

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Mák a jeho význam v potravinářství
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Michaela Martínková**
Osobní číslo: **C18093**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Téma práce: **Mák a jeho význam v potravinářství**
Zadávací katedra: **Katedra analytické chemie**

Zásady pro vypracování

1. Proveďte literární rešerši zabývající se mákem, jeho hlavními složkami a významem v potravinářství.
2. Popište základní druhy máku, jejich specifika a možná využití pro průmysl potravinářský, farmaceutický a případně další oblasti.
3. Uveďte, pro jaké účely lze mák v potravinářství využít, a to včetně zástupců jednotlivých kategorií výrobků.
4. Diskutujte zdravotní aspekty spojené s mákem a jeho složkami. Uveďte jak vlivy pozitivní, které lze využít k terapeutickým účelům, tak i ty negativní.

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Martin Adam, Ph.D.**
Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce: **5. února 2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **2. července 2021**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2021

Prohlašuji:

Práci s názvem Mák a jeho význam v potravinářství jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 2. 7. 2021

Michaela Martínková

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Martinu Adamovi, Ph.D., za jeho ochotu, rady, trpělivost a přístup během psaní této práce. Dále bych velmi ráda poděkovala spolku Český modrý mák za poskytnutí informací, které mi při psaní této práce značně pomohly.

Děkuji i všem ostatním, rodině, a těm, kteří mě celou dobu podporovali.

ANOTACE

Tato práce se zabývá mákem, jeho hlavními složkami a významem v potravinářství. Jsou popsány různé druhy máku, jeho pěstování, vývoj nových odrůd a zároveň využití i v jiných odvětvích než v potravinářském průmyslu. Jsou rozebírány zdravotní aspekty konzumace makových semen, a to jak pozitivní, tak negativní. Na závěr je prezentováno působení alkaloidů nacházejících se v rostlinách máku a jejich využití ve farmaceutickém průmyslu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Mák, maková semena, alkaloidy, olejniny, maková sláma

TITLE

Poppy Seed and its Importance in the Food Industry

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with poppy, its main components, and importance in the food industry. Various types of poppies are described, their cultivation, development of new varieties, and at the same time, their use in other sector, than in the food industry. The health aspects of poppy seed consumption, both positive and negative, are discussed. In conclusion, the effects of alkaloids found in poppy plants and their use in the pharmaceutical industry are discussed.

KEYWORDS

Poppy, poppy seeds, alkaloids, oilseeds, poppy straw

Obsah

Úvod.....	12
1 Mák.....	13
1.1 Základní informace a rozdělení.....	13
1.1.1 Charakteristika čeledi makovitých.....	13
1.1.2 Rod <i>Papaver</i>	13
1.1.3 Mák setý.....	13
1.1.4 Nejvýznamnější dělení máku setého.....	14
1.1.5 Další dělení máku setého	15
1.2 Historie máku	16
1.3 Mák setý v České republice	18
1.3.1 Zákony a legislativa	19
1.3.2 Produkce máku setého	19
1.4 Mák setý ve světě.....	20
1.5 Biologie máku setého.....	22
1.5.1 Maková semena	22
1.5.2 Kořenová soustava.....	24
1.5.3 Lodyha	24
1.5.4 Listy	24
1.5.5 Květ.....	24
1.5.6 Tobolka máku = makovice	25
2 Pěstování máku setého.....	27
2.1 Ideotyp máku setého	27
2.1.1 Ovlivnění výnosů máku setého.....	28
2.1.2 Makovina	28
2.2 Požadavky máku setého na prostředí	28
2.2.1 Půda	29
2.2.2 Voda.....	29
2.2.3 Světlo	30
2.2.4 Teplota	30
2.3 Růst a vývoj máku setého	30
2.3.1 Setí a období pozvolného růstu.....	30
2.3.2 Období intenzivní asimilace rostlin	32

2.3.3	Období postupného odumírání a zrání rostlin.....	32
2.4	Sklizeň máku s makovinou, následné úpravy a skladování	32
2.5	Choroby a škůdci máku.....	33
2.5.1	Choroby	33
2.5.2	Škůdci	34
3	Šlechtění máku setého	35
3.1	Cíle šlechtění nových odrůd.....	35
3.2	Odrůdy máku setého	36
3.2.1	Máky modrosemenné s nízkým až středně vysokým obsahem morfinu	37
3.2.2	Máky modrosemenné se středně vysokým až vysokým obsahem morfinu.....	38
3.2.3	Bělosemenné a okrovosemenné odrůdy	38
3.2.4	Ozimé modrosemenné máky s nízkým obsahem morfinu v makovině	39
4	Mák setý v potravinářství	40
4.1	Obsahové látky v máku setém.....	40
4.1.1	Obsah alkaloidů	40
4.1.2	Složení semen máku setého a jeho energetické a nutriční hodnoty.....	40
4.1.3	Složení a vlastnosti makového oleje (tuku)	42
4.1.4	Obsah těžkých kovů a kontaminujících chemických látek.....	43
4.2	Zdravotní aspekty konzumace semen máku	44
4.2.1	Mastné kyseliny	44
4.2.2	Fenolové sloučeniny	45
4.2.3	Fytosteroly	45
4.2.4	Alergie na mák.....	45
4.2.5	Alkaloidy	46
4.2.6	Těžké kovy.....	46
4.2.7	Rezidua pesticidů.....	46
4.3	Kvalita makových semen	46
4.3.1	Normy	48
4.3.2	Chráněné zeměpisné označení	49
4.3.3	Česká cechovní norma	51
4.4	Mák v kuchyni.....	52
4.5	Makové výrobky	53
4.5.1	Makový olej.....	53

4.5.2	Makové náplně.....	53
4.5.3	Mák jako koření	54
4.5.4	Další makové výrobky a výrobky s mákem.....	54
5	Využití máku v dalších oblastech	55
5.1	Některé další druhy máku a jejich využití.....	55
5.1.1	Mák vlčí	55
5.1.2	Mák listenatý.....	55
5.1.3	Mák pochybný	55
5.1.4	Mák polní.....	55
5.1.5	Mák setý štětinkatý	56
5.1.6	Mák alpský.....	56
5.1.7	Mák bělokvětý jihomoravský	56
5.2	Využití máku ve farmaceutickém průmyslu a medicíně.....	56
5.3	Mák jako droga	58
5.3.1	Opium	58
5.3.2	Morfin	58
5.3.3	Kodein.....	59
5.3.4	Heroin	59
6	Závěr	61
	Použitá literatura	62
	Přílohy.....	70

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Seznam tabulek

Tabulka 1: Taxonomické zařazení máku setého	14
Tabulka 2: Obsah základních ukazatelů v makovém semeni	41
Tabulka 3: Srovnání obsahu vybraných mikroživin (mg/100 g) v olejnatých semenech a vybraných druzích ořechů	42
Tabulka 4: Semeno máku setého (<i>Papaver somniferum</i> L.) semenného, olejného typu	47
Tabulka 5: Hodnoty jakostních ukazatelů	49
Tabulka 6: Základní hodnoty jakostních ukazatelů	49

Seznam ilustrací

Obrázek 1: Trendy v oblastech, hektarové výnosy a sklizně plodin – mák setý	20
Obrázek 2: Produkce máku setého v tunách v EU	21
Obrázek 3: Import máku setého do EU v tunách	21
Obrázek 4: Mák setý	22
Obrázek 5: Příklady barev makových semen společně s názvy konkrétních odrůd	23
Obrázek 6: Otevírání tobolek máku	26
Obrázek 7: Makrofenologická stupnice zobrazující vývojové fáze růstu máku setého	31
Obrázek 8: Uznané množitelenské plochy jarního máku setého v roce 2020 a konkrétní pěstované odrůdy	37
Obrázek 9: Průměrný a maximální obsah kadmia v máku v letech 2010–2020 (mg/kg)	44
Obrázek 10: Logo Chráněného zeměpisného označení	50
Obrázek 11: Logo České cechovní normy	51
Obrázek 12: <i>Papaver albiflorum</i> subsp. <i>austromoravicum</i> Kubát – mák bělokvětý jihomoravský (vlevo); <i>Papaver dubium</i> L. – mák pochybný (vpravo)	56
Obrázek 13: Strukturní vzorec morfinu	59
Obrázek 14: Strukturní vzorec methylmorfinu	59
Obrázek 15: Strukturní vzorec diacetylmorfinu	59

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

CNS	Centrální nervový systém
ČSN	Česká technická norma
DUS	Distinctness, Uniformity and Stability (Odlišnost, Uniformita a Stabilita)
EFSA	European Food Safety Authority (Evropský úřad pro bezpečnost potravin)
GI	Geographical Indication (Zeměpisné označení)
CHOP	Chráněné označení původu
CHZO	Chráněné označení zeměpisného původu
LD ₅₀	Poloviční letální dávka
MK	Mastné kyseliny
MZe	Ministerstvo Zemědělství
OSN	Organizace spojených národů
PDO	Protected Designation of Origin (Chráněné označení původu)
PGI	Protected Geographical Indication (Chráněné označení zeměpisného původu)
PUFA	Poly Unsaturated Fatty Acids (Polynenasycené mastné kyseliny)
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
ZO	Zeměpisné označení

Úvod

Rostliny rodu mák jsou jednoleté byliny odedávna pěstované zejména pro svá semena a obsah alkaloidů, které se využívaly v léčitelství proti bolestem. Nyní se maková sláma a opium využívají ve farmaceutickém průmyslu. Semena se využívají v tradiční kuchyni, a to zejména slovanských národů. Maková semena mají charakter koření.

Nejvýznamnější rostlinou tohoto rodu je mák setý (*Papaver somniferum* L.). Česká republika dlouhodobě patří mezi významné světové producenty kvalitního máku. Kvalitní semena vyšlechtěných potravinářských odrůd máku setého se využívají k přímé lidské spotřebě. Zbylá maková sláma nebo makovina jsou využity ve farmaceutickém průmyslu pro izolaci alkaloidů využitelných na výrobu léčiv [1].

V současné době je snaha o vyšlechtění takových odrůd máku, které by nebylo možné zneužít k narkomanii a měly kvalitní semena pro potravinářský průmysl, nebo aby rostliny obsahovaly jiné drogově nezneužitelné alkaloidy využitelné ve farmaceutickém průmyslu [2; 3].

