

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Zhodnocení stavu pěstování a odbytu máku setého
(*Papaver somniferum* L.)**

Bakalářská práce

Autor práce: Šárka Johanová

Obor studia: Veřejná správa v zemědělství a krajině

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Tomášek, Ph.D.

©2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Zhodnocení stavu pěstování a odbytu máku setého" jsem vypracovala 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 neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21. 4. 2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jaroslavu Tomáškoví, Ph.d. za odborné vedení, cenné rady a přátelský přístup, díky kterým byla tato bakalářská práce sepsána. Dále bych také chtěla poděkovat své rodině za velkou podporu a trpělivost v celé délce mého studia.

Zhodnocení stavu pěstování a odbytu máku setého (*Papaver somniferum* L.)

Souhrn

Český mák byl doma i v zahraničí ceněn především pro svoji vysokou jakost semene, čistotu, neporušené semeno a vyrovnanou modrou barvu. Proto byl a je dodnes významným vývozním artiklem. V posledních letech došlo k otevření nových exportních možností, a to především kvůli zákazu pěstování máku v některých zemích.

Vedlejším produktem, který lze v České republice zpeněžit je makovina, která obsahuje opiové alkaloidy využívané ve farmaceutickém průmyslu. Existuje tedy potenciální riziko jejich možného zneužití. Je tedy žádoucí při pěstování máku setého v ČR a jeho dovozu splňovat stanovené podmínky zák. č. 167/1998 Sb., o návykových látkách.

Další legislativní norma se týká použití máku setého v potravinářství. Jedná se o vyhlášku č. 399/2013 Sb., která je vyhláškou Ministerstva zdravotnictví a stanovuje maximální obsah morfinových alkaloidů 25 mg/kg na povrchu makového semene.

Později vešla v platnost ještě vyhláška č. 172/2015 Sb., díky ní lze kontrolovat dovoz máku s nepovoleným obsahem morfinových alkaloidů.

Bakalářská práce se zabývá historií a současným stavem pěstování máku setého v České republice v datových řadách. Dovozem a vývozem máku setého ve statistických údajích, riziky i prosperitou pěstování máku. Její součástí je predikace situace pěstování máku setého v následujícím roce.

V neposlední řadě je v práci nastíněna problematika míchání potravinářského máku s mákem farmaceutickým a stanovení opiových alkaloidů u náhodně zakoupených sedmi balení máku v maloobchodních sítích a obchodech se zdravou výživou. Analýzu provedl Výzkumný ústav olejnin, OSEVA PRO s.r.o., Opava, Česká republika. Součástí analyzovaných vzorků byl i jeden vzorek poskytnutý Výzkumnou stanicí Červený Újezd, FAPPZ, pěstovaný pouze pro potravinářské využití.

Klíčová slova: mák setý, morfin, alkaloidy, maková semena, potravinářský mák, technický mák, dovoz, vývoz

Assessing the state of cultivation and sales of poppy seed (*Papaver somniferum* L.)

Summary

Czech poppy was, at homeland as well as abroad, especially valued for their high quality seed, purity, intact seeds and stable blue colour. Therefore, it was and still is an important export item. In recent years, new export capabilities have opened up, mainly because of the ban on poppy cultivation in some countries. (Cihlar et al., 2004).

Byproduct, which can be sold in the Czech Republic, is the poppy straw which contains opium alkaloids used in the pharmaceutical industry. Thus, there is a potential risk of possible abuse. It is therefore desirable, in poppy cultivation in the Czech Republic and also in its imports, to comply with the provisions of the Act. No. 167/1998 Coll., On Addictive Substances.

Other pieces of legislation relates to the use of opium poppy in the food industry. This is the Decree no. 399/2013 Coll., released by the Ministry of Health Care, which set the maximum content of morphinan alkaloids at level of 25 mg/kg on the surface of a poppy seed.

Later the Decree no. 172/2015 Coll. came into force due to which the import of poppy with illegal content of morphinan alkaloids can be controlled.

This Bachelor thesis deals with the history and current state of poppy cultivation in Bohemia in the data series, with import and export of poppy in the statistics, with risks and also prosperity of poppy cultivation. It includes a prediction of a state of poppy cultivation in the coming year.

Finally, the thesis outlined the issue of mixing food poppy and pharmaceutical poppy and determination of opium alkaloids in randomly purchased seven packs of poppy in retail networks and health food stores. Analyses were carried out by the Research Institute of Oilseeds, OSEVA PRO s.r.o., Opava, Czech Republic. Part of the analyzed samples was also a sample provided by the Research station, Červený Újezd, FAFNR, which is only grown for food use.

Keywords: poppy, morphine, alkaloids, poppy seeds, food poppy, technical poppy, import, export

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Historie máku setého.....	3
3.1.1 Historie máku setého v Čechách.....	3
3.2 Rostlina.....	4
3.2.1 Papaveraceae: Papaver somniferum (mák setý) - tobolka.....	4
3.3 Opium.....	5
3.3.1 Alkaloidy opia.....	6
3.3.2 Morfin	6
3.3.3 Kodein.....	7
3.3.4 Thebain.....	7
3.4 Makovina.....	7
3.4.1 Kvalita makoviny.....	7
3.5 Složení máku.....	8
3.6 Potravinářský a technický mák	9
3.6.1 Bezpečnost konzumace máku	10
3.7 Legislativa pěstování máku setého v ČR.....	12
3.8 Trh máku setého.....	13
3.9 Pěstování máku setého	14
3.9.1 Pěstování máku setého v České republice	14
3.9.2 Pěstování máku setého v zahraničí	14
3.10 Vývoj pěstování máku v České republice	22
3.11 Vývoz a dovoz máku setého.....	26
3.11.1 Rok 2016.....	27
3.12 Rizika a prosperity pěstování máku	29
3.13 Predikace	29
4 Problematika míchání potravinářského a farmaceutického máku	31
4.1 Materiál a výsledky stanovení.....	31
4.1.1 Výsledky	32
4.2 Vzorky máku setého.....	33
4.2.1 VZOREK Č. 1	33
4.2.2 VZOREK Č. 2.....	34
4.2.3 VZOREK Č. 3.....	35

4.2.4	VZOREK Č. 4.....	36
4.2.5	VZOREK Č. 5.....	37
4.2.6	VZOREK Č. 6.....	38
4.2.7	VZOREK Č. 7.....	39
4.2.8	VZOREK Č. 8.....	40
4.2.9	Závěr	40
5	Závěr.....	41
6	Zdroje	42
7	Přílohy	48

1 Úvod

Mák setý (*Papaver somniferum* L.) je jednou z nejstarších světově používaných léčivých rostlin, která se využívá již od pravěku. Podle literárních dat se poprvé mák farmaceuticky využíval již 3500 let př. n. l. v Sumerské říši. Také v současnosti se jedná o velmi významnou komoditu, jejíž použití je hlavně ve farmaceutickém a potravinářském průmyslu, ale také pro výrobu technického oleje. Na straně druhé je mák a jeho metabolity ve světě zneužívány pro přípravu psychotropních a návykových látek a jeho pěstování je proto ošetřováno a kontrolováno legislativními normami.

Česká republika s 27 tis. ha pěstební plochy v roce 2014 patřila k nejvýznamnějším pěstitelům máku v celosvětovém měřítku a tento trend dále roste. V roce 2016 bylo oseto 35 543 ha půdy mákem. Hlavním zájmem českých pěstitelů je produkce kvalitního modrého semene pro kulinářské použití.

Kolem 85 % máku vypěstovaného v České republice se každoročně exportuje do řady zemí EU ale i mimo ní. Našimi stálými zákazníky jsou země jako Polsko, Rakousko, Rusko, Kazachstán, Indie a další.

Mák setý (*Papaver somniferum* L.) je tedy naší vzácnou a jedinečnou komoditou, která je ve světě žádána a je nutno si toto výsadní postavení nadále chránit.

Tato bakalářská práce se zabývá pěstováním máku setého (*Papaver somniferum* L.) v širším slova smyslu, jeho kvalitou, ochranou, tradicí a hodnotí jeho dosavadní úspěchy u nás i ve světě.

2 Cíl práce

Hodnocení a současný stav pěstování máku setého v datových řadách. Problematika prodeje, dovozu a vývozu máku setého ve statistických údajích. Prosperita a případná rizika pěstování máku setého (SWOT analýza) a predikace následujícího roku. Míchání potravinářských máku s farmaceutickými, výsledky analýzy makových semen zakoupených v maloobchodní síti a srovnání s kontrolním vzorkem poskytnutým Výzkumným ústavem Červený Újezd, FAPPZ a s vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 399/2013 Sb.

3 Literární rešerše

3.1 Historie máku setého

Doložené nálezy máku pochází z neolitu, mladší doby kamenné, hlavně v kolových stavbách předhůří Alp. Jsou datovány asi 2 tis. let př. n. l. Semena s velikostí 0,75-1 mm jsou počátkem přechodu mezi mákem štětinkatým (0,66-0,97 mm) a velkosemenným mákem setým (1,17-1,41 mm).

Mák se v Evropě nejen jako ozdoba předmětů i peněz zmiňuje už 1000 až 2500 let př. n. l. V 9. století př. n. l. Homér v *Illyas* a *Odyssea* básní o Helenině trojské směsi. Ta zřejmě pro obsah opia tlumila bolesti i sváry. Antické Řecko je všeobecně z pohledu máku – asi z doby 600 let př. n. l. – velmi poetické. Makovice jsou zde symbolem boha spánku Hypnose a jeho bratra Thanata – boha smrti. Současné město Sikion se v 8. století př. n. l. nazývalo Makon, to je město máku. Odtud je i staré synonymum pro opium a to „mekonionum“ (Vašák a kol., 2010).

Za proslulé pěstitelské centrum máku v období starověku je považován Kypř, odkud se opium dováželo ve speciálních nádobách podobajících se makovici do Egypta. Mezi další archeologické nálezy dokazující využití makového opia patří sošky makových bohyní mající na hlavě typicky naříznuté makovice, které byly na Krétě a pocházejí ze 13. století př. n. l. (Valíček a kol., 2000).

Od 1. století př. n. l. se z Řecka opium dále šířilo do Malé Asie a získalo velký ekonomický význam. Po rozšíření arabského Kalifátu v VII. Století se spolu s islámem šířilo opium a narkomanie. Vojáci místo vína dostávali opium (Vašák a kol., 2010).

3.1.1 Historie máku setého v Čechách

Náš nejstarší nález máku pochází z Ostrova u Stříbra se stářím asi 2800 let, tedy z pozdní doby bronzové.

Český mák je prastarou a trvale významnou českou plodinou. To dokládá název nejméně deseti českých obcí: máme pět Makovů, dále Makalovy, Makolusky, Makaron, Maksičky, Makotřasy. Ale i příjmení: Mák, Makoš, Makovec, Makovička, Maksovský, Maksička a jiné.

Mák byl u nás až do XIX. Století zahradní plodinou. Pěstoval se hlavně tzv. mák šerý – typu hledáku. Dosud se pěstuje v Rakousku.

Později se mák dostal na pole, ale bylo jej nadále potřeba pěstovat v širokých řádcích, jednotit, okopávat a ručně probírkou sklízet (Vašák a kol., 2010).

3.2 Rostlina

3.2.1 Papaveraceae: *Papaver somniferum* (mák setý) - tobolka

Rod *Papaver* (mák) má asi 110 druhů, vyznačující se mj. přisedlými terčovitými bliznami a typickými tobočkami, tzv. makovicemi.

Papaver somniferum (mák setý) je jednoletá polní i zahradní plodina až 1,8 m vysoká. Ojíněné přisedlé listy se zubatým okrajem objímají stonek srdčitou bází.

Velké květy, vyrůstající na dlouhých stopkách, mají bílé, fialové nebo červené korunní lístky zpravidla se skvrnou na bázi.

Tobolka má uvnitř nedokonalé nepravé přehrádky a přisedá na asi 0,1 m dlouhou stopku zvanou gynofor. Buď se tobolka za zralosti pod bliznou děrami otevírá (hledák) nebo zůstává trvale zavřená (slepák).

Drobná semena jsou u různých kultivarů bílá, modrá, šedá až hnědá, šedomodrá až modročerná. Obsahují množství téměř vysýchavého oleje a používají se hlavně k potravinářským účelům (Novák a Skalický, 2009).

Množství a velikost semen závisí na velikosti tobolky, jejím tvaru, a počtu lamel v tobočkách, na ně semena přisedají a který se shoduje s počtem paprsků blizny. Počet lamel v makovici se pohybuje od osmi do čtrnácti. V tobočkách může být až dvanáct tisíc semen. Obvyklý počet je však kolem čtyř až šesti tisíc a hmotnost semen 2-3g na makovici (Vašák a kol. 2010).

Lisováním za studena se z nich získává světlý pokrmový olej, zatímco lisováním za tepla poskytuje olej méně kvalitní, tmavý a ostré chuti, který je vhodný k technickým účelům (Novák a Skalický, 2009).

Při analýze semen lnu, máku a světlice barvířské byl zjištěn podobný obsah mastných kyselin, tokoferolů, tokotrifenolů a celkové složení fenolických látek a také oxidační stability oleje. Mák a světlice byly bohaté hlavně na kyselinu linolovou ze 74,5 % a 70,5 %. Oxidační stabilita byla měřena při 110 °C a rychlosti průtoku 20 l/h, makový olej (5,56 h) byl nejvíce stabilní (Bozan et al., 2008).

Mák obsahuje na 122 druhů různých alkaloidů, které jsou nezbytné ve farmaceutickém průmyslu (Singh, 2010).

