nebo v silných minerálních kyselinách. (kol. autorů³, 2011)

Amofos – hnojivo obsahující jak fosfor, tak dusík. Obvykle převažuje obsah fosforu. Je to granulované, vysoce kvalitní hnojivo. Využívá se k předseťovému hnojení či k hnojení regeneračnímu. Regenerační hnojení se využívá především u ozimů. (Anděl a kol., 2011)

Dusíkatá – dusík je hlavním prvkem pro tvorbu listové hmoty. Hlavním úkolem dusíku je tvorba chlorofylu, tedy zeleného barviva obsaženého v listech a ostatních částech rostliny. Tento typ hnojiv se dělí dle iontové formy dusíku a to na nitrátová a s dusíkem amoniakálním a amonným. (kol. autorů⁴, 2011)

2.5.2.2 Vícesložková:

NPK – hnojivo obsahující všechny tři důležité látky. Živiny jsou obsaženy ve formě vápenatých, amonných a draselných solí anorganických kyselin. Toto hnojivo je na trhu v podobě šedobílých granulí. Je určeno pro základní hnojení všech zemědělských rostlin. Lze jej použít i pro přihnojování během vegetace. (kol. autorů⁵, 2011)

GSH – tyto hnojiva obsahují kromě základních tří látek také hořčík, vápník a síru. Opět jsou látky lehce přijatelné pro rostliny. Živiny jsou stejně jako u hnojiva NPK ve formě vápenatých, amonných a draselných solí anorganických kyselin. Granulované směsné hnojiva tvoří šedobílé granule o velikosti 1 až 5 mm. Jejich složení je tvořeno tak aby bylo to nejvhodnější pro konkrétní půdy a plodiny. Jsou řešením pro nízkou půdní úrodnost. (kol. autorů⁵, 2011)

Ceretit – Toto hnojivo je určeno pro výživu ovocných sadů, vinic, chmelnic a také zeleninových polí. Používá se pro hnojení plodin citlivých na chlór. Je typické tím, že je bezchloridové a obsahuje stopová množství prvků jako je například hořčík, bór a molybden. (kol. autorů⁵, 2011)

2.5.3 PŘECHOD CHEMICKÝCH LÁTEK Z HNOJIV DO PŮDY A POTRAVIN

Aby se zvýšila úrodnost půdy, používají se v konvenčním zemědělství hnojiva. Nejčastěji se využívají hnojiva organická. Mezi ně patří kompost, hnůj a jiné. Avšak velmi často se využívají i hnojiva průmyslově vyrobená. Tyto hnojiva se nazývají anorganická. Obsahují dusíkatá a fosforečná hnojiva. Při nadměrném hnojení poté může rostlina obsahovat nadměrné množství kovů, jako je kadmium, olovo, rtuť. Vyskytuje se zde také velké množství dusičnanů, jež jsou hlavní složkou průmyslových hnojiv. (Kameníková a kol., 2011)

2.6 Kadmium

Kadmium se řadí mezi těžké kovy nacházející se v životním prostředí. Tento prvek je také jeden z nejnebezpečnějších. Ve větším obsahu je pro organismus toxický. Největším rizikem kadmia je jeho snadné vstupování do potravního řetězce. Hlavními zdroji kadmia v přírodě jsou průmysl a zemědělství. V průmyslu se využívá k ochraně železa před korozí a také se přidává do slitin, převážně do slitin na bázi mědi. Kadmium je také využito v alkalických akumulátorech jako součást elektrod. Do půdy se dostává také díky zemědělské činnosti, hlavně používáním fosfátů přirozeného původu a pesticidů obsahujících tento prvek a také spalováním pohonných hmot a olejů. Kadmium hromadí se ve vodě a v ovzduší se postupně dostává do půdy a tím i do rostlin a živočichů. (Sobková, 2009), (Kotlářová, 2009), (Knápek a kol. 2009), (Pitzer, 2011)

2.6.1 KADMIUM V PŮDĚ

K stanovení nadlimitních koncentrací kadmia v půdě se využívá několik analytických metod. Jsou založeny na předpokladu obsahu některé z těchto forem kadmia v půdě, vodorozpustná forma kadmia, výměnná forma, organický vázaná forma, okludovaná s oxidy železa a manganu či ve formě karbonátů, fosforečnanů a sulfidů nebo vázané kadmium ve struktuře silikátů. Je dokázáno, že se kadmium hromadí nejvíce ve vrchní části půdy, tedy v rozmezí 0 – 5 cm hloubky. S přibývajícím hloubkou obsah kadmia v půdě klesá. Tento prvek také výrazně negativně ovlivňuje činnost půdních mikroorganismů. (Sobková, 2009), (Pitzer, 2011)