Cílem práce je vytvoření rešerše zabývající se mákem, hlavními obsahovými složkami a jeho využitím v průmyslu, a to zejména v potravinářském.

V této práci jsou shrnuty základní informace o mácích a konkrétněji o máku setém – od semínka, přes pěstování a vývoj nových odrůd až po využití. V podstatě „od farmy až na stůl“. Práce je zaměřena na vlastnosti a kvalitu semen, jejich obsahové látky, možný pozitivní nebo negativní dopad na lidské zdraví při konzumaci, možnosti využití semen máku v kuchyni a makové výrobky. V poslední části práce je shrnuto i jiné využití máku, jak máku setého, tak i dalších druhů rodu mák, v jiných odvětvích než potravinářském průmyslu. Jedná se zejména o průmysl drogový nebo farmaceutický.

1 Mák

1.1 Základní informace a rozdělení

1.1.1 Charakteristika čeledi makovitých

Do čeledi makovitých rostlin (*Papaveraceae*) jsou řazeny jednoleté až vytrvalé byliny s mléčnicemi, které mají cenokarpní soubor plodolistů, jednopouzdrý semeník a jednotlivé květy. Jako plod mají tobolku s velkým množstvím malých semen, která jsou bohatá na olej [4]. Šťáva (latex) obsahuje benzyliochinolinové alkaloidy a zároveň neobsahují kyselinu fumarovou. Celosvětově tato čeleď zahrnuje 26 rodů (přibližně 420 druhů). Zástupci na našem území jsou rody: mák (*Papaver* L.), vlašovičník (*Chelidonium* L.), rohatec (*Glaucium* MILL.), aj. [2].

1.1.2 Rod *Papaver*

Rostliny rodu mák (*Papaver*) patří do čeledi makovitých. Do tohoto rodu se zahrnuje přibližně 120 druhů, mezi které patří i mák setý, též spánkodárný (*Papaver somniferum* L.). Máky obsahují alkaloidy asi 14 typů, např. rhoeadinové, aporfinové, protopinové, promorfinanové, morfinanové atd. Na základě morfologických znaků, obsažených alkaloidů a dalších kritérií jsou tyto druhy rozlišovány na 11 neustálených sekcí: *Rhoeadium*, *Argemonidium*, *Papaver*, *Glauca*, *Meconidium*, *Pilosa*, *Macrantha*, *Meconella*, *Californicum*, *Carinatae* a *Horridu* [1; 5].

V České republice se vyskytují tyto druhy máku: mák setý zařazený v sekci *Papaver*, mák vlčí, mák pochybný, mák časný, mák Lecoqův a mák bělokvěťý patřící do sekce *Rhoeadium*, mák polní a vzácně i mák zvrhlý řadící se do sekce *Argemonidium* [5; 6].

1.1.3 Mák setý

Původ máku setého (*Papaver somniferum* L.) není zcela objasněn, nejpravděpodobněji tato kulturní forma vznikla z planého druhu máku štětinkatého (*Papaver setigerum* DC.) vyskytujícího se ve Středomoří z předoasijského genového centra. Jeho taxonomické zařazení je uvedeno v Tabulce 1.

Již v dávné historii se využíval v lidové medicíně, zejména na utišení velkých bolestí. V současnosti je mák setý pěstován v mírných a subtropických pásmech téměř celého světa a v České republice má dlouhou pěstitelskou a spotřebitelskou tradici. Ve volné přírodě se však téměř nevyskytuje.

Využívá se pro výrobu oleje a semen, která se využívají v potravinářství, nebo jako okrasná letnička. V zemědělství se využívá zejména jednoletý jarní mák setý [1; 7].

Tabulka 1: Taxonomické zařazení máku setého [8]

Říše	<i>Plantae</i>	rostliny
Oddělení	<i>Magnoliophyta</i>	krytosemenné
Třída	<i>Magnoliopsida</i>	nižší dvouděložné
Řád	<i>Papaverales</i>	pryskyřníkotvaré
Čeleď	<i>Papaveraceae</i>	makovité
Rod	<i>Papaver</i>	mák
Druh	<i>Papaver somniferum</i> L.	mák setý

1.1.4 Nejvýznamnější dělení máku setého

Nejvýznamnějším členěním máku setého je dle směru jeho využití [5]:

- Mák opiový – má 7 poddruhů [1]. Jsou typické vyšším obsahem alkaloidů, zejména morfinu, dále ještě narkotinu, kodeinu, papaverinu, thebainu, narkotolinu, myoiositolu, sanguaraninu, aj. [9]. Rostliny mají dobře vytvořené měkké vodivé lýko a velké mléčnice, které jsou nejlépe vyvinuté ve stěnách makovic. Tobolky jsou lysé a hladké. Tvoří bílý latex (šťávu) vytékající z makovic po nařiznutí, nejintenzivněji v období opiové zralosti [1; 2]. Tato šťáva následně tuhne a černá v opium [9]. Pěstován je zejména v subtropických oblastech [5], především v Asii [2]. Největší producenti nelegálně pěstovaného opiového máku se nachází na území tzv. Zlatého pŕlmesíce. Ten tvoří Pákistán, Írán a Afghánistán [10]. Afghánistán je v současnosti největším producentem i celosvětově (asi 82 % světové produkce) [1]. Dalším významným producentem je tzv. Zlatý trojúhelník – Barma, Laos a Thajsko [7]. Legálně se tyto máky pěstují k farmaceutické produkci opia pro získání morfinu, kodeinu a thebainu například v Indii, Číně nebo KLDK [1].

- Mák olejný (semenný) – má pouze jeden poddruh (ssp. *eurasiaticum*). Jsou to rostliny s méně vytvořeným lýkem, tvrdými a malými mléčnicemi a hrbolatými makovicemi. Makovice téměř nemléčí. Je pěstován hlavně v mírném pásu [5], což je typické pro Evropu. Největším producentem tohoto máku je Evropská unie, kde je největším producentem Česká republika, která je považována i za hlavního producenta ve světě. Mák vypěstovaný v ČR kvalitou semene

předčí i mák turecký. Mimo EU jsou velkými producenty Turecko a Ukrajina. Tento mák je pěstován zejména pro svá kvalitní semena, která se využívají v domácnostech jako pochutina a v potravinářství [1; 2], např. pro olej lisovaný za studena. Olej získaný extrakcí nebo lisováním za tepla má využití mimo potravinářský průmysl při výrobě laků, mýdla, fermeží aj. [9].

1.1.5 Další dělení máku setého

Dělení máku setého na máky potravinářské, průmyslové a okrasné:

- Máky potravinářské – máky olejné – semena tohoto typu máku mohou mít různou barvu: bílou, červenou, šedostříbrnou, šedou, okrovou, žlutou, růžovou, šedomodrou, ale nejčastěji modrou. Modrosemenné formy jsou výrazné právě svou makovou vůní a chutí [11]. Důležitým faktorem je vyrovnanost barvy. V suché makovině těchto odrůd je obsah morfinu do 1 % [1] (makovina = vyprázdněné tobolky máku se stonkem dlouhým max. 15 cm [12]). Ve velkovýrobě se nejvíce uplatňují slovenské modrosemenné odrůdy, a to Opal, Maraton a Major. Tyto máky jsou využívány v potravinářském průmyslu a o něco méně i v tukovém průmyslu [1; 2].

- Máky průmyslové – jsou zejména černo-, šedo- a modrosemenné [1], obsahují v suché makovině nad 1,5–2,5 % morfinu [3] (morfin = dominantní alkaloid v latexu [2]). Patří sem např. maďarská modrosemenná odrůda Buddha, která má 1,5–2,5 % morfinu v makovině a tasmánská odrůda Norman, což je thebainový typ máku (má vyšší obsah thebainu než morfinu). V České republice se tyto odrůdy pěstují pouze v zanedbatelném množství. Hlavními producenty jsou Tasmánie, Turecko a Maďarsko. Průmyslové máky se využívají pouze pro extrakci alkaloidů ve farmaceutickém průmyslu – morfinu, kodeinu, thebainu, oripavinu [1].

- Máky okrasné – tyto druhy máku se pěstují jako letničky, mají dekorativní květy s pestrou škálou barev a ozdobné tobolky. Jedna z mála nevýhod, které okrasné máky mají je, že po řezu vydrží jen krátce. To znamená, že se nehodí do vázy nebo do kytice [2]. Tyto druhy máku lze pěstovat bez jakéhokoliv omezení, kvůli nízkému obsahu alkaloidů a malým pěstebním plochám [3].

Dělení dle otevírání makovic:

- Hled'ák – pod korunkou jsou otvory, z nichž vypadávají semena, nehodí se pro velkovýrobní pěstování kvůli ztrátám.
- Slepák – makovice je bez otvůrků.
- Mák přechodného typu – má malé neúplné otvory pod bliznou, způsobující částečné vypadávání semen z tobolky.

Dělení podle genetického základu ozimosti:

- Máky jarní – je nejvíce pěstovaný, vysévá se zjara a sklízí se v srpnu.
- Máky ozimé – je pěstován jen výjimečně, jsou náchylnější k plísním, mladé listy jsou bohatě ochlupené a mají mléčné skvrny [1; 2].

1.2 Historie máku

Makové semeno má a mělo pro lidskou výživu významnou roli [7]. Jsou dochované údaje o tom, že mák byl pěstován již v neolitu (mladší době kamenné). Nálezy pochází ze 3 hlavních oblastí – Španělska, podhůří Alp a Porýní. Nalezená semena o rozměrech 0,75–1,0 mm byla velikostně něco mezi kulturním a plevelným druhem, tedy nejpravděpodobněji mákem štětinkatým (0,66–0,97 mm) a velkosemenným mákem setým (1,17–1,41 mm). V Ostrově u Stříbra má původ nejstarší český nález máku, který je datován do pozdní doby bronzové [1; 2].

Mák setý byl známý svými narkotickými účinky, pro které byl pěstován již v době Sumerské říše přibližně v období 5000 let před naším letopočtem (př. n. l.). Hliněné tabulky nalezené v Nippuru, které toto dokládají, obsahují i název *Hul Gill*, což znamená květina radosti. Není však vyloučeno, že se již dávno před tím mák pěstoval pro svá semena. Staří Egypťané měli nádoby na opium svým tvarem připomínající obrácenou makovici. Opium používali zejména k lékařským účelům – jako sedativum, při potížích s pokožkou vlasů aj. Tento způsob využití se rozšířil i do Arábie, Persie, Indie, Číny aj. [2; 7].