Z prázdných tobolek s krátkým stonkem se získávají farmaceuticky cenné alkaloidy (morfin, kodein, thebain, papaverin, narkotin) zejména s analgetickými a narkotickými účinky. V semenech alkaloidy chybějí (Novák a Skalický, 2009).

Alkaloidy jsou vesměs jedovaté sloučeniny obsažené v některých druzích rostlin. Jedná se o heterocyklické sloučeniny mono či vícecyklické, obsahující vždy ve svých molekulách nejméně jeden dusíkatý atom. Většina má v důsledku toho bazický charakter a vytváří s kyselinami soli.

Alkaloidy se vyskytují obvykle ve směsích, v jedné části rostliny jsou často odlišné alkaloidy než v jiných částech rostliny (Tlustoš a kol, 2011).

Sekce *Papaver* zahrnuje pouze dva jednoleté (příp. ozimé) druhy – pouze v kultuře známý mák setý (*Papaver somniferum* L.) a mák štětinkatý (*P. setigerum* DC.)

Mák štětinkatý bývá často chápán jako ancestrální (předkový) předek máku setého (Vašák a kol., 2010).

3.3 Opium

Mák setý je jednou z mála léčivých rostlin pěstované v průběhu tisíce let pro svůj obsah opiových alkaloidů, které se v moderní medicíně užívají jako analgetika, antitusika a jako lék proti křečím (Triverdi et al., 2005).

Mák má v tobolce hustou síť mléčnic, které produkují bílou latexovou šťávu, jež později ztuhne do hnědé hmoty a surového opia (Vašák a kol., 2010).

Opium, z něhož bylo izolováno asi 50 alkaloidů, je zhoubné narkotikum zneužívané (např. kouřením, žvýkáním) jako omamný prostředek.

Z podstatné části světové produkce opia se získává krajně škodlivý a nebezpečný heroin (diacetylmorfin).

Podle použití se tradičně rozlišují máky olejné se slaběji vyvinutými mléčnicemi a máky opiové se silně vyvinutými mléčnicemi (Novák a Skalický, 2009).

Opiové alkaloidy se získávají ze šťávy nedozrálých makovic. Zahrnují zejména morfin užívaný proti bolestem a papaverin, který v kombinaci s atropinem slouží jako lék proti křečím (Tlustoš a kol., 2011).

Opium je silný jed, ale i historicky nejvíce zneužívaná omamná psychotropní látka, vyvolávající úplnou závislost a jak psychické tak i fyzické chátrání. Abstinenční příznaky jsou těžké a projevují se podrážděností a depresemi.

Nejnebezpečnější návykovou drogou je však heroin (Vašák a kol., 2010).

Dnešní obchodní druhy opia mají konstantnější složení alkaloidů, než tomu bylo dříve. Význačnější rozdíly jsou v obsahu kodeinu, v indickém opiu je mnohem vyšší než v tureckém (Spilková, 2016).

3.3.1 Alkaloidy opia

Alkaloidy jsou dusíkaté organické látky zásaditého charakteru, které vznikají jako produkty metabolismu aminokyselin v rostlinách. Jsou to převážně tuhé, hořké, krystalické, opticky aktivní sloučeniny nerozpustné ve vodě (Doležalová, 2010).

Tab.č. 1 Obsah hlavních alkaloidů v opiu

ALKALOID	OBSAH V SUROVÉM OPIU (%)
Morfin	2,7-21,0
Narkotin	6,0-10,0
Kodein	0,3-4,0
Papaverin	0,8-1,0
Thebain	0,1-0,6

Zdroj: Vašák a kol., 2010

3.3.2 Morfin

Již v osmnáctém století se podařilo izolovat hlavní složku opia – alkaloid morfin. Užíval se perorálně, po zkonstruování injekční stříkačky se začal aplikovat intravenózně a stal se módní drogou (Vašák a kol., 2010).

Morfin je znám jako silné analgetikum. Ve vyšších dávkách působí jako narkotikum a sedativum (Bentely, 1954).

Farmakologické účinky morfinu jsou komplexní (Brunton et al., 2010).

Mezi nejnebezpečnější drogy patří z morfinu syntetizovaný diacetylmorfin – heroin.

Heroin vzniká acetylací acetanhydridem (Vašák a kol., 2010).

Morfin se dnes získává téměř výhradně z makové slámy. Surové opium z nezralých makovic legálně zpracovává pravděpodobně již jen Indie (Holoubek, 2012).

3.3.3 Kodein

Kodein byl poprvé izolován Robiquetem z opia v roce 1833. Byl velmi blízce přidružen k morfinu, v koncentraci 0,7 – 2,5 %. V rostlině se objevuje třicet dní po vyklíčení semene a je tak druhým produkovaným alkaloidem v pořadí (Bentley, 1954).

V medicíně se využívá jako antitusikum (látka tlumící kašel).

3.3.4 Thebain

Byl izolován v roce 1835 J. Pelletierem.

Přítomnost thebainu byla zjištěna u řady druhů máku, zpravidla v minoritních až stopových množstvích. Jde o alkaloid obtížně zneužitelný k narkomanii. O tento alkaloid je v současné době velký zájem, jako o náhradní zdroj pro získávání kodeinu (Dvořáková a kol. 2009).

Existují některé odrůdy máku setého s dominantním obsahem thebainu, které se nehodí pro výrobu drog (Paul and Schiff, 2002).

3.4 Makovina

Vedlejším produktem výroby makového semena je makovina, která obsahuje opiové alkaloidy (Laryšová a kol., 2015).

Makovina je tzv. maková sláma. Jsou to prázdné tobolky (makovice) a horní část stonku anebo jejich drť, kterou nakupuje farmaceutický průmysl. V našem případě to je Zentiva, a.s. Hlohovec (Slovenská republika).

Makovina (někdy i kořeny máku listnatého) je u nás prakticky jediný přírodní zdroj morfinu a dalších alkaloidů (kodein, papaverin, thebain atd.) pro medicínské účely (Vašák a kol. 2010).

3.4.1 Kvalita makoviny

Kvalitu makoviny definuje podniková norma Zentivy, a.s. Hlohovec. Kromě podnikové normy PNY 03-497 je manipulace, užití a obchod s makovinou dále upraven v ČR legislativně zákonem č. 167/1998 Sb. Ve znění jeho pozdějších novel, kupními smlouvami se Zentivou, dovozním a vývozním povolením.

Výrazným negativem pro zpracovatele v Zentivě Hlohovec je, že běžné dodávky tuzemské makoviny obsahují jen asi polovinu obsahu morfinu proti skutečnému množství v makovici. To je dáno vysokým podílem stonků.

Obchodem s makovinou pro Zentivu se zabývá v ČR 5-6 vybraných smluvních subjektů, kteří zprostředkovávají vývoz makoviny od zhruba 60-70 českých pěstitelů. Zbylá část makoviny se zaorává, případně zpracovává na topné brikety (Vašák a kol. 2010).

3.5 Složení máku

Kvalita a nutriční hodnota máku je závislá na obsahu oleje a zejména na obsahu polynenasycených mastných kyselin (Valizadeh et al., 2014).

Složení a poměr obsahu vyšších mastných kyselin se odvíjí nejen od odrůdy, ale i zeměpisné šířky stanoviště pěstování. Čím vyšší zeměpisná šířka, tím je vyšší podíl nenasycených mastných kyselin s nižší viskozitou a tendencí k jejich oxidaci (žluknutí). Má vyšší dietetickou hodnotu.

Mák dále obsahuje směs alfa, beta a gama tokoferolů (vit. E), kyselinu panthothenovou, niacin a thyamin. Má také mimořádný obsah vápníku – ten je 600x vyšší než u pšeničné mouky, či 9x proti jádrům vlašských ořechů (Vašák a kol., 2010).

Tab.č. 2 Složení mastných kyselin v makovém oleji

KYSELINA	OBSAH V %
Palmitová	15,3
Palmitoolejová	3,9
Stearová	5,5
Olejová	11,6
Linolová	58,8
Linolenová	4,1

Zdroj: Vašák a kol., 2010

Při analýze oleje ze semen 109 vzorků opiového máku pocházejícího z Indie bylo zkoumáno množství a složení mastných kyselin. Semena byla bílá, světle žlutá nebo světle hnědá, různého tvaru a velikosti.

Obsah oleje a výnos semen byl rozdílný. Přičemž procentuelní obsah kyseliny palmitové činil 9,3-40,0%, kyseliny olejové 7,5-58,4% a kyseliny linolové 0,7-72,7%.

Korelační analýzy prokázaly silně kladný vztah mezi výnosem semen a výnosem oleje ($r=0,81$), výnosem oleje a obsahem oleje ($r=0,54$) a množstvím kyseliny olejové a množstvím kyseliny palmitové v semeni ($r=0,49$).

Projevila se mírná závislost na množství oleje a obsahu kyseliny linolové v oleji ($r=0,24$).

Negativní korelace byla zjištěna mezi obsahem oleje a množstvím kyseliny palmitové ($r=-0,32$), kyseliny palmitové a kyseliny linolové ($r=-0,55$) a obsahem kyseliny olejové a kyseliny linoleové ($r=-0,68$) (Bajpai et al, 1999).

3.6 Potravinářský a technický mák

Morfin, který lze laboratorním rozbohem v máku odhalit, totiž pochází z drobných částic ulpělých na povrchu semen.

Celosvětové pěstované odrůdy máku dělíme podle primárního způsobu využití do dvou základních skupin, na potravinářské a průmyslové. Pokaždé se však jedná o rostlinu máku setého (*Papaver somniferum* L.)

Jednotlivé kultivary se liší v obsahu morfinu. Ten může velmi významně rozhodovat o tom, zda bude daná odrůda použitelná především pro výrobu suroviny potřebné k extrakci morfinu, nebo k získávání semen pro použití v potravinářství. Vysoká hladina těchto alkaloidů v rostlinách zhoršuje chuť máku.

Skupina kultivarů s obsahem morfinu v suché tobolce nad 0,8 % je proto předurčena spíše pro průmyslové použití, zatímco odrůdy s obsahem morfinu v suché tobolce do 0,8 % řadíme do skupiny potravinářských odrůd. Technologie pěstování je ale u obou typů máku prakticky stejná.

Díky nižšímu obsahu morfinu jsou semena takových odrůd máku vhodná k potravinářskému využití. Makovina je pak pouze vedlejším produktem, který se pouze příležitostně používá jako legální surovina k výrobě morfinu.

Pro záměrné získávání morfinu jsou vhodnější průmyslové odrůdy s vyšší koncentrací alkaloidů.

Semena průmyslových odrůd mívají nahořklou chuť. Pro potravinářský průmysl se nehodí ani kvůli tomu, že i na povrchu semen můžeme najít až desetinásobné množství morfinu v porovnání s potravinářskými odrůdami (tj. 250mg i více v jednom kilogramu). Přesto existují důkazy o tom, že se na trh s potravinami občas taková semena máku bohužel dostanou.

V České republice je pěstován výlučně potravinářský mák a naše země patří mezi největší producentské oblasti tohoto máku.

Mezi významné producenty průmyslového máku patří Austrálie, Indie, Španělsko, Francie a Maďarsko (Holoubek, 2012).

3.6.1 Bezpečnost konzumace máku

Strach z máku ve vyspělých zemích je jistě přehnaný, potravinářský mák, dobře vyčištěný a dobře skladovaný, nemůže lidské zdraví ohrozit. Jako smrtelná dávka pro dospělou opioid-naivní osobu (tj. člověka bez předchozí zkušenosti s opiáty) je uváděna hodnota 100-400mg morfinu (Lohr, 2014).

Při konzumaci nejrůznějších potravin s obsahem máku je třeba si uvědomit, že mák v hotových pekárenských výrobcích prochází mletím a při pečení tepelnou úpravou. Dochází tak k výraznému snížení obsahu morfinu zhruba o 70-90 % (Holoubek, 2012).

Je potřeba také vzít v úvahu, že morfinové alkaloidy, pokud jsou podávány perorálně, jsou částečně též odbourávány v trávicím traktu a do krevního řečiště se proto přes stěnu střevní dostává jenom jejich menší část (Vašák a kol. 2010). Proto potravinářský mák v koláčích, buchtách, závinech a na povrchu rohlíku a či housek opravdu nepředstavuje žádné zdravotní riziko.

V případě průmyslového máku je situace poněkud dramatictější.

Kritické množství představuje váhové rozmezí 0,5-1,5kg za předpokladu, že jeden kilogram průmyslového máku může obsahovat zhruba 100-250mg morfinu. Toto množství nezpracovaných makových semen je ale pro jednoho člověka poměrně hodně.

Horší situace může nastat, pokud se k člověku dostane pečivo, které bude obsahovat semena průmyslových odrůd máku. Nejspíše si nejenom nepochutná, ale navíc může do svého organismu dostat takové množství morfinu, které bude odpovídat dávce morfinu obsažené v lécích dostupných pouze na lékařský předpis (Holoubek, 2012).

V důsledku obav z morfinu obsaženého v máku a následně v potravinách, byly zřízeny maximální limity o obsahu této látky.

Jelikož je toto téma velmi diskutováno, hledají se způsoby, jak snížit takové riziko.

Jedna z možností degradace morfinu je promývání máku teplou vodou (60 °C) v několika stupních, dochází tak ke snížení morfinu o 70%.

Dalším způsobem je mletí semena máku za použití standardního mlýnu na mák, k degradaci dochází přímo a nepokračuje při následném uskladnění.

Optimální ošetření máku tedy zahrnuje promývání, sušení a mletí. Tyto procesy výrazně snižují obsah morfinu a zároveň zlepšují organoleptickou kvalitu výrobku (Sproll et al., 2007).