2.6.2 LIMITY OBSAHU KADMIA

Obsah kadmia v půdě a v rostlinách je striktně monitorován a také je ošetřen zákonem č. 298/1997 a vyhláškou Ministerstva zdravotnictví o nezávadnosti potravin. Maximální stanovený limit obsahu kadmia v půdě je $0,8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ avšak průměrně se pohybuje kolem 0,1 miligramu Cd na kilogram. Tyto legislativní stanovy také upravují obsah kadmia jak pro olejniny v přímé spotřebě tak pro olejniny využity do výrobků. Pro olejniny v přímé spotřebě je obsah kadmia stanoven na 0,5 miligramu Cd na kilogram olejin. Pokud jsou olejniny určeny k dalšímu zpracování je tento obsah stanoven na 0,8 miligramu Cd na kilogram. (Pitzer, 2011)

2.6.3 PŘÍJEM KADMIA ROSTLINAMI

Rostliny přijímají kadmium především svými kořeny, a to na základě koncentrace volného iontu Cd^{2+} v živném prostředí, nebo povrchem svých listů z atmosféry. Výzkum Harrisona a Chirgawi (1989) prokázal, že nejvíce kadmia se do rostlin dostává z půdy a to až 94% veškerého kadmia přijatého rostlinou, zbývající část se do rostlin dostává atmosférickým spadem. Ke kořenům rostliny se tento prvek dostává pomocí hromadného půdního toku a difúze. V blízkosti rostlinných kořenů poté dochází k chelataci kovu. Tento proces je zapříčiněn organickými kyselinami, které vylučuje sama rostlina do svého bezprostředního

okolí. Za normálních podmínek přijímají rostliny jen velmi malé množství kadmia. Bylo zjištěno, že příjem kadmia rostlinou lze snížit pomocí přidávání zinku do živného prostředí. Tento prvek se váže na stejná aktivní centra přenašečů jako kadmium. Příjem kadmia je také ovlivněn hodnotou pH půdy. Při pěstování rostlin na lehkých a kyselých půdách dochází k migraci velkého obsahu půdního kadmia do rostlin, proto je doporučováno tyto půdy ošetřovat vápněním a tím snižovat kyselost půd. (Adriano, 2001), (Domažlická a Opatrný, 1989), (Puls a kol., 1991), (Nigam a kol., 2000)

Příjem kadmia rostlinou závisí na rostlinném druhu. Tyto druhy lze rozdělit na tři skupiny. První skupina jsou rostliny s nízkou akumulací kadmia. Do této skupiny se například řadí bobovité druhy rostlin nebo plodová zelenina či jahody. Druhá skupina jsou rostliny se střední akumulací kadmia. Mezi tyto rostliny patří například tykvovité či liliovité druhy. Třetí skupinou jsou rostliny s vysokou akumulací kadmia. Mezi rostliny silně přijímající kadmium z půdy patří například hlávkový salát, špenát či některé olejniny. (Cibulka, 1991)

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Hypotézy

Před vlastním výzkumem byly na základě studia literatury stanoveny následující dvě hypotézy, jejichž pravdivost byla v průběhu zpracování projektu ověřována:

- Aplikací fosforečného hnojiva na zemědělskou půdu dochází ke zvyšování koncentrace kadmia v rostlinách i v půdě.
- Semena máku vypěstovaná v rámci konvenčního zemědělství (s použitím chemických přípravků) budou obsahovat vyšší množství kadmia oproti zakoupenému bio máku, který pochází z ekologického zemědělství.

3.2 Metodologie

Při plnění stanovených cílů jsme postupovali následovně a používali tyto metody:

- Praktickým činností předcházelo studium literatury a internetových odkazů týkajících se ekologického zemědělství, problémů týkajících se aplikace fosforečných hnojiv na zemědělskou půdu a příslušné legislativy.
- Z uvedeného zemědělského pole, na kterém byl pěstován mák, bylo sondovací tyčí odebráno 8 vpichů do hloubky 20 cm na ploše o průměru 3 m kolem vybraného místa. Smísením půdního materiálu dílčích odběrů vznikly reprezentativní vzorky míst, které byly následně analyzovány. Vzorky byly po ukončení odběru usušeny při laboratorní teplotě (22°C). Vysušená zemina byla homogenizována na sítech o průměru ok 2 mm. Před proséváním byly odstraněny rostlinné zbytky.
- V průběhu vegetační sezóny byla sklizena nezralá semena, kořen, stonk a list máku setého (celkem z 5 rostlin, které byly od sebe dostatečně vzdálené). Na konci vegetační sezóny pak byla sklizena zralá semena máku setého (opět z celkem 5 rostlin). Sklizená biomasa byla v laboratořích katedry biologie PřF. UHK nejprve rozdělena na kořen, stonk, list a semeno, poté omyta demineralizovanou vodou, nechána usušit při pokojové teplotě a poté v sušárně při 60°C po dobu 120 hodin. Poté byly připraveny směsné vzorky sušiny rostlin (vzorek: listy, kořeny, stonk, semena nezralá, semena zralá), které byly zaslány za účelem analýz obsahu kadmia do Zdravotního ústavu se sídlem v Hradci Králové.
- Byl zakoupen bio mák značky Sonnentor o hmotnosti 200 g (67 Kč) v obchodě Bazalka v Hradci Králové a podroben obdobné analýze za účelem porovnání obsahu kadmia v máku pěstovaném v rámci ekologického a konvenčního zemědělství.
- Získané výsledky analýz byly porovnány s platnou legislativou, byla provedena statistická analýza dat (výpočet průměrné hodnoty a směrodatné odchylky) a byly vyvozeny závěry.
- Směrodatná odchylka byla vypočítána ze 3 hodnot pomocí programu Microsoft Office Excel 2010.