Pro Turecko je mák tradiční rostlinou. Jsou zde i města, která jsou po máku pojmenována, např.: Afyon (v překladu opium) a Konya ve středním Turecku (střední Anatolie) [1].

Důležitou roli měl mák v období antického Řecka. Makovice byly symbolem boha spánku, Hypnose, jeho bratra, boha smrti, Thanata a jejich matky Nyx, bohyně noci [2]. Hypnosův syn

Morfeus (po němž je pojmenován alkaloid morfin), bůh snů, je zobrazován ozdobený makovicemi. Opium bylo využíváno jako lék, používalo se při kouřových obřadech, orgiích, pitkách atd. Galénos, řecký lékař, opium považoval za nejsilnější lék té doby, ale současně za nebezpečnou látku, která může při předávkování způsobit smrt [1; 7].

Opium se od 1. století př. n. l. rozšířilo z Řecka do Malé Asie. Když se ve 4. století našeho letopočtu rozšířil Kalifát, tak se společně s islámským náboženstvím šířilo i opium a narkomanie. Vojáci už nedostávali víno, ale opium [1].

Do Číny se pěstování máku dostávalo až někdy během 9. století z Persie. Zde se dlouhá staletí využívalo opium pouze k lékařským účelům. Poté, co byl v roce 1644 vydán zákaz kouření tabáku, došlo na konci 18. století ke zneužívání opia ve větší míře, což mělo fatální důsledky. Další z příčin zneužívání byla i Evropská koloniální činnost. Proto čínská vláda vydala několik zákazů kouření opia [1; 7], a v roce 1839 zakázala jeho dovoz. To vyústilo k opiovým válkám s Anglií. Do 2. opiové války se zapojili její spojenci, Francie a USA. Čína tyto války však prohrála a musela dovoz opia obnovit. To znamenalo opětovnou legalizaci kouření. V současné době se maková semena v Číně koupit nedají a pěstování máku je hlídáno a určeno pouze pro farmaceutickou produkci [1; 5].

V Evropě se ve středověku mák pěstoval pro svá semena [5] a jako zahradní a okrasná rostlina. Oceňovány byly i jeho kuchyňské vlastnosti [1]. Na naše území přinesli mák Slované při stěhování národů společně s chmelem [7]. Dle některých zdrojů se u nás mák pěstoval od 9. stol. ve větším množství, pak až za vlády Karla IV. Tradičně se pěstoval jako poživatina [2]. Opium v té době bylo považováno za velké riziko. O jeho rozšíření v medicíně se zasloužil až Paracelsus, vlastním jménem Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus z Hohenheimu, prostřednictvím opiové tinktury [1; 7]. Ta byla v 19. století považována za univerzální lék [5].

V 19. století došlo k významným objevům čistých farmak, mezi nimiž byly morfin (1806), kodein (1832) a heroin (1883) [10]. Tyto látky patří mezi tzv. opioidy [13].

Morfin, jako opiový alkaloid, v roce 1806 objevil a následně i izoloval německý lékárník F. Sertürner. Následně se začalo hojně využívat na tlumení bolesti. Tovární výroba byla zahájena nedlouho poté, v roce 1828, firmou E. Merck [7]. Využíval se zejména během válek [10].

Kodein (methylnorfin), kterého je v makové šťávě jen velmi malé množství, izolovali z opia v roce 1832 J. P. Robiquet a J. Pelletier. A. Knoll v roce 1886 našel mnohem ekonomičtější způsob výroby, a to methylací morfinu. Kodein působí mnohem slaběji než morfin [2; 14].

Diacetylmorfin, neboli heroin, z morfinu syntetizoval Angličan Wright v roce 1874. V roce 1897 jej též syntetizoval Felix Hoffman, chemik farmaceutické firmy Bayer. Heroin byl označován jako lék proti kašli, který měl nahradit kodein. Používal se v medicíně i na léčbu morfinismu. Velkovýroba začala v roce 1898 [7; 14].

Využívání nebo zneužívání heroinu a morfinu bylo výrazně ovlivněno vynálezem injekční stříkačky s jehlou v roce 1853 Charlesem Pravazem. Pro uživatele to bylo výhodnější, jelikož účinek byl větší, zbavili se žaludečních nevolností po orálním podání dávky a nepocítili její hořkou chuť [7].

Ve velkém se na českém území mák pěstoval v počátku 19. století, a to jako olejnina [7]. Pěstoval se šedosemenný mák, tzv. mák šerý. Byl to mák typu hledák, odolný a poměrně i výnosný. Musel se sklízet postupnou probírkou, aby semena nevypadávala.

Asi v polovině minulého století se stal mák surovinou pro farmaceutický průmysl. Samozřejmě je stále oblíbenou letničkou [2].

Dříve se mák pěstoval u každé chalupy. Ve větším se pěstoval na úrodných a hnojených půdách i jako okopanina v širokých řádcích (okolo 0,45 m) s okopávkou, postupnou ruční sklizní a vyklepáváním makovic. Tímto způsobem se vypěstovalo cca 20 rostlin/m² se 3 až 7 makovicemi. Postupným uplatňováním mechanického prosvětlování, které napomáhalo jednocení rostlin, se omezila ruční práce. Mák se kvůli jednocení pěstoval i ve dvojkulturách, např. s krmnou mrkví nebo kmínem. V letech 1970 se v ČSSR začal pěstovat jako polní plodina bez jednocení, s herbicidy a přímou kombajnovou sklizní. Pěstování a sklizeň máku se v současné době obejdou bez ruční práce [1; 2].

1.3 Mák setý v České republice

V České republice se mák těší velké kulinářské oblibě, stejně jako v ostatních slovanských zemích. Původní česká kuchyně se bez makových semen neobejde. Pěstuje se zde především kvalitní modrosemenný mák pro produkci potravinářského semene s farmaceutickým využitím makoviny [1; 2]. Zdejší mák je známý svou čistotou, protože zrno není v takové míře znečištěno prachem z makoviny, který obsahuje alkaloidy. Jedním z důvodů je, že se zde pěstují druhy máku s nízkým obsahem alkaloidů [15].

Zlom v pěstování máku nastal při strukturálních změnách v zemědělství po roce 1989. Byl nyní větší prostor pro pěstování olejin jako je řepka olejka a mák setý, které jsou dobře prodejné.

S rostoucí produkcí se objevují i obavy ze zneužívání, proto zde pěstování a využití máku regulují zákony [5].

1.3.1 Zákony a legislativa

Pěstování máku společně s obchodem je v České republice regulován těmito legislativními opatřeními [16]:

- Ohlašovací povinnost osob pěstujících mák setý na ploše větší než 100 m² – dle zákona č. 167/1998 Sb., o návykových látkách a o změně některých zákonů v platném znění. Tento zákon nařizuje nahlášení údajů o pěstování ve 3 fázích [16; 17].

- Informační povinnost příjemce potravin v místě určení. Tuto povinnost určuje vyhláška č. 172/2015 Sb. o informační povinnosti příjemce potravin v místě určení [18], což je prováděcí předpis k Zákonu o potravinách č. 110/1997 Sb. [19]. Tato vyhláška říká, že provozovatel potravinářského podniku má povinnost informovat příslušné dozorové orgány o příjmu vybraných druhů potravin, do kterých je zařazen mák, nejméně 48 hodin před dovozem z jiného členského státu EU, nebo ze třetí země [16].

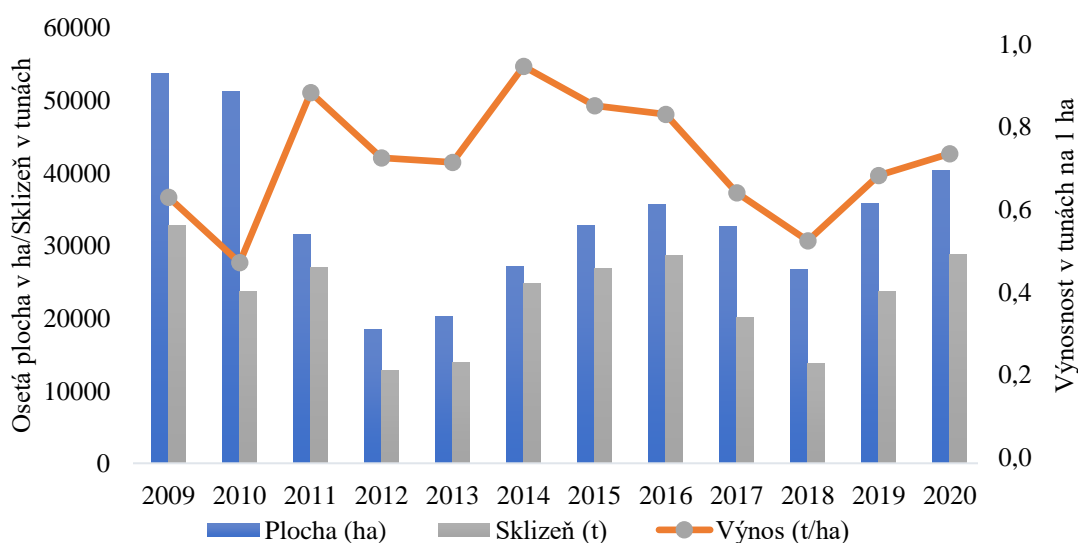
- Poslední z legislativních opatření zahrnuje maximální obsah morfinových alkaloidů pro použití v potravinářském průmyslu. Toto množství může být max. 0,8 % v sušině makovice pěstované odrůdy a zároveň nesmí být obsah těchto alkaloidů na povrchu semen vyšší než 25 mg/kg [16]. Veškeré tyto informace jsou uvedeny ve Vyhlášce č. 399/2013 Sb. [20].

1.3.2 Produkce máku setého

Roční spotřeba se v ČR pohybuje mezi 4000–5000 tunami [2], což znamená více jak 400 g na obyvatele na rok. Meziroční produkce makových semen v České republice je porovnána v Obrázku 1 společně s osetou plochou a výnosností [21].