Hladiny morfinových alkaloidů stanovených v krevním séru po konzumaci semen máku:

Tab. č. 3 Mák modrý indický (mikrogramy/gram = ppm):

KODEIN	44
Morfin	167
Thebain	41
Papaverin	67
Narkotin	230

Tab. č. 4 Mák modrý ČR (mikrogramy/gram = ppm):

KODEIN	1,8
Morfin	39
Thebain	1
Papaverin	0,17
Narkotin	0,84

Tab. č. 5 Obsah morfinu a kodeinu v semenech máku z obchodů v USA podle různého původu:

ZEMĚ PŮVODU	OBSAH MORFINU V MG/KG (PPM) SEMENE	OBSAH KODEINU V MG/KG (PPM) SEMENE
Turecko	150,5	33,3
Česko	18,6	0,50
V. Británie	189,6	17,7
Austrálie	170,8	10,0
Nizozemí	101,5	28,2

Zdroj: Vašák a kol., 2010

3.7 Legislativa pěstování máku setého v ČR

Jelikož je mák setý stále chápán jako zdroj omamných látek podléhá řadě limitů, zákonu a ohlašovacích povinností.

Zákon č. 167/1998 Sb. O návykových látkách ve znění pozdějších předpisů

Tento zákon upravuje: a.) zacházení s návykovými látkami, jejich vývoz, dovoz a tranzitní operace s nimi

b.) zacházení s přípravky obsahující návykové látky, s přípravky obsahujícími návykovou látku a uvedenou látku kategorie 1 podle přímo použitelného předpisu Evropské unie upravujícího prekursorů drog a léčivými přípravky obsahujícími uvedenou látku kategorie 1, jejich vývoz, dovoz a tranzitní operace s nimi a

c.) pěstování máku, konopí a koky a vývoz, dovoz a zneškodňování makoviny

Tento zákon byl oznámen v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 98/34/ES ze dne 22. června 1998 o postupu při poskytování informací v oblasti norem a technických předpisů a předpisů pro služby informační společnosti, v platném znění.

Zdroj: zakonyprolidi, 2017

Vyhláška č. 53/2014 Sb. Vyhláška o tiskopisech formulářů podle zákona o návykových látkách.

252/1997 Sb. Zákon o zemědělství

Vyhláška č. 172/2015 Sb. (o informační povinnosti příjemce potravin v místě určení) s účinností od 1. 8. 2015 byl mák zahrnut ke skupině plodin s oznamovací povinností nejméně 48 hodin před dovozem. Díky tomu lze kontrolovat dovoz máku s nepovoleným obsahem morfinových alkaloidů.

Vyhláška 399/2013 Sb. s účinností od 1. ledna 2014 stanovuje maximální obsah morfinových alkaloidů na povrchu semene máku setého semenného pro použití v potravinářství na 25 mg/kg. Příliv a prodej farmaceutických odrůd máku byl omezen ve prospěch potravinářských odrůd pěstovaných v ČR. Pro použití v potravinářství lze použít pouze semeno máku setého (*Papaver somniferum* L.) semenného, olejného typu pocházející z odrůd, které obsahují max.

0,8 % morfinových alkaloidů v sušině tobolky (makovici) a na povrchu makového semene není obsah morfinových alkaloidů vyšší než 25 mg/kg.

Zdroj: ceskymodrymak, 2017

3.8 Trh máku setého

Mák setý je pro naši zemi specifická komodita. Při současných výkupních cenách makového semene přes 40 Kč/kg lze dosáhnout vysoké rentability. Podmínkou je dosažení výnosů nad 1 t/ha (Nawrath a kol. 2016).

V současnosti se mák pěstuje v Evropě, Asii a Střední Americe a australské Tasmánii. Pozoruhodné je, že průměrné výnosy 0,6-1 t/ha jsou dosahované ve všech těchto pěstitelských oblastech. Vyjimkou jsou jen velmi příznivé klimatické oblasti a pěstování se závlahou. (Vlk a kol, 2010).

Z hlediska významu a výměry rozhoduje mák opiový. Pěstování je nelegální, kriminální a je soustředěno hlavně na Afganistán.

Potřebná legální výroba opiátu je nyní založena na získávání alkaloidů ze suchých makovic. Zde vládne produkce v Tasmanii (Austrálie), Indii, ale i v Evropě (Španělsko, Francie, Maďarsko, Velká Británie, Slovensko), (Vašák a kol., 2016).

Více než třetina ze světového trhu s potravinářským mákem je ovládána z Česka. V současnosti se dají akceptovat ceny mezi 30-60 Kč/kg semene.

Naopak v rámci EU pěstují semenný farmaceutický mák ve Španělsku, Francii, Británii, zčásti v Maďarsku a na Slovensku (Vašák a kol., 2010).

Semena máku poskytují kvalitní olej a mohou mít potenciál jako zdroj speciálních olejů v komerčním měřítku (Bozan et. al., 2008).

Rozdělení trhu máku:

- Obchod se semenem pro potravinářské účely
- Obchod s makovým olejem a pokrutinami
- Obchod s makovinou pro farmaceutické účely, případně obchod s alkaloidy
- Obchod s makovinou a makovou slámou pro výrobu energetických briket
- Obchod s celými makovicemi pro okrasné účely, zvláště ve vazačství

Obchod s olejem a pokrutinami máku je v našich podmínkách zanedbatelný. Podle neúplných informací se mák na olej zpracovává v Turecku a také Číně. Obchod s makovou slámou a zbytky po čištění máku není úplně rozvinut, ale dá se předpokládat jeho rozvoj. Obchod s makovicemi pro květinářské účely sice existuje, má ale pouze lokální význam (Vašák a kol., 2010).

3.9 Pěstování máku setého

3.9.1 Pěstování máku setého v České republice

Mák setý je rostlina, kterou lze pěstovat v každé výrobní oblasti ČR i SR

Plochy máku dosahovaly v minulých letech v ČR desítky tisíc hektarů a kvalita semen byla vysoká (Mikla a Hájková, 2016).

Technologie pěstování máku v České republice je na velmi vysoké úrovni a v produkci semene modré barvy pro potravinářské účely jsme jednoznačně světovou špičkou. Ale i přesto se průměrný republikový výnos máku drží stále okolo 0,7 t/ha bez znatelného dlouhodobého progresu. Jak v pěstebních technologiích, tak i v odrůdové skladbě je tedy stále co zlepšovat.

Česká republika nepěstuje opiový, ale potravinářský (olejný) mák, který téměř nemléčí = neprodukuje latexové opium, obsah alkaloidů v takřka nezískatelném opiu je navíc velmi nízký, pro narkotické účinky nevhodný. Musejí se i tak dodržovat zákonná opatření, zejména ohlašovací povinnost, každý narkotický „nájezd“ hlásit na Policii ČR, případně v calamitní situaci na Národní protidrogovou centrálu (Vašák a kol., 2010).

Česká republika i nadále pěstuje mák především pro vývoz, domácí spotřeba činí v posledních letech přibližně 400g na osobu ročně. I tato poměrně nízká cifra dělá z našich občanů největší jedlíky máku na světě. Celkem se tedy v České republice spotřebuje kolem 4 tisíc tun máku, v naprosté většině máku modrého. Kolem 85% české produkce máku jde na vývoz (Lohr, 2016).

3.9.2 Pěstování máku setého v zahraničí

Znalost máku, ale i jeho rozlišení, mimo větší část Afriky, střední a jižní Ameriky je téměř celosvětová. Ve větší části Asie – mimo jižní a jihovýchodní část – je ale mák zakázán nebo jinak silně omezen. Pěstování máku je proto soustředěno na několik zemí a to jak u máku olejného, tak i opiového.

Běžná dostupnost potravinářského máku jako pochutiny – koření - je typická u euroamerické civilizace v Evropě, severní Americe a dále také v Turecku, Pakistánu, Afganistánu, Iráku, Austrálii, N. Zélandu, Burkině Fasso, Togu, JAR, Idnii, Malajsii, okrajově i jinde.

Centrum pěstování, ale i konzumu máku, je ve slovanských zemích a Turecku (Vašák a kol. 2010).

Legální produkce máku je definována zákonem a je limitována pouze na několik států (Bailey et al., 2000).

Narkotické podvědomí má však bez ohledu na fakta dopady v tom, že většina států Evropy uplatňuje omezení při pěstování máku. Jde o povolení produkce jen nízkomorfnových odrůd např. Německo, Polsko, Ukrajina – s řadou dalších omezení, včetně licencí na produkci. Češi, Maďaři a Rakušané dosud pěstují potravinářský mák bez povolení a vesměs plní jen ohlašovací povinnost.

Největší spotřeba máku na osobu bude pravděpodobně v Polsku. Odhadujeme ji asi na 400g (Vašák, 2010).

Afganistán

Afganistán patří do pásma, kde se mák pro výrobu opiátů pěstuje tradičně již po celá staletí a oblast se také nazývá Zlatý půlměsíc, spadal do ní rovněž Pakistán, Írán a Turecko. Kromě Pakistánu se však zbývající země s problémem nelegálního pěstování máku prakticky vypořádaly.

Pěstební plochy máku v Afganistánu značně kolísají v závislosti na politickém, vojenském a ekonomickém stavu země.

Z Afganistánu pochází mezi 80-90 % opia dodávaného na světový trh psychotropních látek. Cesty, kudy se tato droga do světa dostává, jsou v zásadě tři. K tradiční severní cestě přes srědoasijské republiky bývalého SSSR do Ruska a k tzv. balkánské cestě do Evropy se v posledních letech přidala i jižní cesta – přes Pakistán, Irák, Perský záliv dále do Evropy a USA.

Otázkou, jak vyřešit situaci v Afganistánu, se zabývají mezinárodní organizace a vlády mnoha zemí i odborníci na zemědělství. Jako alternativu k nelegálnímu pěstování máku navrhuji rozšíření produkce jiných, nezávadných plodin, které by našly odbyt na světových trzích (Lohr, 2014).

Pakistán

Rozlohy máku v Pakistánu kolísají, v posledních letech se pohybují řádově ve stovkách hektarů. Je ovšem otázka, do jaké míry jsou údaje o produkci máku a opiátů v Pakistánu pravdivé a do jaké míry ovlivní politický vývoj v této zemi i budoucnost pěstování máku (Lohr, 2014).

Jihovýchodní Asie (Barma, Laos)

Dalším významným pěstitelem ilegálního máku je Barma (Myanmar). Většina produkce pochází z oblasti tzv. Zlatého trojúhelníku rozprostírajícího se na pomezí Barmy, Thajska a Laosu na rozloze zhruba 350 tisíc kilometrů čtverečních.

Největším odběratelem barmského opia a dalších opiátů je Čína, ale i další země jihovýchodní Asie a Oceánie.

Poměrně velkého úspěchu v potírání nelegální produkce opia dosáhl v posledních letech Laos. Rozlohy máku se v této zemi snížily z 20 až 30 tisíc hektarů na méně než 2 tisíce hektarů, především díky náhradním programům nabídnutým zemědělcům, jak tvrdí laoští představitelé. Díky zvýšené poptávce se pravděpodobně rozlohy zase zvyšují. Laoské opium směřuje opět do Číny, Vietnamu a dalších okolních zemí (Lohr, 2014).

Latinská Amerika

Mexiko se v ilegální produkci opia dostalo na třetí místo ve světě. Rozlohy máku stouply na více než 20 tisíc hektarů a mexické drogové kartely mohly rozšířit svou nabídku kokainu a marihuany také o heroin.

V Mexiku se mák pěstuje především v pohoří Sierra Madre. Opiáty pak putují hlavně do USA a dále do Kanady.

Ve srovnání s Mexikem se produkce opia v Kolumbii značně snížila – ze 7 tisíc hektarů máku před koncem minulého tisíciletí klesly rozlohy na pár set hektarů, v posledních letech přibližně na stejnou úroveň jakou má Pakistán (Lohr, 2014).

Slovenská republika

Mák se na Slovensku pěstuje pro potravinářské účely a to pěstovatelskou technologií identickou jako v Česku. Produkce máku a makoviny je limitována nízkými výměrami, i když poslední roky byl zaznamenán vzestup těchto ploch.

Pěstovatelé máku neměli vlastní organizaci zastřešující problematiku pěstování, to se projevovalo nedostatkem informací v pěstovatelské, ekonomické i obchodní činnosti, což k rozvoji této plodiny neprospívá.

I přesto je Slovenská republika významným šlechtitelem máku (Malý Šariš) a slovenské odrůdy nacházejí svoje uplatnění v sousedních státech jako je ČR a i dalších. Nárůstem ploch produkce máku vzroste i produkce makoviny, kterou zatím pěstovatelé využívají jen velmi málo pro ekonomické zpeněžení (Vašák a kol., 2010).

Polsko

V Polsku je mák pěstován pro semena, která jsou využívána v domácnostech na pečení, v potravinářském průmyslu a při výrobě cukrovinek. Domácí poptávka po semenech máku je velká, ale není pokryta tuzemskými producenty. Proto je nutný import, zejména z Čech a také z Turecka.

V 70. a 80. letech minulého století bylo v Polsku průměrně ročně pěstováno okolo 15 tisíc hektarů máku. Současně narůstal problém narkomanie. S cílem vyřešit tento problém byly v roce 1988 ustanoveny přechodné limity plochy máku. Od roku 1991 po zaregistrování první nízkomorfinové odrůdy Przemko byly zvětšeny limity plochy pěstování nového typu máku se současným úplným zákazem pěstování vysokomorfinového typu. Mimo to začaly platit administrativní předpisy týkající se přísné registrace producentů nízkomorfinového máku i nezbytnosti získání úředního povolení pro jeho pěstování a to i na nejmenších políčkách.