3.3 Legislativa

Legislativa představuje rozsáhlý soubor platných právních předpisů. V tomto projektu byla použita legislativa především na účely posouzení limitních obsahů kadmia v rostlinách, hnojivech a zemědělské půdě. Použity byly následující vyhlášky:

- Vyhláška č. 298/1997 Sb. Jedná se o vyhlášku Ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví chemické požadavky na zdravotní nezávadnost jednotlivých druhů potravin a potravinových surovin, podmínky jejich použití, jejich označování na obalech, požadavky na čistotu a identitu přídatných látek a potravních doplňků a mikrobiologické požadavky na potravní doplňky a látky přídatné. Tato vyhláška stanovuje limitní obsah kadmia 0,5 mg/kg Cd.
- Vyhláška MŽP č.13/1994 Sb. Jedná se o vyhlášku, kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Limitní obsah v této vyhlášce je 1 mg/kg Cd v půdě (platí pro kategorii ostatní půdy ve výluhu lučavkou královskou).
- Vyhláška MŽP č.474/2000 Sb. o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění pozdějších předpisů. Podle této vyhlášky je limitní obsah kadmia v hnojivech 50 mg/kg Cd.

3.4 Výsledky analýz

Vyhláška MŽP č. 298/1997 Sb. stanovuje limitní obsah kadmia v semenech máku na 0,5 mg/kg Cd.

Laboratorní výzkum zaměřený na sledování obsahu rizikových prvků (respektive kadmia) v rostlinách vypěstovaných v rámci konvenčního zemědělství byl prováděn na máku setém (*Papaver somniferum*). Na pole, na kterém byl mák pěstován, bylo aplikováno fosforečné hnojivo Amofos. Pro tyto účely byla sklizena celá rostlina máku a rozdělena na kořen, stonk, list a semena. Semena byla sklizena ve dvou fázích – nezralá a zralá.

Koncentraci kadmia v jednotlivých částech pěstovaného máku znázorňuje tabulka 1 a graf 1. Největší množství kadmia bylo nalezeno ve zralých semenech. Zde bylo obsaženo 0,456 mg/kg Cd. Tato hodnota kadmia je tedy hraniční, ale stále ještě v limitu daném vyhláškou. Dále se velké množství vyskytovalo v kořenu rostliny. V něm bylo nalezeno 0,359 mg/kg Cd. V nezralých semenech byla hodnota kadmia 0,189 mg/kg Cd. Ve stonku bylo 0,097 mg/kg Cd. Nejmenší množství kadmia obsahoval list, který dosahoval hodnot pouze 0,05 mg/kg Cd. Koncentrace tohoto rizikového prvku v rostlinných orgánech klesá v pořadí: zralá semena > kořen > stonk > list.

Tab. 1: Koncentrace kadmia v jednotlivých částech pěstovaného máku (v mg/kg)

	Kořen	Stonek	List	Semena zralá	Semena nezralá
X	0,359	0,097	0,05	0,456	0,189
S	0,02	0,01	0,004	0,06	0,02

Vysvětlivky:

X – průměrná hodnota

S – směrodatná odchylka

Hoffmann a Blasenbrei (1986) ve své publikaci uvádějí výsledky z analýzy atomické absorpční spektrometrie obsahu kadmia v máku. Výsledkem bylo zjištění, že průměrný obsah kadmia v semenech máku je 0,793 mg/kg. Proto jsou dle jejich názoru semena máku považována za jedno z nejvíc kontaminovaných jídel. Knápek a kol. (2009) provedli v letech 2004 – 2009 analýzy 202 vzorků máku. Průměrný obsah kadmia v semenech byl 0,640 mg/kg. Porovnáním s výsledky tohoto výzkumu lze říci, že koncentrace kadmia v máku pěstovaném v České republice (respektive na zemědělském poli v Lipovce) je nižší než uvádějí výše uvedení cizí autoři. Avšak testovaný u nás prodejní bio mák původem z Rakouska obsahuje vyšší koncentraci Cd, než uvádějí tito autoři. Chizola a kol. monitorovali obsah těžkých kovů u některých léčivých i normálních druhů máku pěstovaného v Austrálii. Rostlinné vzorky byly použity z polí farmářů dolní a horní Austrálie. Průměrný obsah kadmia v semenech máku byl 0,250 mg/kg, což je hodnota nižší než u námi sledovaného máku.