Z grafu zobrazeném na tomto obrázku vychází, pokud je domácí spotřeba do 5000 tun, že až 85 % produkce vypěstovaného máku se exportuje do zahraničí [22; 23]. Česká republika vyváží mák do více než 35 zemí světa a dlouhodobě patří mezi významné světové pěstitele a exportéry. Většina se exportuje do slovanských zemí, jako jsou Polsko, Rusko, Slovensko a Ukrajina nebo do zemí, jako jsou USA, Kanada, Španělsko, Maďarsko, Austrálie aj. [1; 24; 25]. ČR ovládá přibližně 33 % světové produkce máku, asi 28 % jeho hodnoty a přibližně 44 % objemu světového obchodu s mákem. Dynamika světové produkce je vysoká a meziročně produkce stále stoupá [15]. Za období 2018/2019 byl vývoz máku 14,8 tisíc tun [25]. Průměrné roční výnosy semene máku v ČR stagnují od meziválečného období [2]. Průměrný výnos od roku

1920 až do současnosti na 1 ha se pohybuje 0,44–0,96 tun [16]. Pěstitelská plocha se na druhou stranu během posledních 2 let narůstá [23].



Obrázek 1: Trendy v oblastech, hektarové výnosy a sklizně plodin – mák setý [21] – upraveno

Vzhledem k takovéto produkci máku na českém území je zde několik výzkumných organizací, kde je vedena výzkumná činnost. Významné postavení má i spolek Český mák [26].

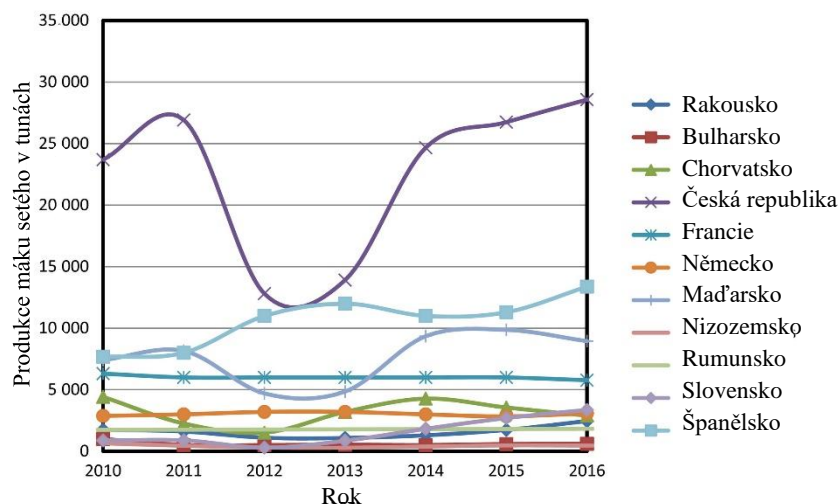
Mák setý současně produkuje makovou slámu [25] (celá nadzemní část máku, kromě semen [12]) nebo makovinu, které se zpracovávají pro farmaceutický průmysl. V České republice se nezpracovává a je vyvážena do zahraničí [25].

1.4 Mák setý ve světě

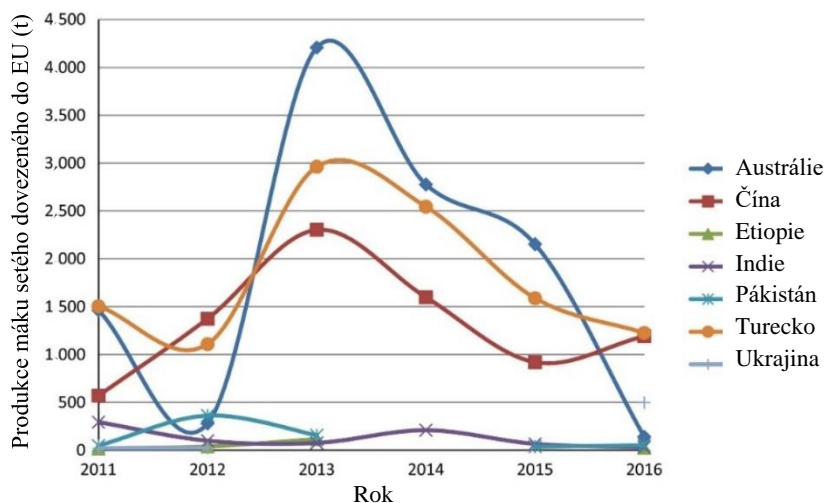
Semenný mák se legálně pěstuje přibližně ve 14 zemích světa, a i v těchto státech je jeho pěstování řízeno přísnými zákony. Kromě ČR je pěstován zejména v Turecku, Španělsku, Polsku, Slovensku, Rusku, Ukrajině, Maďarsku, Francii, Rakousku, Tasmánii a dalších zemích [1; 2]. Na Obrázku 2 je zobrazena produkce máku setého v Evropské unii v průběhu několika let a na Obrázku 3 je graficky znázorněn import máku do EU.

Pěstování opiového máku je v současnosti regulováno Mezinárodním výborem pro kontrolu drog OSN [2] a povolení k pěstování máku pro farmaceutické účely má 18 zemí v OSN [27]. V zemích jako Maďarsko, Španělsko nebo Francie je makové semeno zejména vedlejším produktem z odrůd, které jsou pěstovány pro farmaceutický průmysl [23]. Největším legálním producentem opiových alkaloidů je Austrálie a Tasmánie [27]. V knize Oil Crops se uvádí, že se na světě vyrobí asi 40 000 tun opiového máku, ale pouze 5 % z tohoto množství se využije

ve farmaceutickém průmyslu nebo jako zdroj semen [3]. Zhoršující se situace v oblasti zneužívání drog a obchodu s nimi vyvolala na začátku 20. století úsilí zavést účinná protioopatření na mezinárodní úrovni, tak na úrovni jednotlivých států [28]. Byla založena zvláštní komise pro kontrolu a poradenství, evropské země vytvořily správní předpisy [3]. Mezi hlavními 3 mezinárodními úmluvami OSN o kontrole drog je Jednotná úmluva o omamných látkách z roku 1961 ve znění Protokolu z roku 1972 Nařízení o pěstování máku, pro dosažení efektivnějšího, koordinovanějšího a univerzálnějšího opatření proti zneužívání drog [27].



Obrázek 2: Produkce máku setého v tunách v EU [27]



Obrázek 3: Import máku setého do EU v tunách [27]

1.5 Biologie máku setého

Mák setý (*Papaver somniferum* L.), zobrazený na Obrázku 4, je jednoletá kulturní bylina poprvé popsána švédským přírodovědcem Carlem Linném, kvetoucí v období červen až srpen [2; 7].



Obrázek 4: Mák setý [29]

Přibližně 2 až 3 týdny po výsevu proráží klíčící rostlinka povrch půdy ohnutým článkem stonku [2; 5]. Hypokotyl (první úsek lodyhy mezi děložními lístky a kořínkem [30]) je načervenalý a mladé děložní lístky po rozvinutí barevně až splývají s povrchem (zbarví se do šedofialova). Následně se začnou vyvíjet vegetativní orgány zajišťující růst a výživu rostliny a generativní orgány, které zabezpečují tvorbu potomstva [2; 5].

1.5.1 Maková semena

Semena máku jsou ledvinovitého a mírně zploštěného tvaru a asi 1–1,5 mm dlouhá [2]. Mají drsný povrch, což je vidět na Obrázku 5. Povrch semen je rozbrázděný na šestiúhelníkové plošky, které jsou ohraničené mírně vystouplými žebry. To způsobuje vyšší přilnavost vody a práškovitých ochranných prostředků.

Průměrná hmotnost tisíce semen se pohybuje kolem 0,55 g. Měla by se však nejlépe pohybovat v rozmezí 0,7–0,8 g. Barva semen může být různá, např. černá, hnědá, fialová, blankytně modrá. Blankytně modrá barva semen je určitá garance typické makové chuti a nejčastější barva. Naproti tomu světlá semena, někdy až bílá, mají nevýraznou chuť, vůni a tenkou vrstvu osemení (kvůli nízkému obsahu balastních látek). Mají i vyšší obsah tuku [1; 5]. Podle

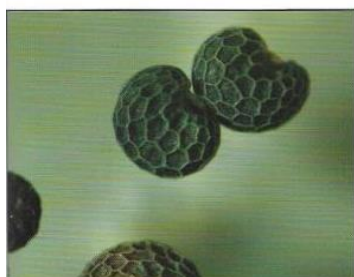
některých zdrojů má bílý mák oříškovou příchut' a je údajně sladší než mák modrosemenný. Proto se příležitostně objevuje zvýšený zájem o bělosemenné máky, např. v pekařství [2; 11].



Odrůda Hnědosemenný



Odrůda Kek Duna



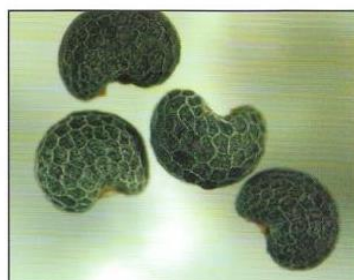
Odrůda Ruský modrošedý



Odrůda Sokol



Odrůda Sušická červenosemenný



Odrůda Voschod

Obrázek 5: Příklady barev makových semen společně s názvy konkrétních odrůd [31]

Osemení se skládá z pěti vrstev: epidermis, krystalická vrstva, vláknitá, příčná a pigmentová [2]. Je velmi tenké a snadno propouští vodu. To způsobuje rychlé vysychání nebo vlhnutí. Kvůli tenkému osemení jsou semena náchylná k mechanickému poškození, což způsobí uvolňování kapiček oleje, který rychle žlukne. Na takto poškozená semena se lepí prach z makoviny, a to výrazně zvyšuje obsah morfinu. Obvykle i nad bezpečnou hranici 20 ppm (20 mg/kg semene). Skladování takto poškozených semen delší dobu a častá manipulace zvyšují obsah morfinu i riziko žluknutí. Zralé semeno obsahuje 42–55 % polovysychavého oleje [7].

Makové semeno samo o sobě neobsahuje žádné alkaloidy. Ty se na semena dostávají během kombajnové sklizně, kdy se na nich usazuje prach z makovic [5; 32].