Mák je pěstován v oblastech Velkopolska, na Kujavách, v Pomoří, v Dolním Slezku i v Podkarpátí.

Zemědělci mohou pěstovat mák na základě smlouvy s doporučeným odběratelem a dále s platným povolením k pěstování, které je vydáváno na obecních úřadech (Vašák a kol., 2010).

Rakousko

V Rakousku se pěstuje přibližně 2-3 tisíc hektarů máku. Mák je důležitou kulturní i tradiční plodinou, neboť maková jídla tvoří podstatnou součást rakouské kuchyně. Zvláštní význam měl dříve především šedý mák z oblasti Waldviertel, se kterým se obchodalo také na londýnské burze. Na tomto genotypu je zvláštní to, že makoice jsou otevřené (mák hledák), čímž je možné kromě využití semen současně používat makovice jako šperky a přibory. Přisuzuje se mu obzvláště dobrá a jemná chuť a je kvalitativně vysoce ceněný.

Dnes se hlavně pěstuje – stejně jako ve většině míst Evropy – modrý mák a zcela ojediněle mák bílý.

V posledních letech se produkce významně přeorientovala na ozimý mák. Především v suchých oblastech Rakouska je toto jediná možnost, jak produkovat mák. Mák se pěstuje především na severu země v Horních a Dolních Rakousech a v oblasti Burgenland.

Produkce je rozdělena do malých jednotek, zřídka kdy se pěstuje na plochách větších než 1-2 ha.

Relativně hodně závodů vyrábí bio-mák, za který dostanou při prodeji velmi dobře zapláceno až o 100 % více.

Soběstačnost země se pohybuje pouze okolo 50 %. Většinou se jedná o speciální podniky, které se zabývají pěstováním máku, protože podniky s běžnou produkcí většinou odrazuje pracnost pěstování a související rizika (Vašák a kol., 2010).

Maďarsko

Rozvoj pěstování průmyslového máku v Maďarsku nastal po roce 1930, kdy maďarský chemik János Kabay (1896-1936) objevil metodu extrakce alkaloidů z makoviny. Jeho cílem bylo získat nezávislost Maďarska na dovozu opia prostřednictvím produkce čistě tuzemského materiálu a zároveň vytvoření podmínek pro export. Těchto cílů bylo dosaženo poměrně rychle a v letech 1940, 41, 55-57 se Maďarsko stalo prvním a výrazně dominantním dodavatelem morfinu z makoviny.

V současné době je pěstování máku ošetřeno zákony. Tyto zákony jsou dost komplikované a přísné. Podle zákona se na konzumování máku smí použít pouze potravinářská odrůda.

Pro pěstování je nezbytná licence, která specifikuje velikost plochy, použitý kultivar, dále očekávaný výnos a závazky pěstitele k doručení. Zároveň jsou stanoveny povinnosti výkupu všech nepoškozených makovic. Semena jsou separována a prodávána výkupní společností. Cílem navrhovaných změn je zjednodušení pěstování a zároveň kontrola pěstovaných odrůd s vyšším obsahem alkaloidů zůstane nepoškozená (Vašák a kol., 2010).

V současné době se Maďarsko stalo velkým konkurentem pro Českou republiku ve vývozu máku do některých zemí a zároveň i k nám.

Španělsko

Ve Španělsku je mák pěstován hlavně pro farmaceutické využití a produkce semen je vedlejší produkt. Systém pěstování máku ve Španělsku je obdobný českému.

Farmaceutické firmy z makoviny izolují alkaloidy a makové semeno je pro ně odpad, kterého se dá celkem dobře zbavit exportem do jiných zemí a ještě ho přijatelně zpeněžit. I přesto, že chuť španělského máku je dřevitá a vůně nevýrazná, dováží se do České republiky. Španělsko produkuje mák s velmi nízkým obsahem kadmia, ale obsah morfinu je vyšší než u olejných máku pěstovaných v ČR (Lohr, 2012).

Ukrajina

Podnební podmínky jsou na Ukrajině velmi vhodné pro pěstování máku. V sovětském svazu byla více než polovina produkce této plodiny pěstována na území Ukrajiny. Výroba máku byla z počátku spojována s výrobou základní suroviny pro farmaceutický průmysl ve střední Asii. (Kazachstán)

Zásadním ukazatelem produktivity bylo získané množství opia z jednotky plochy. Semeno pěstovaného máku bylo považováno za vedlejší produkt. Dle potřeb trhu byly pěstovány odrůdy máku, které měly minimální obsah morfinu 0,18 %. Tvorba nových odrůd byla zaměřena na vytvoření odrůd s vysokým obsahem morfinu. Nařízením vlády roku 1986 bylo pěstování máku v SSSR, tedy i na Ukrajině, zakázáno. Toto nařízení zastavilo nejen pěstování máku, ale také vědecko-výzkumnou činnost spojenou s mákem.

V roce 1990 Ukrajinská akademie zemědělských věd pověřila Institut brukvovitých plodin zahájit práci na selekci nových odrůd máku, které budou obsahovat nízké množství morfinu. V tomto institutu byla vůbec poprvé na Ukrajině vytvořena odrůda máku Berkut, který zabezpečuje výnos semen 1,3-1,5 t/ha a množství morfinu v tobolkách nepřesahuje 0,08%.

Od této doby nastala nová kapitola v produkci máku na Ukrajině. Šlechtění bylo zaměřeno především na tvorbu odrůd s nízkým obsahem morfinu.

Ekonomické výhody z pěstování máku jsou pro pěstitele velmi atraktivní. Nicméně další rozšiřování osevních ploch máku je omezeno v důsledku řady negativních faktorů jako jsou značné finanční náklady na ochranu rostlin a hnojiva, stále rostoucí náklady na ochranu polí pesticidy, málo rozvinutá tržní infrastruktura a cena máku odvíjející se od množství dovezeného máku ze zahraničí.

Ukrajina je schopna nejen vypěstovat dostatečné množství máku pro svoje potřeby, ale i mák vyvážet (Vašák a kol., 2010).

Turecko

V Turecku je mák setý tradiční rostlinou již od 3000 let před Kristem. Od roku 1933 je pěstování máku pod kontrolou vlády. Do roku 1971 se využívaly vysokomorfinové odrůdy máku. Opium se získávalo nařezáváním tobolek speciálními noži. V roce 1971 došlo v Turecku k zákazu pěstování máku, důvodem bylo zneužívání těchto odrůd. Po roce 1975 bylo znovu povoleno.

Začaly se pěstovat máky pro produkci alkaloidů pouze z makoviny. Osevní plochy s mákem od 70. let 20. století narůstaly.

V současné době došlo k jejich výraznému poklesu v důsledku omezení vydaných vládou.

Pěstování je možné na základě získaného povolení pod přísným dohledem.

Soustřeďuje se do dvou významných lokalit: egejské-přimořské klima a střední Anatólie. Důvodem je zamezení pěstování a případného ilegálního zneužití teroristickými organizacemi.

Význam máku je podobný jako u nás. Semeno má potravinářské využití – posyp pečiva, příprava slaných a sladkých pokrmů. Také se z něj získává jedlý olej. Pokrutiny se užívají jako krmivo pro hospodářská zvířata.

Z makoviny se získávají alkaloidy, případně slouží jako hnojivo. Z listů mladých rostlin ve fázi listové růžice až do 10 cm výšky se v některých oblastech připravuje salát s olovovým olejem a citrónem. Někde lze makové listy koupit i na bazarech. Odebíráním mladých listů se údajně zvyšuje obsah morfinu v tobolkách. Dříve si doma vyráběli žvýkací „kuličky“ z latexu jako utišující, uspávací prostředek pro děti.

Využívají se především turecké odrůdy, zahraniční minimálně, ty spíše pro šlechtění.

Zbarvení semen je rozmanité, ale převládají odrůdy šedosemenné (egejská oblast) a bělosemenné popř. žlutosemenné (oblast střední Anatólie).

Na obsah alkaloidů barva semen nemá asi vliv, ale jasně koreluje s barvou květu.

Turkisch Grain Board

TMO bylo založeno roku 1938 jako státní organizace s úkolem stabilizovat trh se zrnem a spravovat trh narkotických látek. Mělo organizovat v zemi pěstování, kontrolu, zpracování máku a uskutečnění prodeje narkotických látek na domácím a zahraničním trhu v souladu s tureckými zákony i mezinárodními konvencemi.

Opium Alkaloids Plant

Opium Alkaloids Plant bylo založeno roku 1981 v Bolvadinu k hodnocení a zpracování máku pro medicínské a vědecké potřeby trhu s alkaloidy.

Opium Alkaloids Plant s největší kapacitou produkce na světě (20 tisíc tun zpracované makoviny) je tvořena dvěma základními jednotkami – extrakční a derivační. Makovinu je zde možno skladovat až dva roky.

V extrakční jednotce dochází k izolaci surového morfinu za použití organických rozpouštědel. Zbylý odpad po extrakci alkaloidů je někdy využíván jako hnojivo.

Derivační jednotka produkuje deriváty morfinu dle požadavků zákazníků. Všechny produkty, deriváty, jsou vyráběny v souladu s hlavními lékopisy.

Součástí je i agronomický sektor zaměřený na pěstování, šlechtění a zkoušení odrůd. Nachází se zde i genobanka pouze pro mák, jež obsahuje kolem 1700 genových materiálů (Vašák a kol., 2010).

Legální produkce opia máku je povolena podle pravidel Organizace světových národů a Turecko je jedním z legálních výrobců.

Ochrana tradičního opiového máku v producentských oblastech jako Turecko je velmi důležitá. Průmyslové zpracování opiového máku a výroba oleje chrání tuto pozici Turecka (Valizadeh et al., 2014).

Tasmánie

Tasmánie je největším světovým producentem opiových alkaloidů na farmaceutickém trhu. Ročně produkuje asi 50 % světové spotřeby morfinu, kodeinu a thebainu. Pěstování máku a extrakce alkaloidů je jedním ze základních průmyslových odvětví Tasmánie. Tasmánie dosahuje nejvyššího obsahu alkaloidů v tobolkách a zároveň nejvyššího výnosu alkaloidů z hektaru na světě.

Je jediným legálním producentem alkaloidů na jižní polokouli. Pro pěstování máku v Tasmánii se rozhodla firma GSK (GlaxoSmithKline) v r. 1964 po neúspěšných pokusech pěstovat mák v Anglii a v ostatních australských státech.

Tasmánie je pro pěstování máku vhodná přírodními podmínkami. Svou odlehlostí a izolací od okolního světa splňuje podmínky pro bezpečné pěstování a zabezpečení ochrany proti zneužití narkotik (Vašák a kol., 2010).

Pěstování je soustředěno do nejlepších pěstitelských oblastí. Jednotlivé pěstitelské oblasti jsou poměrně velké, průměrná velikost na jednoho farmáře je přibližně 10 – 12 hektarů (Loughlin et al, 1998).

Každá farmaceutická společnost uzavírá smlouvy s farmáři. Farmaceutická firma mák farmářům zaseje, sklídí speciálním sklízečem a odveze k dalšímu zpracování. Pěstitele jsou placeni podle obsahu alkaloidů.

Mák mohou pěstovat pouze farmáři, kteří obdrželi licenci na pěstování od Tasmánské vlády. Pozemek musí být oplocen a označen varovnou cedulí Zákaz vstupu.

Pěstované odrůdy se dělí podle obsahu převládajícího alkaloidu na morfinové a thebainové.

V roce 1994 byl v Tasmanian Alkaloids započat výzkumný projekt k získání vysokothebainové odrůdy, pomocí mutagenese byla zablokována syntéza alkaloidů na úrovni thebainu. Odrůda Norman proto neobsahuje morfin ani kodein. Je to první odrůda na světě, která má jako hlavní alkaloid thebain a oripavin (Vašák a kol., 2010).

3.10 Vývoj pěstování máku v České republice

V České republice má pěstování máku setého dlouhodobou tradici. V 70. letech předminulého století byly velké plochy máku soustředěny ve středních Čechách, zejména kolem Prahy, Čáslavi a Tábora. Existují údaje o tom, že plochy oseté mákem dosahovaly kolem 200 ha a průměrné výnosy byly kolem 0,7 t/ha (Bechyně, 1993).

Po roce 1970 se zásluhou Schreiera (např. Schreier, 1973) stal plně mechanizovanou plodinou. To znamená, že se pěstuje v úzkých řádcích 12,5-25 cm, přestal se jednotit, odplevelujeme jej herbicidy a sklízíme žacími mlátičkami.

Původně bylo na 1 m² asi 20 rostlin a na každé 3-5 makovic. Nyní to bývá 50-80 rostlin s 1-2 makovicemi. Tento princip pěstování máku zůstává do současnosti.

Převládající se stala sklizeň máku s makovinou, neboť to snižuje sklizňové ztráty a snižuje poškození semen (Vašák a kol., 2010).

Vývoj osevních ploch a výnosů na území České republiky lze nepřetržitě sledovat od roku 1985, i když existují i četné údaje i z předcházejícího období. Mák si u nás udržoval poměrně stálou plochu od první světové války (Bechyně a Novák, 1987).

V tabulce č. 6 a tabulce č. 7 jsou sjednocena data sklizňových ploch, výnosů semene a celkové produkce máku v ČR a ČSSR od roku 1961 až do roku 2014.