Laboratorním výzkumem bylo zjištěno, že semena bio máku značky Sonnentor obsahují 0,887 mg/kg Cd. Povolená koncentrace kadmia byla překročena o 0,387 mg/kg Cd, což je skoro jednou tolik. Naše původní hypotéza, že semena vypěstovaná bez použití chemických hnojiv, by měla obsahovat nižší množství tohoto rizikového prvku, byla tímto vyvrácena.

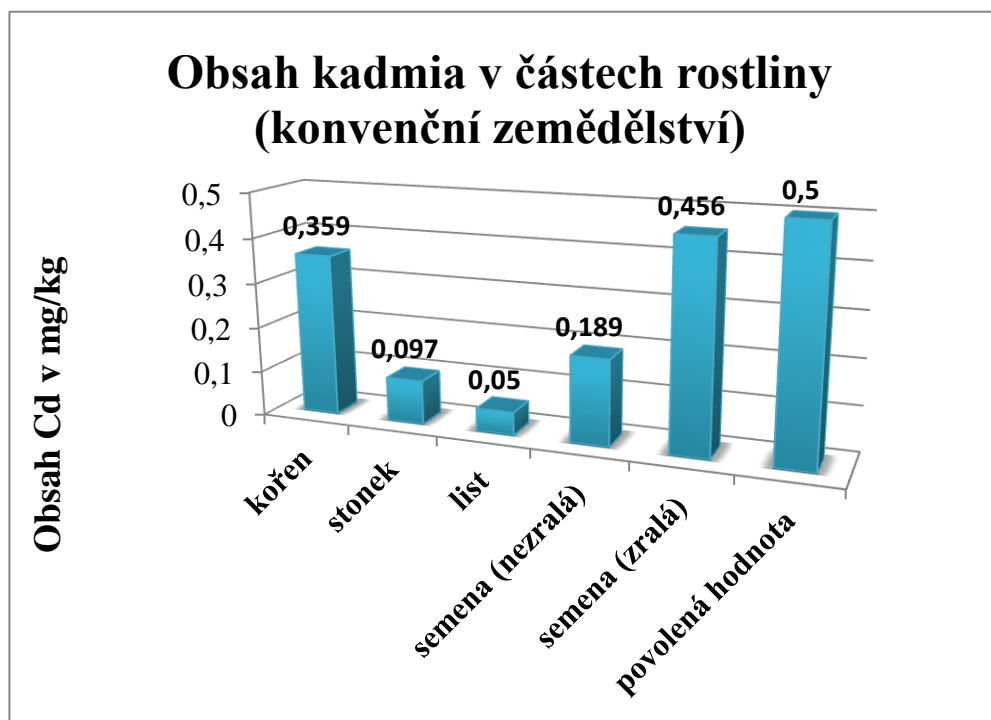
Jak již bylo uvedeno výše, na zemědělskou půdu, na které byl pěstován testovaný mák, bylo aplikováno fosforečné hnojivo Amofos. Voplakal (2001), Bauerová (2012) i další autoři uvádějí, že hnojení fosforečnými hnojivy přináší často nezanedbatelné zamoření půdy doprovodnými toxickými látkami (zejména kadmiem). Z tohoto důvodu bylo naším cílem zjistit, zdali opravdu došlo k „zamoření“ půdy kadmiem.

V půdě se podle výsledků laboratorního výzkumu vyskytovalo 0,43 mg/kg Cd. Limitní obsah kadmia v zemědělské půdě podle vyhlášky MŽP č.13/1994 Sb. je 1 mg/kg Cd. Nezajistili jsme vzorek půdy, který by byl kontrolní, tedy takový, kde k aplikaci hnojiva