1.5.2 Kořenová soustava

Soustava kořenů je tvořena hlavním křivým dužinatým kořenem, který se větví na několik vedlejších kořenů s velkým množstvím kořenových vlásků. Ty se tvoří mělce pod povrchem půdy. Hloubka kořenového systému je od 50 do 70 cm [1; 5], což způsobuje lehké vyvrácení rostliny při nevhodných podmínkách [2].

1.5.3 Lodyha

Stonek je vzpřímený, na průřezu okrouhlý a dutý. Dutina je vyplněna houbovitou dřevní. Její výška se pohybuje od 80 do 150 cm. Počet větví i výška jsou genotypovými znaky a jsou silně ovlivněny podmínkami růstu. Její zbarvení jsou různé šedo-zelené odstíny. Na povrchu je voskovitě ojíněná. Z hlediska agrotechniky by bylo nejvýhodnější získat rostliny, které se vůbec nevětví. Lodyha bývá pod makovicí pokryta štětičkami (ostny) nebo vůbec, záleží na odrůdě [1; 5].

1.5.4 Listy

Jejich tvar je velmi proměnlivý a dělí se dle umístění na stonku: spodní, střední a horní. Spodní se nachází pod rozvětvením rostliny. Střední jsou ty, v jejichž úžlabí se tvoří větve, které se mohou dále rozvětvovat. Tyto větve bývají mnohdy vyšší než hlavní stonek. Horní listy jsou přisedlé k jednotlivým větvím. Listy jsou jednoduché, podlouhlé, mírně zvlňené a zubovité. Jsou pokryty jemnou voskovou vrstvičkou. Tato vosková vrstvička na tmavě zelených listech je významná při ochraně porostů herbicidy i listovými hnojivy [1; 5]. Na žilnatině některých druhů jsou chlupy. Množství listů, tvar i velikost jsou vlastnosti odrůd máků, ale jsou to též vlastnosti, které jsou ovlivněny vnějšími podmínkami. Při růstu se pozoruje postupné žloutnutí a zasychání spodních listů [2].

1.5.5 Květ

Poupata máku jsou převislá a mají obvejčitý, vejčitý, podlouhlý nebo oválný tvar. Dva kališní lístky obepínající další části budoucího květu jsou zelené nebo žlutozelené. Poupata se vzpřímí den před rozkvetem. Nejčastěji jsou lysá [2]. Jako první se objeví u hlavního stonku, až následně se poupata vyvinou u bočních větví [5].

Makový květ lze popsat pomocí tohoto vzorce - $\varnothing * K_2 C_2 + 2 A \infty G (\infty)$. Květ máku je pravidelný (*), oboupohlavní (\varnothing). Má čtyři korunní lístky ($C_2 + 2$) a dva kališní (K_2). Květ obsahuje velké množství tyčinek ($A \infty$) a plodolistů, jež jsou srostlé ($G (\infty)$) [4; 33].

Kališní lístky jsou zbarvené do zelené až fialové barvy a ihned při rozkvetu opadají. Korunní lístky bývají celokrajné nebo mírně zvlňené. Škála barev, ve které se plátky pohybují, je rozsáhlá – od bílé po fialovou. Některé odrůdy mají dokonce bílé okvětní lístky s růžovými okraji, které mohou být třepenité nebo zoubkované. Na korunních lístcích je různě barevná skvrna tzv. nehet zaujímající $\frac{1}{3}$ až $\frac{1}{2}$ lístku [2; 5]. Tento nehet je většinou tmavší, než je zbývající část plátku [1]. Nejčastěji je fialový nebo červený. K otevření květů dochází s východem slunce. Jako první rozkvetne květ na hlavním stonku. Korunní lístky opadají buď již 1. den, nebo až den 2., kdy se na noc květ uzavře [2; 5].

K semeníku, který se nachází uprostřed květu [2], přirůstají tyčinky, které jsou řazeny v 5 kruzích [5]. Nachází se zde i paprscitá blizna, která má při vývoji semeníku střečovitý tvar a konečného tvaru nabývá až při dozrání makovice (viz kapitola 1.5.6) [1].

Pyl je zralý již před rozkvetem a k opylení dochází už v této době [5]. Jeho životnost je asi jeden týden. Mák je samosprašný, ale kvůli velkému množství pylu, který vytváří, je vyhledáván různým opylovacím hmyzem [1]. Dochází tím i k cizosprašení, které se odehrává zejména za nepříznivých podmínek [2].

1.5.6 Tobolka máku = makovice

Makovice je ke stonku připojena kolénkem a má proměnlivý tvar: kulovitý, vejčitý, srdčitý nebo ledvinovitý. Tobolka je lysá, povrch může být hladký nebo žebrovaný, barva je zelená nebo do hnědofialova [5]. Velikost i tvar tobolky jsou stejně jako tvar semen nebo délka lodyhy odrůdovými znaky a jsou též podmíněny růstovými podmínkami. To přímo ovlivňuje velikost a množství semen. Dalšími faktory ovlivňující množství semen jsou lamely v tobolkách, na které semena přisedají (tvoří se na nich). Jejich počet je shodný s počtem paprsků blizny. Běžné množství semen v makovicích je okolo 4–6 tisíc a hmotnost 2–3 g. Může jich být ale až dvanáct tisíc [1].

Terč tobolky je tvořen nejčastěji 8 až 14 paprsky, ideálně 12–14. Nejlepším tvarem bliznového terče je střečovitý tvar. Na „korunce“ (blizně) se pak nedrží voda a mák je méně postihován chorobami a černěmi. Dalšími možnými tvary jsou rovné nebo miskovité korunky [1]. Mák, který má pod bliznovým terčem štěrbiny [5], kterými se můžou semena vysypat, je hledák. Ten, co tyto otvory má jen částečně, je přechodový typ. Tobolka, které je zcela uzavřená, se nazývá slepák [1; 2]. Vzhled takovýchto makovic je znázorněn na Obrázku 6.



Tobolka úplně otevřená



Tobolka středně otevřená



Tobolka uzavřená

Obrázek 6: Otevírání tobolek máku [29]

Ideálním tvarem makovic je široce oválný, kulovitý nebo tvar jim blízký. Semena jsou velikostně stejná a plnohodnotná. Úzké, podlouhlé nebo úzce oválné makovice mívají malý počet lamel. Ty jsou úzké a neobsahují dostatečné množství správně vyvinutých semen. Při vysokém počtu lamel se naopak vyvine velké množství semen, která jsou malá a méně kvalitní [1].

2 Pěstování máku setého

2.1 Ideotyp máku setého

Ideotyp rostliny je model ideální rostliny, který je zkonstruovaný jako pomůcka k dosažení šlechtitelského cíle [34]. Reálný ideotyp je předmětem dlouholetých šlechtitelských programů. Ideotyp porostu = ideální způsob pěstování a organizace. Stanovení ideotypu rostliny jde ruku v ruce s ideotypem celého porostu. Reálný ideotyp se stanoví dle konkrétních a reálných hodnot existujících odrůd. Zahrnuje požadavky na kvalitu společně s pěstitelskou a biologickou problematikou [2].

Ideotyp morfologických znaků modrosemenného máku setého [1; 2]:

- výška rostliny: 0,9–1 m,
- délka hlavního kořene: 0,8–1 m,
- počet tobolek na 1 rostlinu: 1–2 ks,
- velikost tobolky: střední, délka 50–60 mm,
- tvar tobolky: široce oválný, kulovitý,
- počet semen v tobolce: 5000–7000 ks,
- tvar terče: střečovitý,
- počet paprsků terče: 12–14 ks,
- hmotnost 1 tisíce semen: 0,65–0,75 g,
- hmotnost semen v 1 tobolce: 2,2–3,2 g,
- barva semen: modrá,
- hmotnost prázdné tobolky: 2,4–2,8 g,
- zbarvení zralé tobolky: žlutohnědé,
- hmotnost plné tobolky: 5–6 g,
- otevírání tobolky: slepák,
- tloušťka stonku u země: 15–20 mm,
- morfin v sušině tobolky: 0,6–0,8 %,
- obsah oleje v semeni: 48–55 %.
- počet větví na jedné rostlině: 0–1,
- délka křivého kořene: 0,8–1,0 m bez výrazného větvení.

Při velkoplošném pěstování jsou nejdůležitější následující parametry:

- Hustota rostlin na jednotku plochy před sklizní by se měla pohybovat mezi 60–80 rostlin/m², což znamená 65–100 tobolek/m².
- Výškový rozdíl v nasazení tobolek v rozmezí od 0,08 do 0,1 m [2].

Tím, že se při pěstování přiblíží k hodnotám ideálních znaků rostliny i porostu, je splněn předpoklad dosažení optimálních hodnot produkce [2]:

- Výnos semene kolem 2,2–2,4 t/ha
- 1,5–1,8 t/ha makoviny
- 1,2–1,5 t/ha oleje
- 8–11 kg/ha morfinu

2.1.1 Ovlivnění výnosů máku setého

Jak je již v předchozích bodech napsáno, ideální je, když je na 1 m² od 60 do 80 rostlin. Taková hustota porostu znamená menší rozvětvení rostlin. Pomocí agrotechnických zásahů by se mělo dosáhnout toho, že se vypěstují rostliny s maximálně 2 makovicemi. Větší množství rostlin, méně rozvětvených a s menším množstvím makovic zaručuje větší výnosnost než méně rostlin, které jsou více rozvětvené a mají více tobolek. Ideální porosty kvetou kratší dobu a dozrávají rychleji a současněji. Dochází tím i k omezení sklizňových ztrát [1]. Výnosy jsou ovlivňovány i podmínkami prostředí, počasím, pěstitelskou technologií a v neposlední řadě i odrůdou [2].

2.1.2 Makovina

Po sklizni univerzálního druhu máku by měla makovina obsahovat 0,2–0,8 % morfinu. Šlechtí se i potravinářské odrůdy, kde je obsah alkaloidů téměř nulový. Ty by měly zamezit možnosti přímého zneužití máku. Vyvíjí se i takové typy, kde je morfinu více, a jsou určené výhradně pro farmaceutický průmysl [2; 3].