Tab. č. 6: Sklizňová plocha, průměrný výnos semene a celková produkce máku v ČSSR

Rok	Sklizňová plocha	Výnos	Množství produkce
	tis. ha	tun/ha	tis. tun
1961	20863	0,6423	13400
1962	20705	0,5504	11395
1963	16315	0,5762	9400
1964	14561	0,4395	6400
1965	12105	0,3635	4400
1966	11643	0,5163	6011
1967	13432	0,5211	7000 *
1968	12410	0,5641	7000 *
1969	11706	0,6616	7745
1970	9720	0,6156	5984
1971	8256	0,7500	6192
1972	6921	0,8676	6005
1973	7656	0,6399	4899
1974	9868	0,7240	7144
1975	9169	0,5366	4920
1976	7445	0,2465	1835
1977	10484	0,5771	6050
1978	11981	0,7520	9010
1979	12457	0,4581	5707
1980	11614	0,5347	6210
1981	10329	0,3635	3755
1982	8381	0,4906	4112
1983	7587	0,5839	4430
1984	9263	0,8008	7418
1985	9888	0,7247	7166
1986	9203	0,5895	5425
1987	8700	0,7018	6106
1988	7600	0,7183	5459
1989	10765	0,9580	10313
1990	12884	1,0505	13535
1991	13709	0,7933	10876
1992	14757	0,6568	9692

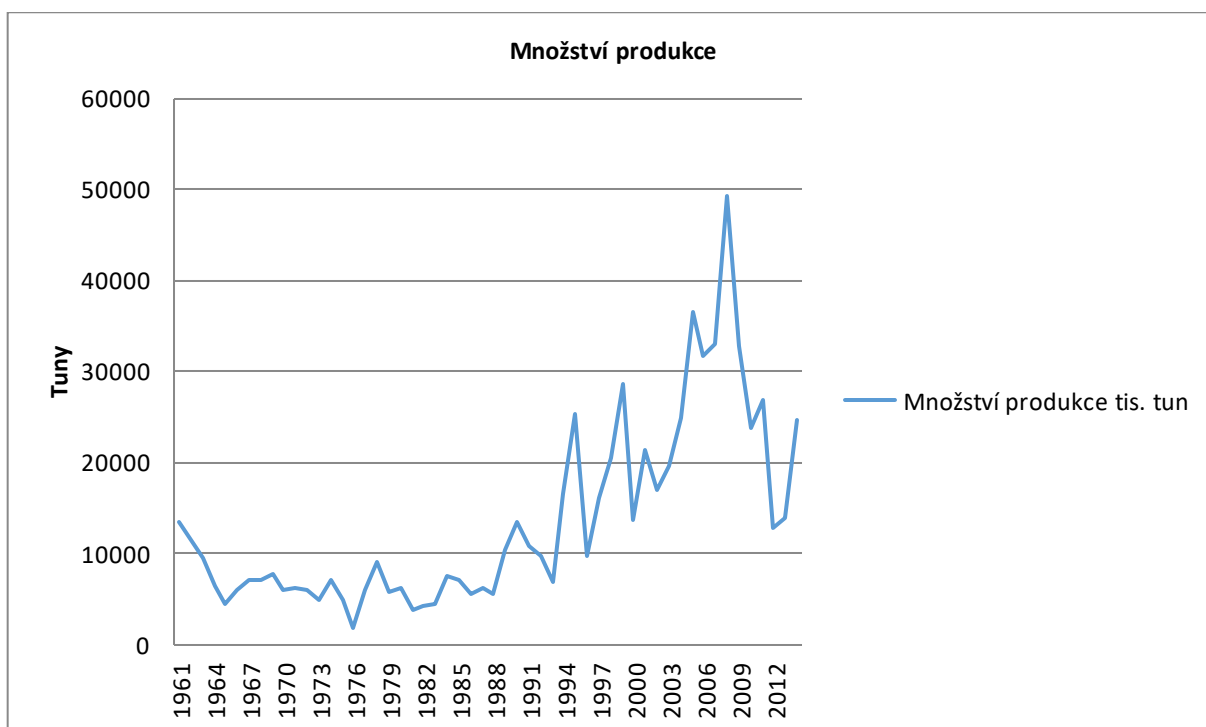
* Neoficiální data

Zdroj: faostat, 2017

Tab. č. 7: Sklizňová plocha, průměrný výnos semene a celková produkce máku v ČR

Rok	Sklizňová plocha	Výnos	Množství produkce
	tis. ha	tun/ha	tis. tun
1993	8814	0,7817	6890
1994	28726	0,5734	16471
1995	34600	0,7301	25260
1996	14400	0,6806	9800
1997	25000	0,6400	16000
1998	35000	0,5857	20500
1999	45462	0,6271	28509
2000	29870	0,4555	13607
2001	34478	0,6178	21300
2002	29638	0,5702	16900
2003	38148	0,5123	19544
2004	27579	0,9000	24821
2005	44412	0,8200	36418
2006	57785	0,5467	31591
2007	56914	0,5816	33101
2008	69793	0,7056	49248
2009	53623	0,6097	32692
2010	51103	0,4636	23690
2011	31495	0,8547	26918
2012	18363	0,6978	12814
2013	20250	0,6870	13911
2014	27020	0,9128	24665

Zdroj: faostat, 2017



Graf č. 1: Množství produkce máku 1961-2014

Zdroj: faostat, 2017

Faktickou změnu v agrotechnice pěstování máku je od šedesátých let 20. století pěstování v úzkých řádcích, vypuštění meziřádkové kultivace, používání pesticidů zejména herbicidů a přímá sklizeň kombajny. Celá agrotechnika je v současné době založena na principu náhody. Chybí znalost a schopnost využití intenzifikačních faktorů v systému pěstování máku (Cihlár a kol., 2002).

Čeští pěstitelé se začali hojně věnovat pěstování máku po roce 1989, jak vyplývá z grafu č. 1, kdy v zemích klesly stavy hospodářských zvířat. Snížená spotřeba krmných plodin donutila zemědělce ke změně skladby pěstovaných komodit.

Z tabulky č. 7 vyplývá, že největší plochy dosáhla maková pole v roce 2008, kdy pěstitelé oseli plodinou takřka 70 tisíc hektarů polí a sklidili bezmála 50 tisíc tun semene. Tím vznikla velká konkurence v České republice ale i ve světě, konečným efektem byl pád cen a množství osetých ploch mákem.

Snížování ploch máku trvalo až do roku 2012, kleslo až na pouhých 18 tisíc hektarů půdy.

V roce 2013 plochy začínají opět růst a roste zároveň i cena, trend zvyšování osevních ploch v následujících letech přetrvává.

V roce 2014 došlo k navýšení ploch cca o 7000 ha, celkem tedy 27000 ha a tak jako u ostatních plodin, tak i u máku bylo dosahováno nadprůměrných výnosů.

Plochy nadále rostou i v roce 2015, kdy bylo oseto 32 650 ha s výnosem 0,82 tuny/ha (Lohr, 2016).

3.11 Vývoz a dovoz máku setého

Ve světovém a evropském žebříčku producentů potravinářského modrého máku se Česká republika stále drží na špičce. Celkově největším producentem máku ve světě je Turecko, které však pěstuje hlavně mák bílý a své odbytí nachází v Indii.

Tab.č.8 Vývoz a dovoz máku v ČR

Vývoz a dovoz máku v ČR					
Rok	Osev. plochy tis. ha	Vývoz tis. tun	Průměr CZK/kg	Dovoz tis. tun	Průměr CZK/kg
2006	57785	30184	41,67	1421	47,49
2007	56914	28940	69,44	2074	77,04
2008	69793	33820	34,28	1439	38,81
2009	53623	30676	22,24	2664	26,06
2010	51103	22971	33,69	4574	26,83
2011	31495	30754	26,89	5808	20,65
2012	18363	19924	41,69	5080	33,39
2013	20250	19978	62,40	6067	54,46
2014	27020	28059	49,49	4700	44,62
2015	32650	8003	48,15	1325	45,51

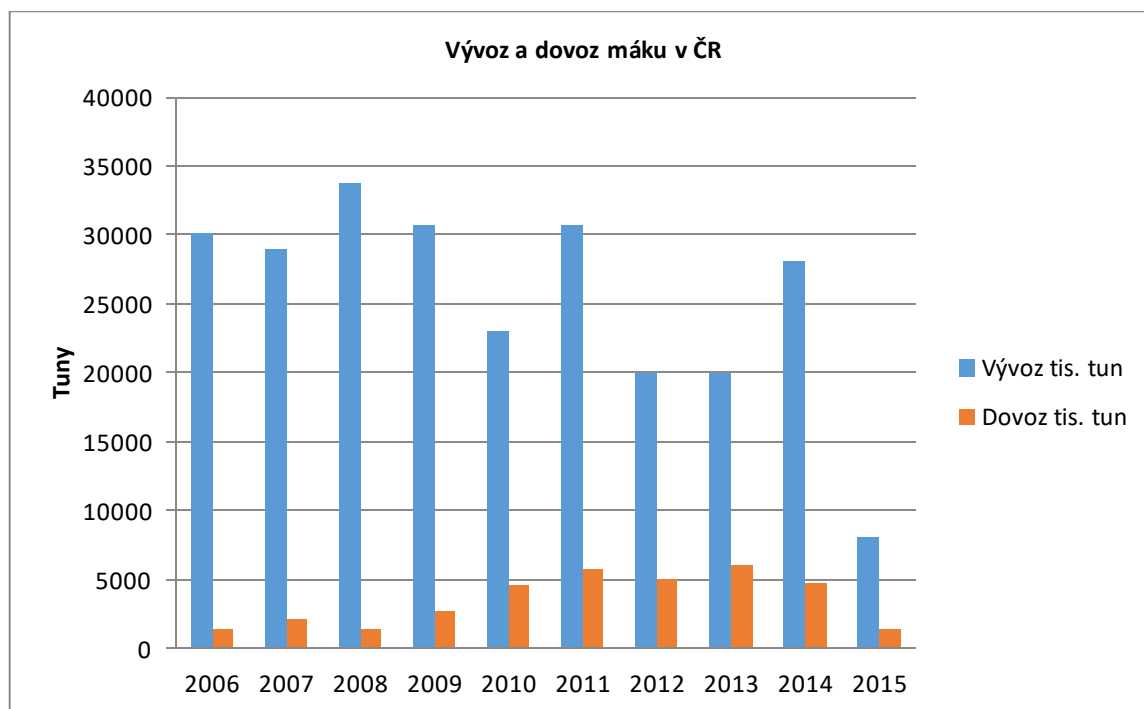
Zdroj:(dle Lohr, 2016)

Z tabulky č. 8 je patrné, že největší osevní plochy máku v České republice zaujímaly v roce 2008, kdy se také máku nejvíce dostalo na mimotuzemský trh.

Ohromný, zpravidla dvojnásobný – u máku tří až čtyřnásobný – nárůst cen komodit rostlinného původu proběhl na konci roku 2007 a v první polovině 2008 proti minulým létům. Zemědělství poprvé po roce 1990 začalo ve velkém investovat a získalo sebevědomí (Vašák, 2009).

Po té následoval významný propad. Pokles vývozu po roce 2008 doprovázel i pokles cen. Po dobu třech a půl let (zač. r. 2009 až polovina roku 2012) se vývozní ceny máku pohybovali mezi dvaceti a třiceti korunami za kilogram, což mělo za následek pokles výroby máku u nás (Lohr, 2015).

Po období cenových propadů po roce 2009 se trh relativně stabilizoval. Od konce roku 2012 vývozní ceny českého máku neklesly pod hranici 40 Kč/kg. Během roku 2014 a roku 2015 stouply ceny v průměru přes 48 Kč/kg, v roce 2014 až na 49,49 Kč/kg, což byla třetí nejvyšší cena v novodobé historii cen máku (tabulka č. 8).



Graf č. 2: Vývoz a dovoz máku v ČR v letech 2006-2015

Zdroj: (dle Lohr, 2016)

Z grafu č. 2 vyplývá, že Česká republika s jasnou převahou mák vyváží do zahraničí. Hlavními odběrateli českého máku je Rusko, Rakousko a Polsko.

V roce 2013 začalo docházet k významným importům farmaceutického máku do České republiky ze západu EU a Tasmánie, který omezeně přetrvává.

Dovozy v posledních letech překračovaly o čtvrtinu až polovinu výši spotřeby tuzemského máku, šlo především o dovozy ze Španělska, Maďarska, Austrálie, Polska, Francie a Číny. Česká republika proto zavedla několik legislativních opatření, účinnost je patrná v grafu č. 2, kdy dovoz v roce 2015 prvně znatelně klesl se zavedením vyhlášky.

3.11.1 Rok 2016

Rozlohy polí osetým mákem se v roce 2016 opět zvýšily, tentokrát na úroveň 35 543 ha (ČSÚ, 2017)

Poměrně vysoké ceny v období předchozích tří let povzbudily řadu nových i staronových pěstitelů na jaře uplynulého roku k zasetí máku.

I přes nepřízeň klimatických podmínek v některých oblastech se rok 2016 ukázal jako poměrně úspěšný. Odhad výnosu k 15. 9. 2016 dle ČSÚ byl 0,82 t/ha (Lohr, 2017).

Reálný výnos se vyšplhal k hodnotě o něco nižší 0,8 t/ha a sklídilo se 28 574 tun máku (ČSÚ, 2017).

Česká republika opět obhájila své prvenství v pěstování potravinářského máku. Pro tento rok bylo největším konkurentem pro Česko hlavně Maďarsko.

Maďarsko silně konkuruje České republice na východoevropských trzích a zároveň patří mezi největší dodavatele makového semene do naší republiky (Lohr, 2017).

Cena

V průběhu roku 2016 cena zhruba kolísala v průměru 45-30 korun za kilogram máku, v květnu nebyl vyjimkou ani pokles až na 26 Kč/kg (ČSÚ, 2017).