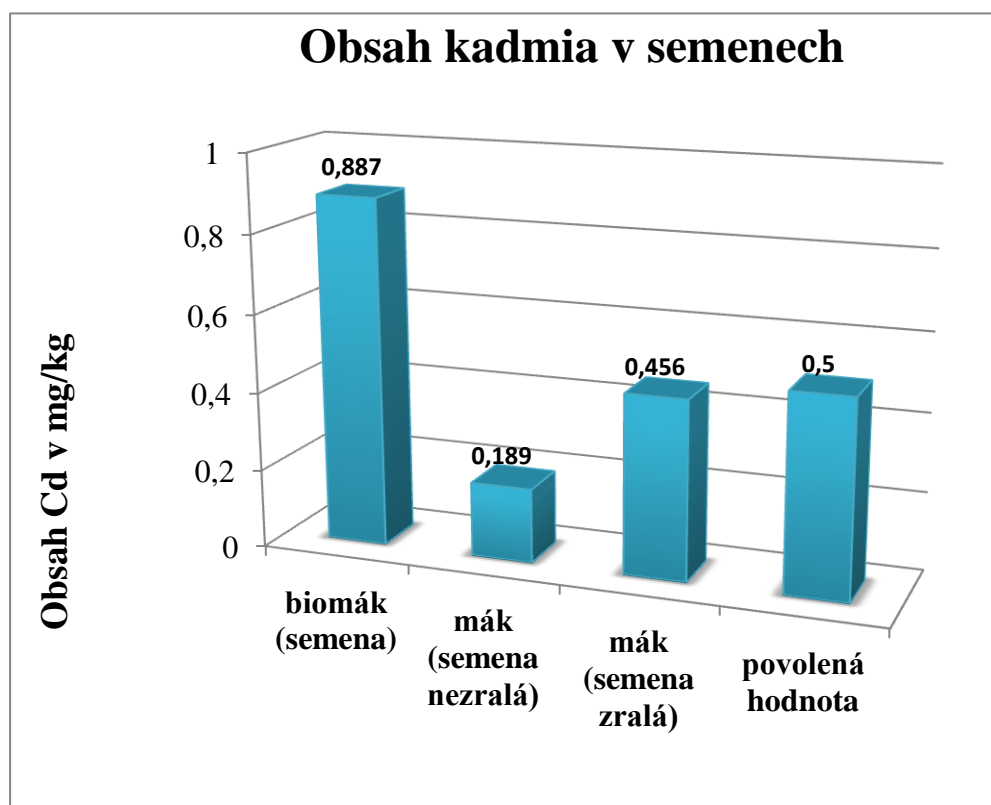
Amofos nedošlo (na tuto zemědělskou půdu je aplikováno každoročně). Naměřená hodnota obsahu kadmia v půdě je však v normě.

Pro kontrolu jsme podrobili analýze obsahu kadmia také použité fosforečné hnojivo Amofos. Fosforečné hnojivo obsahovalo množství 0,0623 mg/kg Cd. Limitní obsah kadmia ve fosforečném hnojivu podle vyhlášky MŽP č.474/2000 Sb. je 50 mg/kg Cd. Hnojivo tedy limitní hodnotu nepřevyšuje.

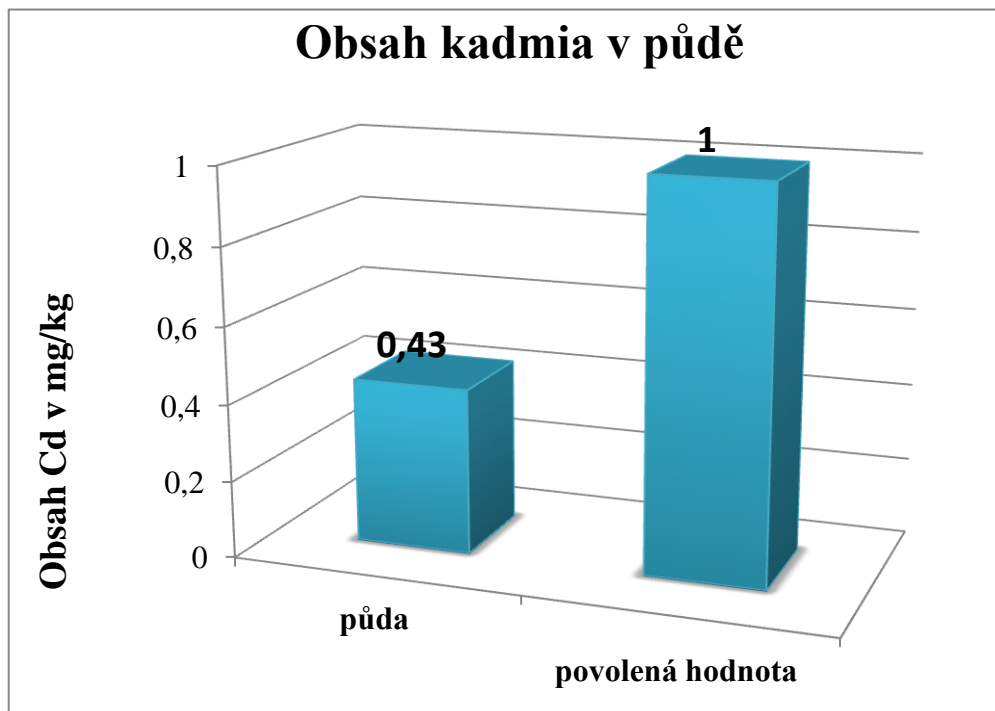
Graf 1: Obsah kadmia v jednotlivých částech pěstovaného máku