2.2 Požadavky máku setého na prostředí

Mák jarní, který se pěstuje na území České republiky nebo Slovenska, nemá ostře vyhraněné nároky na přírodní podmínky. Jedním z mála omezení máku je jeho náročnost na dostatek vláhy a nároky související s tím, že se jedná o drobnosemennou rostlinu. Plochy na pěstování máku by měly mít nadmořskou výšku nejlépe 300–700 m a měly by být chráněné proti silnému větru, aby nedocházelo k vyvrácení rostlin [1].

2.2.1 Půda

Mák není moc náročný na půdní podmínky [5], je ale citlivý na půdní změny a půdní nevyrovnanost. Ty během vegetačního období může způsobit počasí, výživa nebo agrotechnické zásahy. Proto vyžaduje rovnoměrně zpracovanou půdu a v ní i rovnoměrné rozložení živin (N, P a stopových prvků jako např. Zn, B, Mo...). Vhodné jsou pozemky, které jsou nezapevlené a neznehodnocené herbicidy, s dobrým vodním režimem. Půda by měla být středně těžká, hluboká, hlinitá až písčitohlinitá, provzdušněná a s neutrálním nebo lehce zásaditým pH [1; 35]. Nevhodné půdy jsou naopak půdy mělké, výsušné, písčité nebo jílovité. Na jílovitých půdách se vytváří půdní škraloup, který rostliny máku nesnáší, a při častějších deštích jsou příliš vlhké. Hluboké půdy s dostatečným množstvím Ca jsou potřebné kvůli hlubokým kořenovým systémům rostlin. Když je kořenový systém dobře vyvinutý, nedochází k vyvracení a polehávání. Nadměrné množství živin v půdách (např. 150 kg N/ha) způsobuje, že jsou rostliny mohutné, více rozvětvené a výnos není tak uspokojivý [1].

2.2.2 Voda

Nároky na vodu, stejně jako na teplo, se u máku mění v průběhu vegetace. Na vyklíčení mák potřebuje jen malé množství vody. Zvýšené nároky na její dostatek má pak v období od vzejití až do rozkvětu [1; 2]. Dostatek vody a přívětivé teploty ovlivňují rychlost klíčení a dobu vzcházení máku. Nedostatkem vody je v období od vzejití do vytvoření listové růžice podněcován kořenový růst a dojde tím i k omezení tvorby listů. Kořen v tomto případě prorůstá do větších hloubek, čímž si rostlina zajistí dostatek vláhy na pozdější fáze růstu. Při nadměrném teple a vlhku v době vzcházení se lépe šíří houbové choroby. Nejnáročnější na dostatek vody je mák v období od začátku prodlužovacího růstu až do začátku květu. Při jejím nedostatku v této fázi růstu dochází ke snižování výnosů. V květu máku vyhovuje sucho a slunečno, při zrání se nároky na vodu opět snižují. Vlhké počasí při dozrávání může způsobit různé černě nebo žluknutí semen [1; 35].

Nedostatek vláhy je podstatným negativním limitem produkce máku. Základem ochrany rostlin proti suchu je včasné setí, protože půda obsahuje zbytky zimní vláhy. Východiskem může být i setí ozimého máku, setí jarního máku na podzim nebo zlepšení kvality osiva [1]. Bohužel se v posledních letech kvůli celosvětové změně klimatu, která se projevuje dlouhotrvajícími suchy, ukazuje, jak je mák zranitelný [36].

Během vegetační doby, která je u jarního máku 120–140 dnů, je spotřeba vody 250 až 350 litrů na m². U máku, který se seje na podzim, je to o 50 l vody více [35].

2.2.3 Světlo

Středoevropské odrůdy, které se v ČR pěstují, patří mezi dlouhodobní odrůdy, což znamená, že jsou náročnější na světlo [1; 35]. Dostatek světla v době před rychlým růstem stonku zajistí to, že rostlina bude silná. Jeho dostatečné množství je žádoucí i v období květu a zrání. Pozitivně ovlivňuje tvorbu kvalitních semen, množství alkaloidů [2] a omezuje výskyt nebezpečných chorob. Při jeho nedostatku je rostlina celkově oslabená a výsledná výnosnost máku nižší. Makové odrůdy, pěstující se v Turecku, Afghánistánu aj., v České republice rostou špatně, kvůli delším dnům. Květy a tobolky, které jsou při vývoji v intenzivním stínu, vytváří menší semena, nebo je nevytváří vůbec. Ozimý mák a odrůdy vysévané na podzim jsou na změnu světelných podmínek velmi citlivé [1].

2.2.4 Teplota

Mák má charakter teplomilné rostliny a jeho nároky na teplo společně s jeho odolností vůči mrazu a chladu se v průběhu vývoje mění. I přes to, že je teplomilný, je v počátečních fázích vývoje odolný vůči nízkým teplotám [5; 35]. Během vzcházení jsou rostliny schopné přežít kritickou hodnotu $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při dlouhodobějších mrazech (déle než 2 dny) jsou vzcházející rostliny poničené a náchylnější. Odolnost rostlin roste do té doby, než se vytvoří listové růžice, po začátku plouživého růstu jeho odolnost klesá. V mléčné zralosti a kvetení mák snese $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 2–4 hodin. Reprodukční orgány jsou nižšími teplotami ohroženy, a to zejména u máku setého na podzim, kvůli jeho časnému vývoji. Zde dochází k poškození tyčinek a vzhledem k tomu, že mák je rostlina samosprašná a musí se opylit ještě v poupěti, může dojít i k tomu, že počet semen bude nízký, nebo dokonce nebudou žádná. Podzimní i zimní výsevy máku jsou náchylnější vůči chorobám, proto se je všeobecně nedoporučuje pěstovat [1; 35].

2.3 Růst a vývoj máku setého

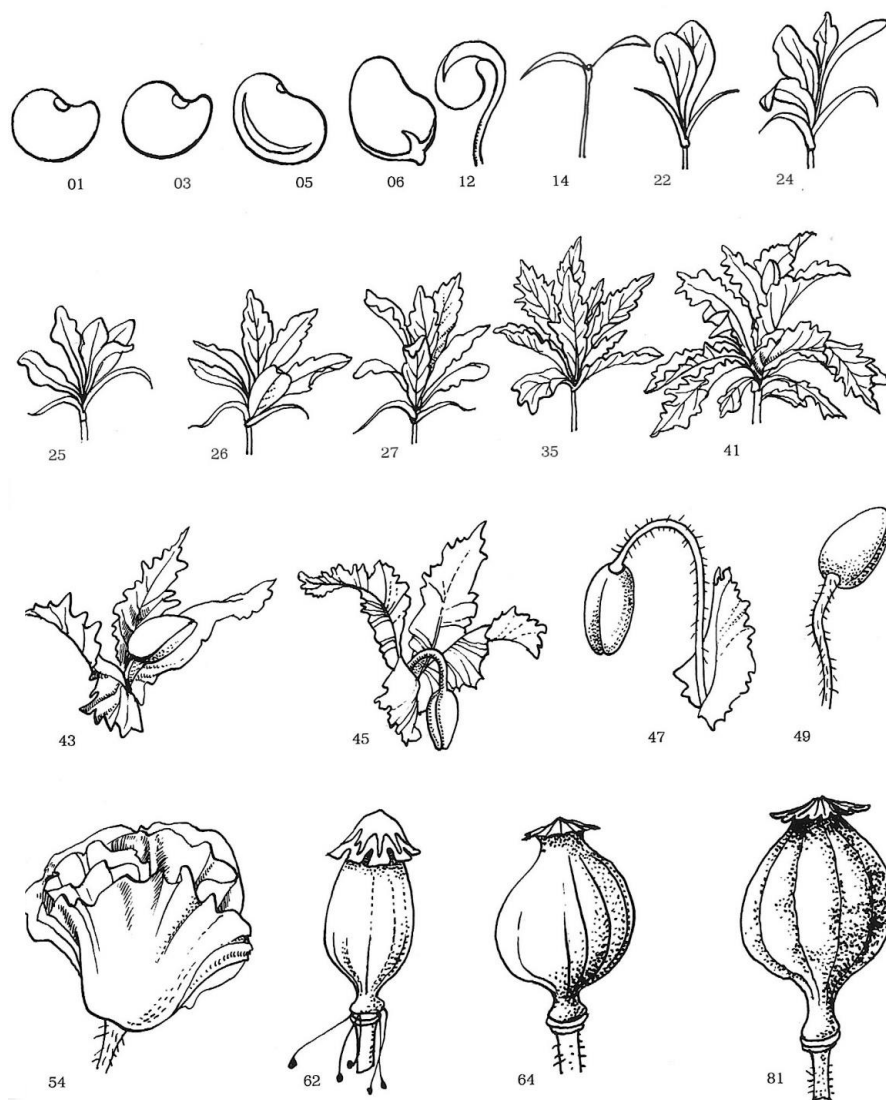
Období růstu rostlin máku se dělí na 3 hlavní období: období pozvolného růstu, období největší asimilace a období postupného odumírání rostliny a zrání [1]. Celková délka vegetačního období od vysetí se udává v rozsahu 120–140 dní v závislosti na době vysetí, podmínkách prostředí atd. [2; 35].

2.3.1 Setí a období pozvolného růstu

Setí ozimého máku by mělo proběhnout do 5. 9. [37] a jarního typu máku co nejdříve, jak budou vhodné podmínky (připravená půda, teplota, množství vláhy aj.), od února do poloviny března [1; 2]. Nejdéle však do 20. dubna. Meziřádková vzdálenost by se měla pohybovat od 10

do 15 cm (Certifikovaná metodika č. 4/2013–17252 MZe ČR uvádí 45 cm kvůli možnosti plečkování v ekologickém zemědělství), hloubka setí 1–2 cm a překrytí vrstvičkou půdy. Osivo by mělo být ošetřeno a patřičně upraveno (moření, čištění apod.) a dávka na 1 ha by se měla pohybovat v rozmezí 1,3–1,75 kg [1; 5; 26; 35].

Do období pozvolného růstu máku se řadí tyto fáze: klíčení semne, vzcházení rostlin a vytvoření prvních pravých listů. Ty jsou znázorněny na Obrázku 7 pod čísly makrofenologické stupnice, která znázorňuje vývojové fáze růstu máku: 01–06, 12–14 a 22–27. Semena klíčí při teplotách 3–4 °C a vzejdou do 3 týdnů. Pokud bude teplota vyšší, je tento proces rychlejší. V období 3 až 4 týdny po vzejtí, mají rostliny už několik pravých listů a kořen proniká rychle do půdy. V 7.–8. týdnu dochází k tvorbě přízemní růžice a mák začíná růst do výšky [1; 2].