Vývoz a Dovoz

Celkové množství vývozu olejnatých semen v roce 2016 (leden-prosinec) a to včetně semen drcených činil 37 365 553 kg, přičemž mák zaujímal množství 25 828 144 kg (ČSÚ, 2017).

Vývoz máku ze sklizně 2015 se svým objemem 24 430 tun zaostal za průměrem předchozích deseti let (27,7 tis. tun), nicméně proti sklizňovým rokům 2012/13 a 2013/14 došlo přeci jen k nárůstu. Cenová úroveň dosažená ve stejném období činila CZK 43,72/kg.

Vývoz máku po sklizni 2016 (září-listopad) činil 9 199 445 kg s průměrnou cenou 34,96 Kč/kg (Lohr, 2017).

Na dovozu máku do České republiky se dále projevují legislativní opatření vlády. V roce 2015 se do České republiky dovezlo 4 670 630 kg máku a v roce 2016 se jednalo o množství 3 725 808 kg (ČSÚ, 2017).

Dovozy máku se v posledních dvou letech snížily, nicméně stále ještě nepoklesly k úrovni před rokem 2009, kdy se k nám začalo semeno farmaceutických odrůd dovážet ve větší míře.

3.12 Rizika a prosperity pěstování máku

Tab.č. 9 SWOT matice

SWOT matice		
Vnitřní prostředí	Silné stránky	Slabé stránky
	Kvalita a pověst českého máku	Neznalost máku v některých zemích
	Nutriční vlastnosti	Pančování českého máku
Vnější prostředí	Příležitosti	Hrozby
	Světové kulinářské využití	Přírodní podmínky
	Nové přírodní medikamenty	Světová konkurence
	Pěstování bílého máku	Ztráta spotřebitelů
	Efektivnější agrotechnika	

Alternativy strategie dalšího rozvoje, prosperita a případná rizika jsou zaznamenána v tabulce č. 9 SWOT matice.

Pro udržení pozice ČR jako jednoho ze světových lídrů mezi producenty máku je vhodné zajistit kontinuální zemědělský výzkum a tvorbu moderních výkonných odrůd.

Další možností, jak posílit svoji pozici ve světě, je rozšířit zahraniční obchod a pokusit se zaměřit na pěstování bílého máku tak, jako se to daří v Turecku.

Rozšířit povědomí o nutričních hodnotách máku a prospěšnosti zdraví.

V neposlední řadě dbát na kvalitu našeho českého máku a uchránit ji do budoucna.

3.13 Predikace

Náročnost pěstování máku spočívá v souboru několika faktorů. Ekologické, které mohou velmi ovlivnit celkový výnos, jelikož mák pro dosažení uspokojivého výnosu je citlivý na dostatek vláhy v celém průběhu vegetace. Vzhledem k vyšším srážkovým úhrnům počátkem roku, by se tato skutečnost mohla pozitivně odrazit na jeho produkci.

Dalším významným faktorem jsou agrotechnické metody, mezi ně patří zejména dobré provzdušnění půdy, příprava seťového lůžka a kvalitní zasetí. Dalším úskalím je rychlost šíření patogenů.

Mák je plodinou zlepšující půdní podmínky, což je také dobrým důvodem, proč ho zařazovat do osevních postupů, někdy ale bývá problémem pěstování jeho realizační cena, která naopak má za následek vyřazení této plodiny z osevního postupu.

Do budoucna lze předpokládat, že odbyt máku do jiných zemí než současných se nebude nijak významně lišit. Český mák se bude snažit zachovat svoje zastoupení na tradičních trzích, kde je dobře znám.

Faktorem, který může významně ovlivnit situaci máku v budoucích letech, je skutečnost získání evropského chráněného označení původu máku, o které již bylo zažádáno.

4 Problematika míchání potravinářského a farmaceutického máku

Navzdory značnému nadbytku tuzemského máku rostly evidentně i jeho dovozy do České republiky. Jedná se především o technické odrůdy máku, které nejsou určeny k potravinářským účelům.

Ve většině případů se dovozní ceny pohybují výrazně pod úrovní vývozních cen, zvláště u dovozů ze zemí, které produkují mák primárně pro farmaceutický průmysl. Ve směsi s českým mákem, jsou tyto máky reexportovány do třetích zemí, což vysvětluje nízkou cenovou úroveň vývozu na tyto trhy. Část dovozů představují i potravinářské máky, lze předpokládat, že jsou určeny i pro český trh v obdobích, kdy vlastní zboží na trhu chybí. To ovšem neznamená, že se tzv. farmaceutické máky rovněž nedostávají do české maloobchodní sítě, jak o tom svědčí provedené laboratorní rozborů a koneckonců i reakce českých spotřebitelů na klesající kvalitu máku na českém trhu (Lohr, 2015).

Pančování máku snižuje dobrou reputaci českého máku v zahraničí. Sdružení pěstitelů do legislativy od roku 2014 prosadili limit pro maximální obsah morfinových alkaloidů 25 mg/kg. Jedná se o vyhlášku MZ č. 399/2013 Sb.

Od ledna 2015 mák patří mezi plodiny, jejichž dovozy musí dovozci hlásit českým dozorovým orgánům v dostatečné lhůtě, což umožňuje plánování kontrol takto dovezeného máku. Čeští pěstitelé také uvažují o tom, že zažádají Evropskou unii o zařazení českého máku na seznam chráněných zeměpisných označení.

Odlišení kvality potravinářského českého modrého máku s vynikajícími senzoryckými vlastnostmi od technického máku, který je běžně nabízen spotřebitelům v tržní síti a dokonce je nabízen jako mák tuzemský, by mělo do budoucna pomoci evropské chráněné zeměpisné označení, o nějž bylo ke konci loňského roku požádáno (Chýlková, 2017).

4.1 Materiál a výsledky stanovení

Pro laboratorní hodnocení alkaloidů v máku bylo zakoupeno 7 různých balení máku běžně dostupných v jednotlivých prodejních řetězcích a obchodů se zdravou výživou. Jako kontrolní vzorek byl použit mák vypěstovaný ve Výzkumné stanici Červený Újezd, FAPPZ.

Vzorky byly laboratorně zpracovány **OSEVA A PRO s.r.o., Research Institute of Oilseed Crops, Purkyňova 10, Opava**. Datum analýzy 6 - 24.10. 2016.

Vzorky byly nakoupeny během září 2016, jako kontrolní vzorek byl vybrán vzorek z výzkumné stanice – sklizeň 2016, Červený Újezd, FAPPZ.

Pro stanovení alkaloidů se používá celá řada laboratorních metod. Nejčastěji používanou metodou je vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) s UV nebo MS detekcí. Uvedené metody se liší způsoby extrakce a čištěním semen (Laryšová a kol., 2015).

Při analýze vzorků v této práci byla použita metoda HPLC-UV/VIS.

4.1.1 Výsledky

Stanovení alkaloidů v 7 zakoupených vzorcích a jedné kontrole, vzorek pocházející z Výzkumné stanice Červený Újezd, FAPPZ. Pro analýzu jako výchozí látka byla použita vždy celá maková semena.

Pro mák používaný v potravinářství platí legislativní nařízení o obsahu morfinu, jde o vyhlášku MZ č. 399/2013 Sb., kterou se mění vyhl. č. 329/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zák. č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena, ve znění vyhl. č. 418/2000 Sb. (MZ, 2013). Tato vyhláška Ministerstva zdravotnictví je uvedena v platnost od 1. 1. 2014 a stanoví maximální obsah 25 mg/kg morfinových alkaloidů na povrchu makového semene olejného typu pocházejícího z odrůd obsahujících nejvíce 0,8 % morfinových alkaloidů v sušině tobolek.

4.2 Vzorky máku setého

4.2.1 VZOREK Č. 1 (příloha č. 1)

Název: Mák modrý, odrůda Major, odvážené množství v igelitovém sáčku, bez popisu

Výrobce: Bc. Aleš Urban, Beřovice 86, 273 71

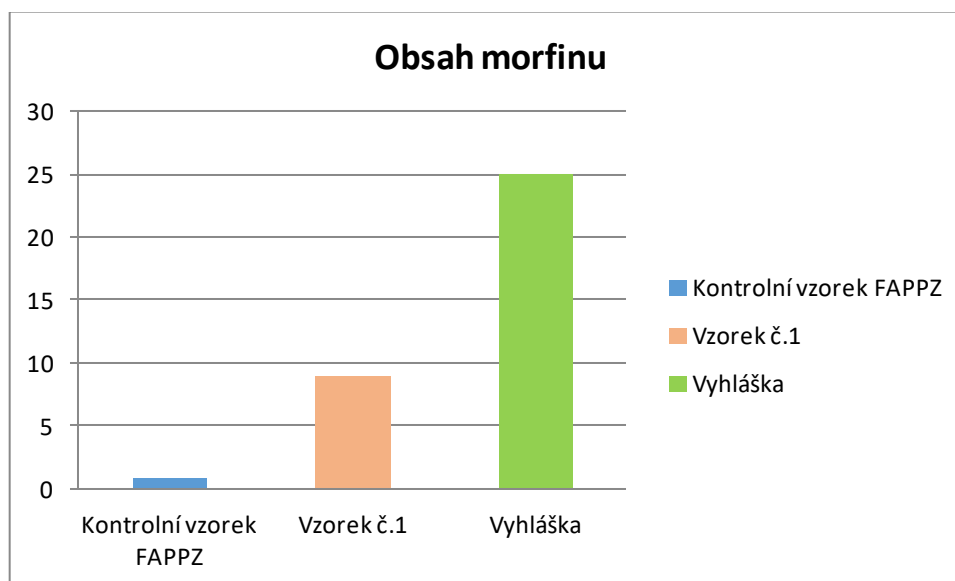
Prodejce: trhový stánek (Beroun)

Tab.č. 10 Koncentrace alkaloidu ve vzorku [mg/kg]

Vzorek č.	Morfin	Kodein	Thebain	Papaverin	Narkotin
1	8,91	1.64	1,72	0,17	0,72

Hladina morfinu ve vzorku č. 1 v tabulce č. 10 činí 8,91 mg/kg.

Norma dle vyhlášky MZ č. 399/2013 Sb. je 25 mg/kg morfinu. Tento vzorek limit nepřekročil a je v souladu s vyhláškou, jak vidíme v grafu č. 3.



Graf č. 3: porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 1, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.

4.2.2 VZOREK Č. 2 (příloha č. 2)

Název: Mák modrý

Výrobce: New REMYS s.r.o., Baarova 1161/15, Ostrava 70900

Země původu: ČR

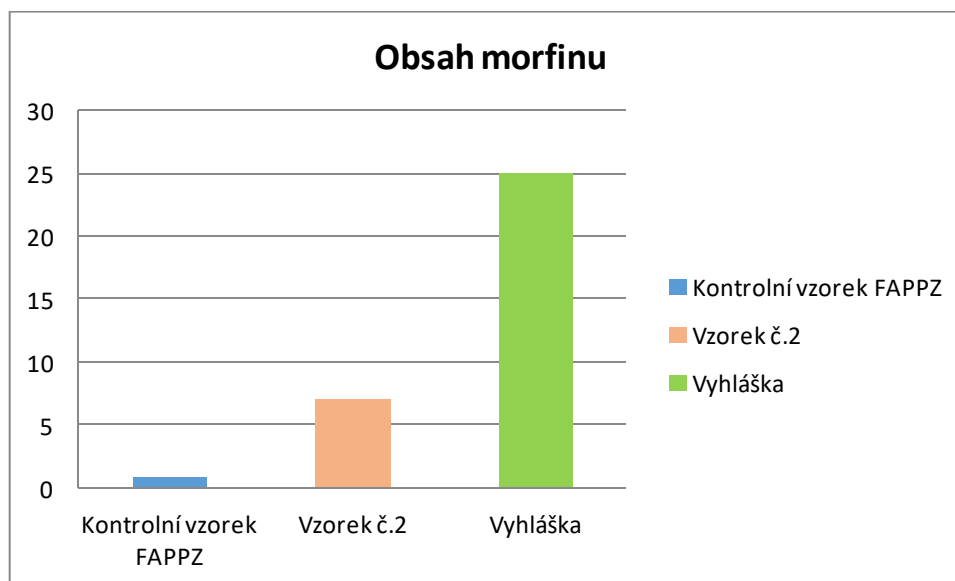
Minimální trvanlivost: 30. 12. 2016

Tab.č. 11 Koncentrace alkaloidu ve vzorku [mg/kg]

Vzorek č.	Morfin	Kodein	Thebain	Papaverin	Narkotin
2	7,05	0,48	0,45	-	0,06

Množství morfinu u vzorku č. 2 v tabulce č. 11 je 7,05 mg/kg.

Norma dle vyhlášky MZ č. 399/2013 Sb. je 25 mg/kg morfinu. Tento vzorek limit nepřekročil a je v souladu s vyhláškou, jak je patrné z grafu č. 4.



Graf č. 4: porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 2, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.