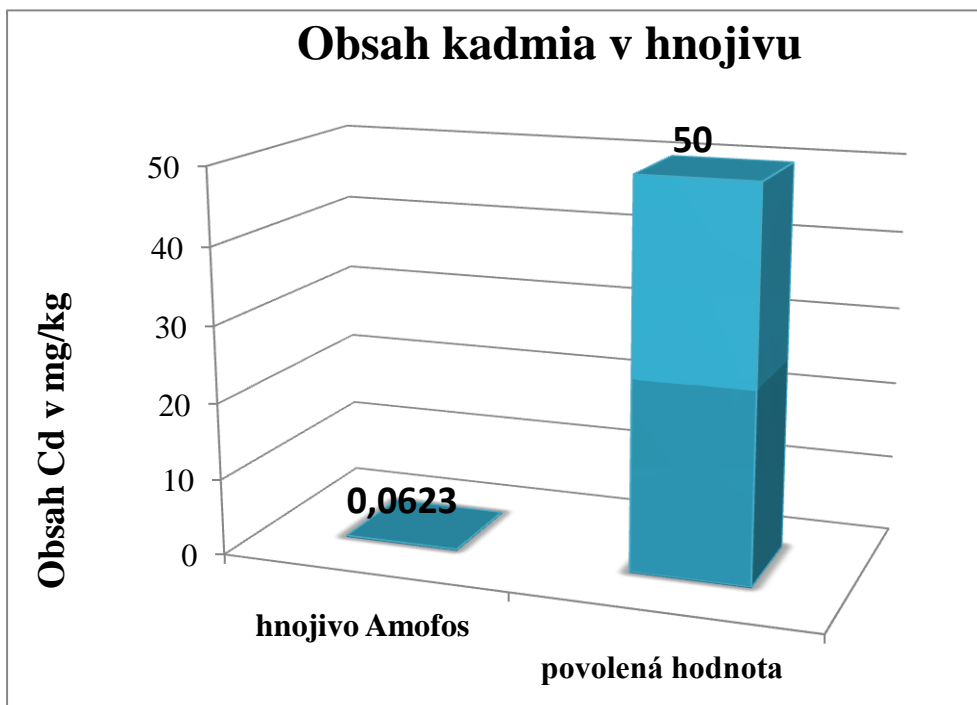
Graf 2: Porovnání obsahu kadmia v semenech pěstovaného máku a bio máku



Graf 3: Obsah kadmia v testované půdě ve vesnici Lipovka



Graf 4: Obsah kadmia ve fosforečném hnojivu Amofos



4 ZÁVĚR

V literární části projektu s názvem Ekologické vs. Konvenční zemědělství – obsahy rizikových látek jsou popisovány odlišnosti fungování ekologického a konvenčního zemědělství. V praktické části projektu byl výzkum prováděn na rostlině máku setém (*Papaver somniferum*) a bio máku (Sonnetor). Mák setý byl pěstován na soukromém zemědělském poli ve vesnici Lipovka (vlastníci: manželé Bartošovi) v období od 3.2.2011 do 25.8.2011 a byl ošetřován chemickým fosforečným hnojivem Amofos. Bio mák byl zakoupen v obchodě Bazalka v Hradci Králové.

Pěstovaný mák byl sklizen nadvakrát – nejprve v červenci kořeny, stonky, listy a semena (nezralá) a v září byla sklizena semena ve stádiu zralosti. Ze sklizených částí rostlin, odebraného vzorku půdy a semen bio máku byly připraveny vzorky k analýzám za účelem zjištění obsahu kadmia. Analýzu prováděl zdravotní ústav se sídlem v Hradci Králové. Tato analýza jednoletého experimentu byla financována ze specifického výzkumu č. 2122/2011 katedry biologie PřF. UHK.

Jednotlivé cíle výzkumu byly:

- zjistit, zdali použité hnojivo Amofos obsahuje nadlimitní koncentraci kadmia
- zjistit, zdali zemědělská půda po aplikaci fosforečného hnojiva Amofos obsahuje nadlimitní koncentraci kadmia (porovnat s platnou vyhláškou)
- porovnat akumulaci kadmia v jednotlivých částech pěstovaného máku setého
- porovnat obsah kadmia v semenech nezralých, zralých (u pěstovaného máku) a semenech bio máku, dále pak porovnat tento obsah s platnou vyhláškou)
- posoudit platnost hypotéz, vycházejících z dostupné literatury a našich úvah:
- Používáním fosforečných hnojiv dochází ke zvyšování koncentrace kadmia v zemědělských půdách, obsahy pak mohou být vzhledem k platné vyhlášce nadlimitní.
- Bio mák bude obsahovat nižší koncentrace kadmia, oproti máku pěstovanému v konvenčním zemědělství.

Výsledky tohoto výzkumu lze shrnout v následujících bodech:

- V zemědělské půdě na testovaném poli se nehromadí kadmium v nadlimitních koncentracích.
- Použité fosforečné hnojivo značky Amofos neobsahuje nadlimitní množství kadmia.
- Testovaný bio mák obsahuje nadlimitní množství kadmia (0,887 mg/kg Cd) oproti máku vypěstovanému v konvenčním zemědělství (nezralá semena: 0,189 mg/kg Cd a zralá semena: 0,456 mg/kg Cd).
- Největší množství kadmia se hromadí v kořenech (0,359 mg/kg Cd).