Obrázek 7: Makrofenologická stupnice zobrazující vývojové fáze růstu máku setého [29]

2.3.2 Období intenzivní asimilace rostlin

V tomto období dochází k hlavnímu růstu rostlin a trvá až do vývinu zelených tobolek. V této fázi se prodlužují stonkové části, tvoří se listy, přibývá organická hmota, dochází k dozrání generativních orgánů, rostlina kvete a opadává. Tyto stádia jsou na Obrázku 7 znázorněny pod čísly makrofenologické stupnice 35–54 [1; 2].

2.3.3 Období postupného odumírání a zrání rostlin

V posledním období se zvětšuje semeník a následně se začínají tvarovat tobolky. Ty se vyvinou do konečného tvaru i velikosti a začnou se v nich vyvíjet semena. V tuto chvíli se rostlina nachází ve fázi zelené zralosti – po naříznutí mléčí. Následně makovice zraje, vysychá a semena dozrávají. Tento proces je doprovázen změnou barvy a částečně i tvaru. Obrázek 7 tyto fáze popisuje pod čísly 62–81 makrofenologické stupnice [1; 2].

2.4 Sklizeň máku s makovinou, následné úpravy a skladování

Jednotné zralosti, aby nedocházelo k vyšším ztrátám během sklizně, napomáhají regulátory dozrávání. Sklizeň by měla probíhat za pomoci správných technologických postupů, jelikož chyby při sklizni mohou vést k naprostému znehodnocení sklizeného máku. Sklizeň probíhá od poloviny července do začátku září [1; 26]. Maková semena s makovinou se sklízí nejčastěji společně [2]. Měla by probíhat ideálně v době, kdy je vlhkost semen maximálně 10 % a makoviny 17 % [26; 38]. Pokud dochází ke sklizni při vyšší vlhkosti, tak se směs dosouší v halách s aktivním větráním. Maková semena lze za sucha vymlátit na stacionární mlátičce [2]. Problémem je, že jsou měkká a snadno se poškodí a následně může dojít k tomu, že se na mák začne lepit prach z makoviny a zvýší se obsah morfinu [5; 7]. Při skladování takto poškozených semen se zvyšuje i riziko žluknutí, hořknutí a snížení potravinářské jakosti. Dlouhodobé skladování máku probíhá na suchém místě, při teplotě 10–15 °C. S makovinou se doporučuje během skladování minimálně manipulovat [1; 26]. Během uskladnění mohou mák napadnout skladovací roztoči, kteří se množí při vyšší vlhkosti. Prevencí je tedy dodržování správných technologických postupů a zejména vlhkosti [5; 26].

Separace makoviny od makového semene probíhá ve 2 fázích:

- Oddělení makoviny od semene nehledě na množství příměsí v máku. Probíhá na síťových předčističkách, vibračních síťových třidičích, specializovaných separátorech makoviny nebo bubnových třidičích [1]. Kvalitní makovina totiž nesmí obsahovat zbytky semen, drobné zlomky a prach [5].

- Ve 2. fázi dochází k čistění máku, kdy se odstraňují zbylé příměsi, aby výsledná čistota produktu byla až 99,9 %. Používají se síťové čističky, které mají síta s kruhovými otvory. Pro oddělení velikostně stejných semen, jako jsou semena merlíků a laskavců, se používají pneumatické třídící stoly [1].

Před použitím máku v potravinářství jsou Evropskou komisí doporučovány předúpravy a metody zpracování máku pro prevenci a snížení množství alkaloidů v máku a makových výrobcích. Mezi tyto postupy patří: praní a máčení máku, mletí nebo pečení/ohřev máku [27].

2.5 Choroby a škůdci máku

K ochraně rostlin před škůdci a chorobami se využívají chemosyntetické prostředky. V ekologickém zemědělství se mohou používat pouze registrované přípravky na bázi přírodních látek [35].

2.5.1 Choroby

Nejzhorbnější a velmi rozšířená choroba máku je **pleosporová hnědá skvrnitost máku**, též nazývaná jako **helminosporióza** [2] (*Helminthosporium papaveris* [23]). Primárním zdrojem choroby, je stejně jako v předchozím případě, osivo (choroba byla přítomna již v semeni), ale může dojít i k sekundární infekci kdykoliv během vegetace [5]. V listové růžici dochází k zaškrcování kořenového krčku [26], což způsobuje padání rostlin [23]. Rostliny odumírají na následnou dehydrataci a nedostatek živin. Po napadnutí lodyh se na nich tvoří modročerné pruhy a přisedlé listy žloutnou. Při vlhkém počasí se na listech tvoří vzdušné mycelium [39]. K největším škodám dochází napadením makovice. Na tobolce se vytvoří černé skvrny, plíseň prorůstá skrz tobolku a znehodnocuje semena [23].

Mezi jedny z nejčastějších chorob máku patří **bílá plísnovitost** (*Peronospora arborescens*). Při primární infekci, kdy je zdrojem infekce osivo, [23] dochází k deformaci listů a ze spodní strany listů se tvoří šedý povlak [40]. Dochází až k odumírání rostlin. Většinou jsou napadené jednotlivé rostliny. Při sekundární infekci se vytváří žlutozelené skvrny na listech, deformace atd. [23; 39]. Plíseň může napadnout rostliny během celé doby vegetace [5].

Mezi další choroby napadající mák patří např: hlízenka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum*), plíseň šedá (*Botryotinia fuckeliana*), spála máku (*Pythium ultimum*), virové choroby, srdéčková hniloba (nedostatek boru) aj. [5; 26; 39; 40].

2.5.2 Škůdci

Krytonosec kořenový (*Stenocarus ruficornis*) je šedočerný až černý lesklý brouk o velikosti až 3,5 mm, který je porostlý tmavými chloupky. Larvy jsou beznohé, žlutobílé a rohlíčkovitě zahnuté, 5–6 mm dlouhé [39; 40]. Dospělí jedinci požírají mladé lístky na vzcházejících rostlinkách. Mák je v tuto dobu velmi zranitelný a může dojít k jeho úhynu [26]. Larvy žijí v kořenech a vyžírají v nich chodbičky [2]. Poškozené rostliny se lehce vyvracejí a špatně kvetou [23].

Mšice maková (*Aphis fabae*) je mšice černozelelé nebo hnědozelelé barvy o velikosti až 2,5 mm [23]. Vajíčka jsou černá. Přenášejí virózy a svým sáním na rostlinách způsobují deformaci listů a poškozují mladé rostoucí orgány. Početné kolonie se shromažďují na spodních stranách listů [39; 40].

Dalším možným škůdcem máku je **žlabatka stonková** (*Timaspis papaveris*). Žlabatka je drobný blanokřídlý hmyz, který se podobá komáru [5]. Má černé tělo a velikost asi 3 mm [26]. Samičky kladou v období května a června do stonků máku vajíčka. Následně se líhnou, larvy jsou asi 4 mm dlouhé. Vylíhlé larvy vyžírají v lodyze chodbičky a tím přerušují vodivé cévní svazky. Důsledkem je předčasné žloutnutí a usychání makovic nebo dochází ke zlomení stonku [26; 39].

Mák je hostitelem i následujících škůdců: bejlmorka maková (*Desineura papaveris*), krytonosec makovicový (*Neoglocianus muculaalba*), klopuška dvoutečná (*Calocoris nervegicus*), žlabatka maková (*Aylax minor*) atd. [5; 26; 39; 40].

3 Šlechtění máku setého

Na českém území se staletí pěstovaly genové zdroje máku setého, které byly šlechtěny zejména pro konzumaci semen a je tomu tak i v současné době. Pěstují se zde i máky univerzální, kde se využije makovina ve farmácii a semena v potravinářském průmyslu. V podmínkách, které v ČR jsou nelze pěstovat makové odrůdy s vysokým obsahem morfia [2; 32].

K systematickému šlechtění na území ČR (tehdy ČSR) došlo až v 30. letech minulého století. Hlavním zdrojem rodičovských genů pro šlechtění byly krajové [26], dosud pěstované a velmi rozdílné, odrůdy [1]. V současnosti jsou všechny registrované odrůdy z liniového šlechtění. Kdy každá linie je potomstvem jedné rostliny, která se samoopyluje. To umožňuje vybrat vhodné rodičovské genotypy [26; 34]. Zdrojem rodičovských genotypů u této šlechtitelské metody jsou: rozpracované šlechtitelské materiály, krajové kultury, nebo nejvíce osvědčené materiály z kolekce genových zdrojů máku. Dříve byla registrována i hybridní odrůda Hybrid HD. Šlo o ruční tvorbu hybridní produkce [26], kdy mateřskou odrůdou by Hanácký modrý a otcovskou Dětenický bělosemenný. Během zkoušek tato odrůda dosáhla o 20 % vyššího výnosu než srovnávací odrůdy – Azur a Hanácký modrý. Kvůli velkému množství ruční práce bylo pěstování této odrůdy ekonomicky značně nevýhodné [1].

3.1 Cíle šlechtění nových odrůd

Díky šlechtění je možné vytvářet odrůdy různých směrů – potravinářské, univerzální nebo technické [32]. Všeobecně lze říci, že máky jsou vyšlechtěny zejména pro pěstování ve velkovýrobních podmínkách (nižší větvení a vyšší hustota rostlin) [2].

Hlavními cíli nezávisle na využití máku jsou:

- Zvýšení výnosu jak semen, tak makoviny, v některých případech i zvýšení výnosu opia.
- Morfologická homogenita rostlin. Homogenita je i jeden z hlavních požadavků při registraci nových odrůd.
- Šlechtění odrůd odolných proti chorobám napadajících mák, zejména proti plísním.
- Ozimý mák, který má vyšší odolnost vůči mrazu [3]. Z jarního máku však nelze vyšlechtit mák ozimý. Zimovzdorný genotyp máku se v průběhu evoluce přizpůsobil [2].