4.2.3 VZOREK Č. 3 (příloha č. 3)

Název: Mák modrý z české farmy

Výrobce: Bio nebio s.r.o., Bavoryně, Průmyslová zóna 103

Země původu: ČR

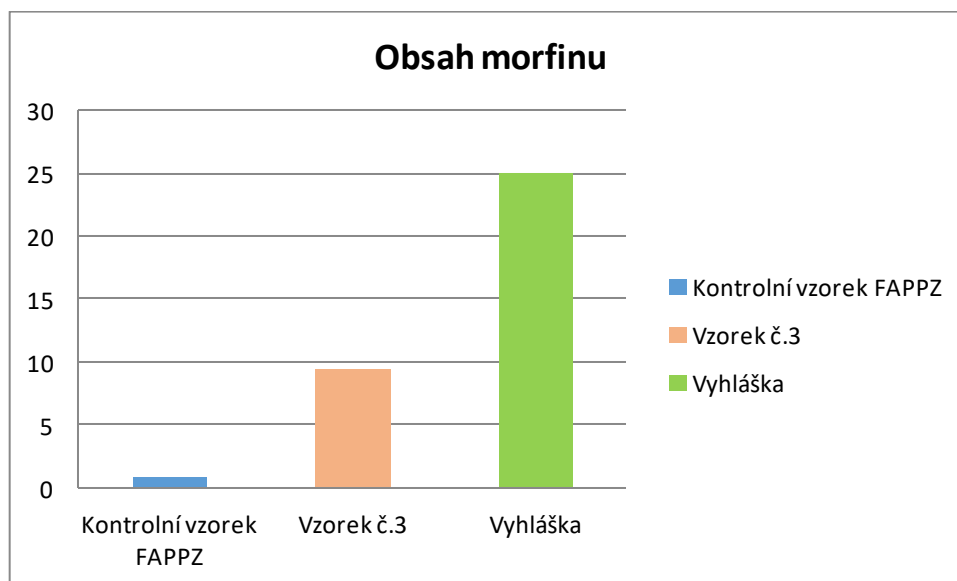
Minimální trvanlivost: 30. 4. 2017

Tab.č. 12 Koncentrace alkaloidů ve vzorku [mg/kg]

Vzorek č.	Morfin	Kodein	Thebain	Papaverin	Narkotin
3	9,37	1,25	0,83	0,08	0,26

Množství morfinu ve vzorku č. 3 v tabulce č. 12 je 9,37 mg/kg.

Norma dle vyhlášky MZ č. 399/2013 Sb. je 25 mg/kg morfinu. Tento vzorek limit nepřekročil a je v souladu s vyhláškou, znázorněno v grafu č. 5.



Graf č. 5: porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 3, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.

4.2.4 VZOREK Č. 4 (příloha č. 4)

Název: Blue Poppy seeds

Výrobce: POEX Velké Meziříčí a.s, Třebíčská 384, Velké Meziříčí 54901

Zemně původu: 1 Česká republika, 2 Turecko, 3 Španělsko, 4 Maďarsko, 5 Slovensko,
6 Austrálie

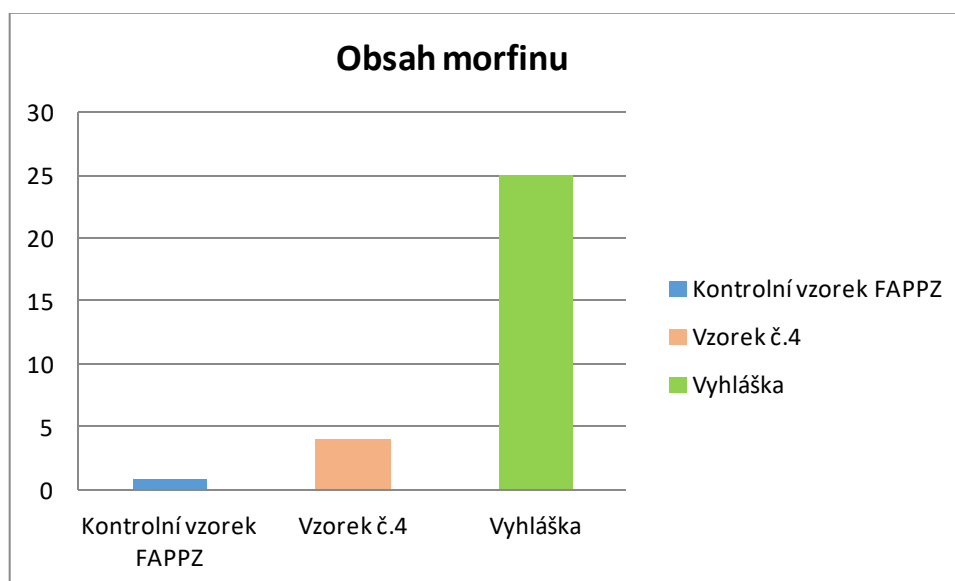
Minimální trvanlivost: 3. 3. 2017

Tab.č. 13 Koncentrace alkaloidů ve vzorku [mg/kg]

Vzorek č.	Morfin	Kodein	Thebain	Papaverin	Narkotin
4	3,99	0,78	0,38	0,02	0,18

Množství morfinu ve vzorku č. 4 v tabulce č. 13 je 3,99 mg/kg.

Norma dle vyhlášky MZ č. 399/2013 Sb. je 25 mg/kg morfinu. Tento vzorek limit nepřekročil a je v souladu s vyhláškou, jak znázorňuje graf č. 6.



Graf č. 6: porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 4, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.

4.2.5 VZOREK Č. 5 (příloha č. 5)

Název: Gardis, Poppy seeds

Výrobce: Distributor Lidl Stiffung a Co.KG, Německo

Země původu: ČR

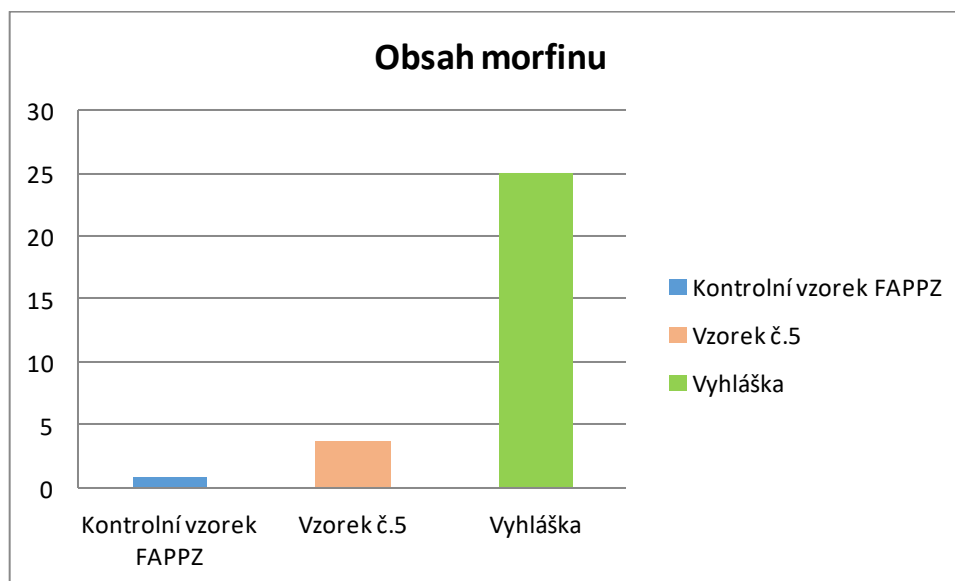
Minimální trvanlivost: 6. 3. 2017

Tab.č. 14 Koncentrace alkaloidů ve vzorku [mg/kg]

Vzorek č.	Morfin	Kodein	Thebain	Papaverin	Narkotin
5	3,67	0,37	0,24	0,02	0,14

Množství morfinu ve vzorku č. 5 v tabulce č. 14 je 3,67 mg/kg.

Norma dle vyhlášky MZ č. 399/2013 Sb. je 25 mg/kg morfinu. Tento vzorek limit nepřekročil a je v souladu s vyhláškou, znázorněno v grafu č. 7.



Graf č. 7: porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 5, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.

4.2.6 VZOREK Č. 6 (příloha č. 6)

Název: Mák modrý bio

Výrobce: Country Life, s.r.o., Nenačovice 87, 26601 Beroun

Země původu: Turecko

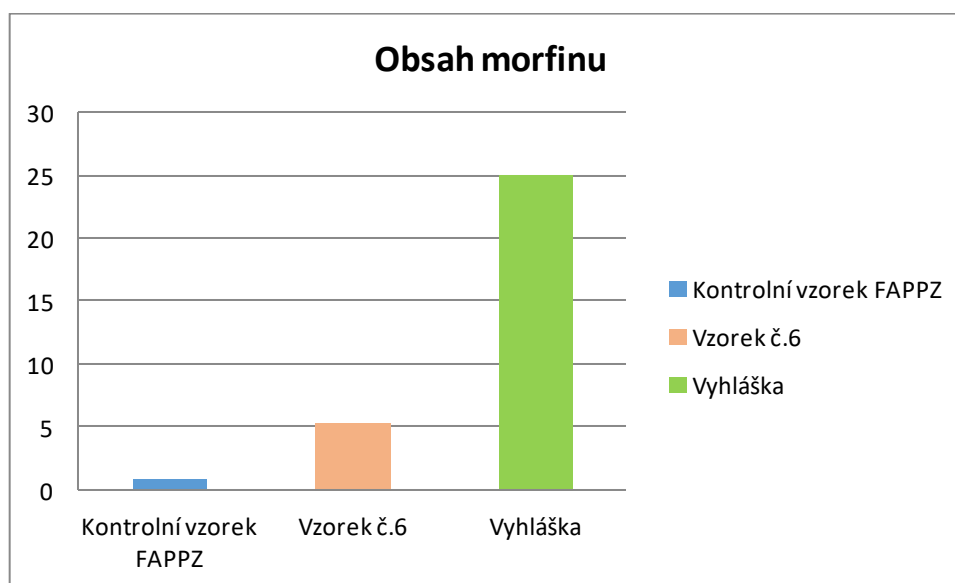
Minimální trvanlivost: 10. 3. 2017

Tab.č. 15 Koncentrace alkaloidů ve vzorku [mg/kg]

Vzorek č.	Morfin	Kodein	Thebain	Papaverin	Narkotin
6	5,29	0,30	0,13	0,67	2,69

Množství morfinu ve vzorku č. 6 v tabulce č. 15 je 5,29 mg/kg.

Norma dle vyhlášky MZ č. 399/2013 Sb. je 25 mg/kg morfinu. Tento vzorek limit nepřekročil a je v souladu s vyhláškou, znázorněné grafem č. 8.



Graf č. 8: porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 6, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.

4.2.7 VZOREK Č. 7 (příloha č. 7)

Název: Provita, Mák modrý

Výrobce: Vega provita, s.r.o, T.G. Masaryka 1131, 738 01 Frýdek Místek

Země původu: ČR

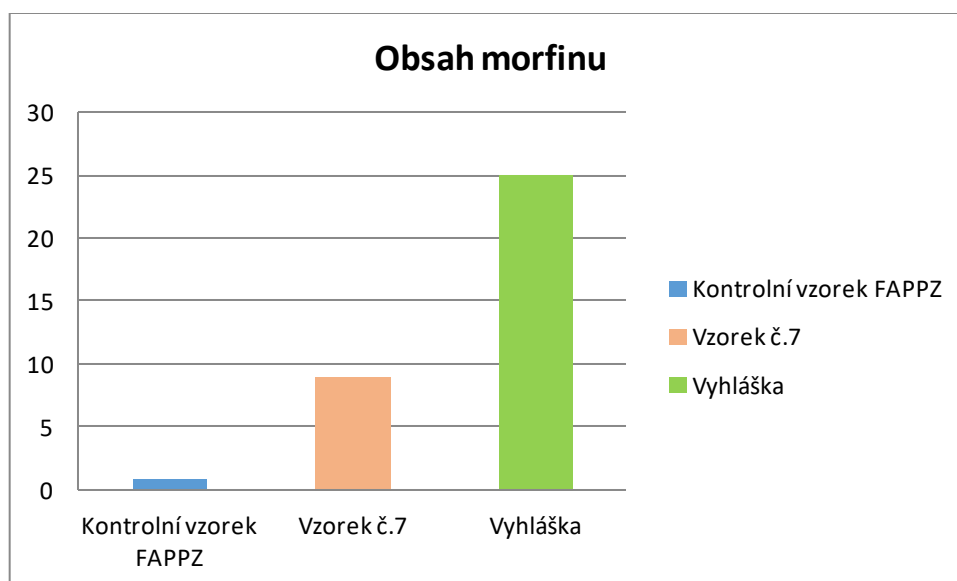
Minimální trvanlivost: 30. 1. 2017

Tab.č. 16 Koncentrace alkaloidů ve vzorku [mg/kg]

Vzorek č.	Morfin	Kodein	Thebain	Papaverin	Narkotin
7	8,89	1,03	1,00	0,09	-

Množství morfinu ve vzorku č. 7 v tabulce č. 16 je 8,89 mg/kg.

Norma dle vyhlášky MZ č. 399/2013 Sb. je 25 mg/kg morfinu. Tento vzorek limit nepřekročil a je v souladu s vyhláškou, znázorněné grafem č. 9.



Graf č. 9 : porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 7, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.

4.2.8 VZOREK Č. 8

Název: Kontrolní vzorek, odrůda Aplaus 2016

Výrobce: Výzkumná stanice Červený Újezd, FAPPZ, sklizeň 2016

Tab.č. 17 Koncentrace alkaloidů ve vzorku [mg/kg]

Vzorek č.	Morfin	Kodein	Thebain	Papaverin	Narkotin
8	0,88	0,15	0,51	-	-

Množství morfinu v kontrolním vzorku č. 8 v tabulce č. 17 je 0,88 mg/kg.

Norma dle vyhlášky MZ č. 399/2013 Sb. je 25 mg/kg morfinu. Tento vzorek limit nepřekročil a je v souladu s vyhláškou.

4.2.9 Závěr

U všech sedmi zakoupených analyzovaných vzorků máku nedošlo k překročení množství morfinu dané vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb. Převážná část vzorků nebo směsí vzorků pocházela dle etikety z české produkce. Jen vzorek číslo 6 pocházel ze zemědělské produkce Turecka a měl také označení bio.