Z těchto výsledků je patrné, že používání fosforečných hnojiv na vybrané zemědělské půdě nezpůsobilo zvýšení koncentrace kadmia tak, aby nesplňovala normu danou ministerskou vyhláškou, i když literatura mnohdy uvádí výsledky opačné. Hypotéza o tom, že koncentrace kadmia by u bio máku měla být nižší, jelikož při jeho pěstování by neměly být

aplikovány žádná chemická hnojiva či jiné chemické přípravky, se nepotvrdila. Dokonce tento mák obsahoval koncentraci kadmia vyšší, než povoluje platná vyhláška. Nelze si vysvětlit, jak je toto možné, než že tento mák byl pěstován buď za použití chemických přípravků, nebo na zemědělské půdě, která byla pod dřívějším vlivem aplikací chemických přípravků a v půdě zůstala rezidua tohoto prvku.

Tímto jsme si však sami pro sebe potvrdili, že ukazatel „bio“ není alespoň u máku vzhledem ke kvalitě směrodatný!

5 ZDROJE

5.1 Knižní zdroje

1. ADRIANO, D.C. *Race Elements in Terrestrial Environments: biogeochemistry, bioavailability, and risk of metals*. Second Edition. Springer-Verlag, 2001 (v textu jako Adriano D.C., 2001)
2. CIBULKA, J. *Pohyb olova, kadmia a rtuti v biosféře*. Praha, Česká republika: Academia, 1991, s. 19-121 (v textu jako Cibulka J., 1991)
3. DOMAŽLICKÁ, E. a Z. OPATRŇÝ. *The effect of cadmium on potato (Solanum tuberosum L.) shoot culture growth*. Biologia Plantarum, 1989, s. 19-27 (v textu jako Domažlická E. a Opatrný Z., 1989)
4. Chizola, R., H. Michitsch and Ch. Franz, 2003. *Monitoring of Metallic Micronutrients and Heavy Metals in Herbs, Spices and Medicinal Plants from Austria*. Eur Food Technol, 216: 407-411 (v textu jako Chizola R. a kol.)
5. KNÁPEK, Jan - BUCHTOVÁ, Romana - VOŠMEROVÁ, Dagmar. *Determination of cadmium in poppy seeds and in poppy seeds containing products*. In Book of abstracts: 4th International symposium on RECENT ADVANCES IN FOOD ANALYSIS. Praha : 2009. ISBN 978-80-7080-726-2, p. 226-226. 2009, Praha. (v textu jako Knápek J. a Buchtová R. a Vošmerová D., 2009)
6. M. BECHYNĚ, T. KADLEC, J. VAŠÁK. a kolektiv *Mák*. Praha: Ing. František Savov v edici SEMAFOR, 2001. (v textu jako (Bechyně a Kadlec a Vašák a kol., 2001)
7. NIGAM, R., S. SRIVASTAVA, S. PRAKASH a M.M. SRIVASTAVA. *Effect of organic acids on the availability of cadmium in wheat*. Chemical Speciation and Bioavailability, 2000, s. 125-132. (v textu jako Nigam a Srivastava S. a Prakasha a Srivastava M.M., 2000)
8. PULS, R.W., R.M. POWELL, D. CLARK a C.J. ELDRED. *Effects of pH, solid/solution ratio, ionic strength, and organic acids on Pb and Cd sorption on kaolinite Water, Air and Soil Pollution*. 1991, s. 57-58, 423-430 (v textu jako Puls a Powell a Clark a Eldred, 1991)
9. TILLER, K.G., J. GERTH a G. BRUMMER. *The relative affinities of Cd, Ni and Zn for different soil clay fractions and goethite*. Geoderma, 1984, s. 17-34. (v textu jako Tiller a Gerth, 1984)

5.2 Internetové zdroje

1. BAUEROVÁ, Ing. Jana. *Těžké kovy v životním prostředí a jejich vliv na lidský organismus*. In: *Hygienu* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <http://hygienu.gastronews.cz/tezke-kovy-v-zivotnim-prostredi-a-jejich-vliv-na-lidsky-organismus> (v textu jako Bauerová 2012)
2. *Co je ekologické zemědělství a jak se liší od konvenčního?*. In: *Ekoporadna* [online]. [cit. 2011-11-17]. Dostupné z:

- http://www.ekoporadna.cz/wiki/doku.php?id=zahrada:co_je_ekologicke_zemedelstvi_a_jak_se_lisi_od_konvencniho (v textu jako Kotoučková J, 2010)
3. Dusíkatá hnojiva: Dusíkatá hnojiva – základ pro každou plodinu. In: *Hnojiva: Informační web na téma hnojiva* [online]. [cit. 2011-12-29]. Dostupné z: <http://www.hnojiva.net/dusikata-hnojiva/> (v textu jako kol. autorů⁴, 2011)
 4. Ekologické zemědělství. In: *Evropská komise: ekologické zemědělství* [online]. [cit. 2011-11-17]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/agriculture/organic/home_cs (v textu jako Generální ředitelství pro zemědělství a rozvoj venkova, 2011)
 5. Ekologické zemědělství. In: [online]. [cit. 2011-11-17] Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/> (v textu jako Ministerstvo zemědělství, 2011)
 6. Fosforečná hnojiva: Fosforečná hnojiva – hnojení na květ. In: *Hnojiva: Informační web na téma hnojiva* [online]. [cit. 2011-12-28]. Dostupné z: <http://www.hnojiva.net/fosforecna-hnojiva/> (v textu jako kol. autorů³, 2011)
 7. Fosforečná hnojiva: Amofos. In: *ADW* [online]. [cit. 2011-12-28]. Dostupné z: <http://www.adw.cz/cs/374-fosforecna-hnojiva.aspx?sid=22&lid=378> (v textu jako Anděl M. a kol., 2011)
 8. HOFFMANN, Jürgen a Paul BLASENBREI. *Cadmium in blue poppy seeds and poppy seed-containing products* [online]. 1986 [cit. 2012-01-22]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3705772> (v textu jako Hoffmann J. a Blasenbrei P., 1986)
 9. KOLÁŘOVÁ, I. *Transport vybraných kovů z půdy do rostlin*. Brno, 2009. Dostupné z: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=17311. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická. Vedoucí práce RNDr. Hana Dočekalová, CSc. (v textu jako Kotlářová I., 2009)
 10. Mák setý. In: *Zemědělská fakulta Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích* [online]. [cit. 2011-12-15]. Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Mak.htm> (Vašák J a Kosek Z., 2011)
 11. MULTIP AGRO. *Vícesložková hnojiva*. Dostupné z: www.multip-agro.cz/index_soubory/viceslozkova_hnojiva.doc (v textu jako kol. autorů⁵, 2011)
 12. Organická hnojiva: Organická hnojiva – důležitý zdroj makrokomponentních prvků. In: *Hnojiva: Informační web na téma hnojiva* [online]. [cit. 2011-12-28]. Dostupné z: <http://www.hnojiva.net/organicka-hnojiva/> (v textu jako kol. autorů², 2011)
 13. Péče o krajinu. In: *Evropská komise: zemědělství a rozvoj venkova* [online]. [cit. 2011-12-15]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/agriculture/capexplained/countryside/index_cs.htm (v textu jako kol. autorů¹, 2011)
 14. PITZER, RNDr. Tomáš. *ZEMĚDĚLSKÝ VÝZKUMNÝ ÚSTAV KROMĚŘÍŽ, s.r.o. Obilnářské listy: MÁK - CHOROBY - FUNGICIDY* [online]. [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://www.agrokrom.cz/texty/Obilnarske_listy/Spitzer_MAK_CHOBY_FUNGICIDY_20003.pdf (v textu jako Pitzer T., 2011)
 15. Svaz ekologických zemědělců ČR. In: *PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců ČR* [online]. [cit. 2011-11-17]. Dostupné z: <http://www.pro-bio.cz/cesky.htm> (v textu jako Perlinger Z. a kol, 2011)

16. SOBKOVÁ, Veronika. *Cizorodé prvky v potravinách*. Dostupné z: http://dspace.knihovna.utb.cz/bitstream/handle/10563/9186/sobkov%C3%A1_2009_bp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Otakar Rop, Ph.D. (v textu jako Sobková V., 2009)
17. Škodliviny v životním prostředí: Mohou chemické látky z hnojiv přecházet do potravin?. In: *Ekoporadna* [online]. [cit. 2011-12-29]. Dostupné z: http://www.ekoporadna.cz/wiki/doku.php?id=skodliviny:mohou_chemicke_latky_z_hnojiv_prechazet_do_potravin (v textu jako Kameníková K a kol., 2011)
18. Úspěchy na poli chemických hnojiv. In: *Zkoumejte a objevujte chemii* [online]. [cit. 2011-12-27]. Dostupné z: <http://www.chemgeneration.com/cz/milestones/%C3%BAsp%C4%9Bchy-na-poli-chemick%C3%BDch-hnojiv.html> (v textu jako Tajblikova S, 2011)
19. VOPLAKAL, K. Fosfor v Půdě. In: *AGROWEB internetový zemědělský portál* [online]. 2011 [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <http://www.agroweb.cz/Fosfor-v-pudes44x10257.html> (v textu jako Voplakal 2011)

6 PŘÍLOHY

6.1 Seznam pojmů

Absorpce – objemové pohlcování

Biocidy – jedy

Difúze - změna částic vyvolaná gradientem

Homogenizace – postup, jímž se z nestejnorodé látky (směsi) dosáhne dokonalým promícháním jednotná, stejnorodá látka (směs)

Chelatace – proces, při němž některé organické sloučeniny váží vícevazebné kationy

Koncentrace – hromadění

Modifikace – přeměna, přizpůsobení

Okludovaná – uzavřená

Spektrometrie – zabývá se měřením, vznikem a vlastnostmi stupnice látek

Stimulátor – dráždidlo, povzbuzovač

Toxický – jedovatý