Nejlépe si vedl kontrolní vzorek č. 8 z výzkumné stanice Červený Újezd, FAPPZ. Hodnoty všech alkaloidů vyšly jednoznačně nejnižší nebo nebyly zaznamenány vůbec.

Je nutné brát v úvahu, že množství morfinu v makovém semeni je závislé na odrůdě máku, na průběhu sklizení, posklizňovém čištění, skladování a v neposlední řadě na mletí a tepelném zpracování máku před konzumací.

V České republice se pěstuje výhradně mák olejný s nízkým až středním obsahem morfinu, je tedy nemožné dosáhnout vyšších hodnot morfinu v semeni máku, pokud je dodrženo běžných postupů při sklizni a čištění semena.

5 Závěr

Český modrý mák vyniká nejen svou výbornou chutí, sensorickými vlastnostmi, ale zejména svoji čistotou a kvalitou semene. Je tedy žádoucí jeho pověst a kvalitu chránit, nadále upevňovat a popularizovat jeho oblibu nejen u nás.

Domácí spotřeba se každoročně pohybuje kolem 2000 tun, to odpovídá průměrné spotřebě 200g na jednoho obyvatele v České republice za rok. To z nás dělá největší jedlíky máku na světě a vysvětlení je jednoduché, mák je pro nás významnou a chutnou plodinou od nepaměti.

Česká republika patří mezi největší producenty potravinářského máku na světě a to již několik let. Produkuje téměř jednu třetinu celosvětové produkce máku a exportuje ho do více než 35 zemí světa, kde je vysoce hodnocen i pro svou zdravotní nezávadnost.

Jeho dobrá pověst začíná být ohrožena v momentě, kdy dochází k míchání našeho potravinářského máku s mákem farmaceutickým, dováženým z některých zemí, kde semeno je již fakticky odpad. Kvalita a chuťové vlastnosti farmaceutického máku je zásadně rozdílná.

Česká republika proto zavedla několik legislativních opatření na ochranu českého modrého máku, jde o vyhlášku č. 399/2013 Sb. Ministerstva zdravotnictví, která stanovuje maximální obsah morfinových alkaloidů na povrchu semene. Dále je to vyhláška č. 172/2015 Sb., která slouží ke kontrole dováženého máku do České republiky. Jejich uvedení v platnost mělo za následek snížení dovozu technického máku do ČR. Také se zlepšila kvalita potravinářského máku pro běžného spotřebitele, jak vyplývá z analýzy a výsledků stanovení morfinových alkaloidů v různě zakoupených spotřebitelských balení máku v maloobchodních sítích, které je součástí této bakalářské práce.

Dalším krokem na ochranu českých pěstitelů máku je prosazení chráněného zeměpisného označení pro český mák v rámci EU, o které je již v Bruselu požádáno a které český modrý mák jistě zasluhuje.

Průměrný výnos semen v letech 1920-1938 činil 0,86 t/ha, v roce 2016 se průměrný výnos vyšplhal na 0,82 t/ha. Lze tedy říci, že výnos semene máku poněkud stagnuje a nedaří se dosáhnout vyšších hodnot i přes značný pokrok v agrotechnice, zemědělských postupech a účinků pesticidů. Je zde tedy stále prostor pro rozvoj a výzkumnou činnost.

Pro udržení a zlepšení postavení českého máku ve světě se naskýtá možnost zacílení na pěstování bílého máku, tak jako se to daří v Turecku.

6 Zdroje

Bailey, B.A., O'Neill, N.R., Jennings, J.C., Farr, D.F. 2000, *Dendryphon penicillatum* and *Pleospora papaveracea*, destructive seedborne pathogens and potential mykoherbicides for *Papaver somniferum* L.

Bajpai, S., Prajapati, S., Luthra, R. et al. 1999 *Genetic Resources and Crop Evolution* 46:435. doi:10.1023/A:1008753604907

Bechyně, M., Novák, J. 1987. *Biologie máku a systém jeho produkce*. VŠZ. Praha. s. 94.

Bechyně, M. 1993. *Základy pěstování máku*. Institut výchovy a vzdělávání MZ ČR v Praze, Vol. 36, s. 3-18, ISBN 80-7105-037-7.

Bentley, K. W. 1954. *The Chemistry of the Morphine Alkaloids*. Monographs on the chemistry of natural products. Clarendon Press Oxford. In: KAPOOR, L. D., 1995. *Opium Poppy - Botany, Chemistry and Pharmacology*. The Haworth Press, Inc. New York. p. 326. ISBN:1-56024-923-4.

Bozan, B., Feral, T. 2008. "Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils." *Bioresource technology* 99.14 (2008): 6354-6359

Brunton, L., Chabner, B., Knollman, B. 2010. *Goodman and Gillman's the Pharmacological Basis of Therapeutics*. New York. p. 1808. ISBN 978-0-07-162442-8.

Český modrý mák. [online 2016]. [cit. 2016-11-22]. Dostupné z <<http://ceskymodrymak.cz/legislativa/>>

Český statistický úřad. [online 2017]. [cit. 2017-3-2]. Dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/soupis-ploch-osevu-k-31-kvetnu-2016>>

Český statistický úřad. [online 2017]. [cit. 2017-3-2]. Dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2016>>

Český statistický úřad. [online 2017]. [cit. 2017-3-2]. Dostupné z
<<https://apl.czso.cz/pll/stazo/STAZO.STAZO>>

Cihlář, P., Vašák, J., Kosek, Z. 2002. Intenzifikace pěstování máku setého jarního. Sdružení Český mák informuje. 1. makový občasník. Praha. SČM. s. 8 - 16 .

Cihlář, P., Vašák, J., Kosek, Z. 2003. Technologie máku setého pro dvoutunové výnosy semen. Sdružení Český mák informuje. 2. makový občasník. Praha. SČM. s. 11 – 18.

Doležalová, J., 2010. Složení alkaloidního spektra máku setého. Sdružení český mák informuje. 9. makový občasník. Praha. SČM. S. 98-101. ISBN 978-80-213-2041-3

Dvořáková, E., Stránská, I., Novák, J. 2009. Thebainový mák – *Papaver bracteatum* LINDL. Sdružení český mák informuje. 8. makový občasník. Praha. s. 34 - 35. ISBN 978-80-213-1884-7.

Food and Agricultural Organization of the United Nations. [online]. 2017. [cit. 2017-2-14]. Dostupné z <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>

Holoubek, J. 2012. Maková semena-zdravá pochoutka nebo skrytá hrozba? Potravinářská revue. s. 56-57. ISSN 1801-9102

Chýlková, M. 2017. Přijde (někdy ta správná) doba maková ? Sdružení český mák informuje. 16. makový občasník. Praha. s. 3-5. ISBN 978-80-213-2742-9

Laryšová, A., Endlová, L., Vrbovský, V. 2015. Analýza alkaloidů v makovině metodou vysokoúčinné kapalínové chromatografie. Chemické listy 109. 229-234

Lohr, V. 2012. Produkce máku ve Španělsku. Sdružení český mák informuje. 11. makový občasník. Praha. s. 77-78. ISBN 978-80- 213-2248-6.

Lohr, V. 2014. Odvrácená strana máku. Sdružení český mák informuje. 13. makový občasník. Praha. s. 14-18. ISBN 978-80-213-2443-5

Lohr, V. 2015. Mák v roce 2014. Sdružení český mák informuje. 14. makový občasník. Praha s. 8- 9. ISBN 978-80-213-2539-5

Lohr, V. 2016. Mák v roce 2015. Sdružení český mák informuje. 15. makový občasník. Praha. s. 7-13. ISBN 978-80-213-2623-1

Lohr, V. 2017. Mák v roce 2016. Sdružení český mák informuje. 16. Makový občasník. Praha. s. 6-12. ISBN 978-80-213-2742-9

Laughlin, J., C., Choung, B., Beattie, B. 1998. Poppy cultivation in Australia. P. 249 – 277. In: Bernáth, J. 1998. Poppy. The Genus *Papaver*. Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles. Harwood academic publishers. p. 352. ISBN: 90-5702-271-0.

Mikla, M., Hájková, M. 2016. Sdružení český mák informuje. 15. makový občasník. Praha. s. 27-28. ISBN 978-80-213-2623-1

Nawrath, A., Hašková, P. 2016. Sdružení český mák informuje. 15. makový občasník. Praha. s. 38-39. ISBN 978-80-213-2623-1

Novák, J., Skalický, M., 2009. Botanika. Praha. s. 336. ISBN 978-80-904011-5-0

Paul, L., Schiff, J. 2002. Opium and its alkaloids. American Journal of Farmaceutical Education. Pittsburgh. 66. p. 186-194.

Singh, S.P, Shukla, S. , Yadav, H. K., Rastogi, A., Mishra, B.K. 2010. Alkaloid diversity in relation to breeding for specific alkaloids in opium poppy (*Papaver somniferum* L.), Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 46 (4). 164-169.

Spilková, J., 2016. Farmagnozie. Praha: Univerzita Karlova v Praze. Nakladatelství Karolinum. s. 34.5 ISBN 978-80-246-3264-3

Sproll, C., Perez, R.C., Buschmann, R., Lachenmeier, D. 2007: Guidelines for reduction of morphine in poppy seed intended for food purposes. v. 226. (1) pp 307–310

TLustoš, P., Švehla, P., Pavlík, M., Hanč, A. 2011. Agrochemie. Praha. s.228. ISBN 978-80-213-1713-0

Triverdi, M., Tiwari, R.K. & Dhawan, O.P. Japnl Genet. 2006 47: 29.
doi:10.1007/BF03194596

Valíček, P., Arcmivovičová, J., Horák V., Vaněček, M. 2000. Rostlinné omamné drogy. Start. Benešov. s. 191. ISBN 80-86231-09-7

Valizadeh, N., Rahimi, A., Arslan, N. 2014. Variation in fatty composition of there turkish slit flower opium poppy (*Papaver somniferum* L.) lines. International Journal of Biosciences, Vol. 4. No. 2. p. 268-274

Vašák, J. 2009. Český mák v roce 2008. Sdružení český mák informuje. 8. makový občasník. Praha s. 5-15. ISBN 978-80-213-1884-7.

Vašák, J., Honsová, H., Pšenička, P., Cihlář, P. 2016. Výzkum máku pro lepší výnosy semen a ekonomika produkce. 15. makový občasník. Praha. s. 14-21 ISBN 978-80-213-2623-1

Vašák, J. 2010. Mák, kolektiv autorů. Powerprint Praha, s. 352. ISBN: 978-80-904011-8-1.

Vlk, R., Kosek, Z., Šimek, P. 2010. Pěstování máku v EU a ve světě. Sdružení český mák informuje. 9. makový občasník. Praha. s. 12-13. ISBN 978-80-213-2041-3.

Zákony pro lidi. [online 2016]. [cit 2016-11-22]. Dostupné z
<<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1998-167#cast1>>

SEZNAM TABULEK:

Tabulka 1 Obsah hlavních alkaloidů v opiu.....	6
Tabulka 2 Složení mastných kyselin v makovém oleji.....	8
Tabulka 3 Hladiny morfinových alkaloidů v krevním séru – mák modrý indický.....	11
Tabulka 4 Hladiny morfinových alkaloidů v krevním séru – mák modrý ČR.....	11
Tabulka 5 Obsah morfinu a kodeinu v semenech máku z obchodů v USA podle různého Původu.....	11
Tabulka 6 Sklizňová plocha, průměrný výnos semene a celk. produkce máku v ČSSR....	23
Tabulka 7 Sklizňová plocha, průměrný výnos semene a celk. produkce máku v ČR.....	24
Tabulka 8 Vývoz a dovoz máku v ČR.....	26
Tabulka 9 SWOT matice.....	29
Tabulka 10 VZOREK Č. 1 koncentrace alkaloidu ve vzorku.....	33
Tabulka 11 VZOREK Č. 2 koncentrace alkaloidu ve vzorku.....	34
Tabulka 12 VZOREK Č. 3 koncentrace alkaloidu ve vzorku.....	35
Tabulka 13 VZOREK Č. 4 koncentrace alkaloidu ve vzorku.....	36
Tabulka 14 VZOREK Č. 5 koncentrace alkaloidu ve vzorku.....	37
Tabulka 15 VZOREK Č. 6 koncentrace alkaloidu ve vzorku.....	38
Tabulka 16 VZOREK Č. 7 koncentrace alkaloidu ve vzorku.....	39
Tabulka 17 VZOREK Č. 8 koncentrace alkaloidu ve vzorku.....	40

SEZNAM GRAFY:

Graf 1 Množství produkce 1961-2014.....	25
Graf 2 Vývoz a dovoz máku v ČR v letech 2006-2015.....	27
Graf 3 Porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 1, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.	33
Graf 4 Porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 2, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.	34
Graf 5 Porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 3, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.	35
Graf 6 Porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 4, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.	36
Graf 7 Porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 5, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.	37

Graf 8 Porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 6, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.	38
Graf 9 Porovnání obsahu morfinu se vzorkem č. 7, kontrolním vzorkem a vyhláškou MZ č. 399/2013 Sb.	39

7 Přílohy

PŘÍLOHA 1: Vzorek č. 1



Foto: Šárka Johanová (autor)

PŘÍLOHA 2: Vzorek č. 2.



Foto: Šárka Johanová (autor)

PŘÍLOHA 3: Vzorek č. 3



Foto: Šárka Johanová (autor)

PŘÍLOHA 4: Vzorek č. 4



Fotot: Šárka Johanová (autor)

PŘÍLOHA 5: Vzorek č. 5



Foto: Šárka Johanová (autor)

PŘÍLOHA 6: Vzorek č. 6



Foto: Šárka Johanová (autor)

PŘÍLOHA 7: Vzorek č. 7



Foto: Šárka Johanová (autor)