Cíle závislé na oblasti využití:

- Vyšší obsah alkaloidů v tobolkách pro farmaceutický průmysl. V začátcích šlechtění se jednalo zejména o obsah morfinu, jehož obsah v makovině je u některých odrůd více než 2 %. V současné době se objevují požadavky na kultivary hromadící jiné alkaloidy, např: kodein, thebain, noskapin nebo narkotin [1; 3]. Thebain, noskapin a narkotin jsou stejně účinné jako morfin, jsou méně nebezpečné a nejsou návykové [41].

- Mák s nízkým obsah alkaloidů v makovině pro využití v potravinářském průmyslu a pro zamezení nedovoleného zneužívání narkomany [2]. Takové rostliny by mohly být bez omezení pěstovány a prodávány po celém světě [3].

- Mák univerzálního typu s vysokým výnosem semen a dobrou barvou semene.

- Barva semen – nejvyšší tržní hodnotu mají tmavě modrá semena. Jsou však pěstovány a šlechtěny odrůdy speciálně pro bílou a jinou barvu semen [3; 42].

- Zvýšení obsahu oleje kvůli obsahu významných mastných kyselin [3].

3.2 Odrůdy máku setého

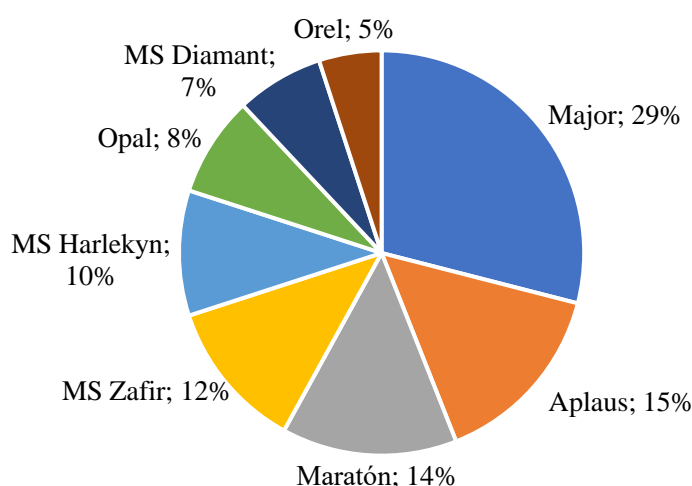
V západní Evropě a Austrálii jsou různé druhy máku používány bez registrace a podrobné informace téměř chybí [3]. Dochází zde k velkému průmyslovému rozvoji produkce máku a vzhledem k průmyslové hodnotě těchto kultivarů nejsou poskytovány informace o jejich původu a vlastnostech [8]. Místní šlechtění bez registrace odrůd probíhá ve větší míře i v Indii [3].

Ve střední Evropě jsou vybrané kultivary registrovány národními úřady podobně jako jiné zemědělské plodiny. Odrůdy jsou prověřovány podle platných pokynů DUS, což jsou protokoly a postupy pro testování odlišnosti, uniformity a stability. Vybrané odrůdy jsou registrovány do Společného katalogu odrůd zemědělských rostlin EU [3].

Většina pěstovaných odrůd na Českém území se nachází právě ve Společném katalogu odrůd zemědělských rostlin Evropské unie. Pouze některé odrůdy máku jsou registrovány Ústředním kontrolním a zkušebním zemědělským ústavem (ÚKZÚZ) v České republice [1]. Podle zákona č. 219/2003 Sb. o uvádění osiva do oběhu a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů [43] musí být pěstované odrůdy máku v druhovém seznamu [44]. Tento druhový seznam (společný katalog odrůd máku setého) je zveřejněn na stránkách Celní správy České

republiky – Příloha I [45]. V ČR se pěstují především kvalitní modrosemenné odrůdy máku pro produkci potravinářského semene a farmaceutické využití makoviny [1; 2].

Dále budou popsány jen některé odrůdy, které mají universální využití. Většina z nich je uvedena na Obrázku 8, který graficky znázorňuje procentuální zastoupení jednotlivých odrůd na uznaných množitelských plochách v roce 2020.



Obrázek 8: Uzané množitelské plochy jarního máku setého v roce 2020 a konkrétní pěstované odrůdy [23]

3.2.1 Máky modrosemenné s nízkým až středně vysokým obsahem morfinu

- Major

Odrůda Major má slovenský původ. Je to mák univerzálního typu [1]. Má potenciál pro vysoký výnos makového semena, které se využívá v potravinářství. To platí i u makoviny, která se využije ve farmaceutickém průmyslu [41]. Další jeho dobrou vlastností je odolnost vůči plísni makové, helmintosporiíze, herbicidům a minimální výskyt hledáků [1]. K nejlepším výnosům potřebuje nejpriznivější výrobní oblast [46].

- Maratón

Odrůda Maratón též vyšlechtěná na Slovensku, má i stejné zařazení a využití jako odrůda Major. Maratón je slepák, takže je výskyt hledáků nízký [47]. Má vysoké výnosy, odolnost proti helmintosporiíze a herbicidům [1]. Je vhodný do všech výrobních oblastí, což znamená, že je velmi přizpůsobivý klimatickým podmínkám a odolný proti polehávání [46; 48].

- Aplaus

Odrůda Aplaus je vyšlechtěna a udržována v České republice. Má vysoký výnos modrých semen a střední obsah morfinu v makovině. Rostliny jsou odolné proti polehávání a je vhodný do všech pěstitelských oblastí [48]. Odrůda typu slepák.

Dále se do této skupiny řadí i odrůdy Opal, Bergam aj. [47].

3.2.2 Máky modrosemenné se středně vysokým až vysokým obsahem morfinu

- MS Harlekyn

MS Harlekyn je slovenská modrosemenná odrůda [47]. Má předpoklady k vyšší tvorbě semen v tobolce, tedy i k vysokým výnosům a dobrou odolnost proti polehávání [46], střední odolnost proti chorobám a k nežádoucímu otevírání tobolek. Rostliny jsou vhodné do všech pěstitelských oblastí [48].

- Onyx

Česká modrosemenná odrůda, která je určena zejména pro produkci kvalitních semen pro potravinářství a makoviny využitelné ve farmaceutickém průmyslu. Odrůda typu slepák, která má nejnižší počet otevřených tobolek z odrůd testovaných ÚKZÚZ. Je odolná proti polehávání a má výrazný potenciál pro vysoké výnosy [47; 49]. Onyx je určen do všech pěstitelských oblastí a má střední odolnost proti chorobám [48].

Mezi takovéto odrůdy dále patří i Opex, Orbis a další [47].

3.2.3 Bělosemenné a okrovosemenné odrůdy

Orel i Racek jsou typy máku vyšlechtěné v ČR. Jsou určeny zejména pro produkci bílých semen, která mají vysoký obsah oleje a oříškovou příchuť, k využití v potravinářském průmyslu. Výnos semen je vysoký. Makovina má nízký obsah morfinu. Rostliny jsou středně odolné proti polehávání, helmintosporiíze a plísním. Odrůda Racek je proti helmintosporiíze odolná méně. Výskyt hleďáků je nízký až středně vysoký [2; 47; 50].

Další odrůdy z této skupiny jsou např. Akvarel, Redy aj. [47]

3.2.4 Ozimé modrosemenné máky s nízkým obsahem morfinu v makovině

V současné době jsou v ČR registrovány pouze 3 odrůdy ozimého máku, a to Oz, Zano Plus a Titan. [23].

Všechny 3 jsou rakouské makové modrosemenné odrůdy určené pro produkci semene pro potravinářský průmysl. Výskyt hledáků mají nízký a semena mají vysoký obsah oleje. Nevýhodou je nízká zimuvzdornost [47].

Mezi další odrůdy ozimého máku patří např. Kozmosz, Zeno, Zeno 2002 a Zeno Morphex [2].

4 Mák setý v potravinářství

4.1 Obsahové látky v máku setém

4.1.1 Obsah alkaloidů

Mák setý obsahuje až 80 různých alkaloidů. Nejvíce obsažené jsou: morfin, kodein, dále thebain, oripavin a benzylochinony, mezi které patří papaverin a noskapin (též narkotin). Všechny tyto látky zahrnuje pojem „opiové alkaloidy“. Tvorba a hromadění alkaloidů závisí na genetických faktorech i na pěstebních podmínkách [27]. Šlechtí se kultivary, které mají vysoký obsah specifických alkaloidů vhodný pro farmaceutický průmysl, nebo odrůdy s nízkým obsahem alkaloidů pro produkci semen [3]. Nicméně mák z odrůd s vysokým obsahem alkaloidů se používá jako vedlejší produkt pro potravinářské účely [8; 27].

Při pokusu, ve kterém byly hodnoceny výnosy a spektrum alkaloidů a který byl prováděn pod dohledem spolku Český mák, bylo testováno na obsah alkaloidů 30 odrůd máku ze Společného katalogu EU. Z těchto odrůd dosahovala nejvyššího obsahu morfinu odrůda Buddha, a to 2,52 %, dále Postomi 1,65 %, Botond 1,63 % a Lazur 1,15 %. Nejnižší obsah morfinu, a to pod 0,2 %, měly následující odrůdy: Edel-Weiss, Florian, Zeta a Rubin. Thebain byl v největší míře nalezen u odrůdy Monaco (až 0,73 %), méně u odrůd Postomi a Kék Genoma. Byly zkoušeny i narkotinové odrůdy Korona, ta obsahovala 1,68 % narkotinu, a Kék Genoma, která obsahovala 0,72 % tohoto alkaloidu. Další kultivary obsahovaly jen velmi malé množství narkotinu [41].

Zralá semena neobsahují žádné alkaloidy, ale může dojít ke kontaminaci během sklizně. Nejvíce zastoupeným alkaloidem v potravinách obsahující mák, je morfin, následně thebain a kodein. Na základě jejich výskytu v těchto potravinách jsou doporučeny předúpravy nebo metody zpracování, která obsah alkaloidů snižují [27]. Tyto metody jsou vyjmenovány v kapitole 2.4.

4.1.2 Složení semen máku setého a jeho energetické a nutriční hodnoty

Energetická hodnota semen máku setého je přibližně 2043 kJ (495 kcal) na 100 g. Semena se vyznačují vysokým obsahem kvalitního tuku. Databáze složení potravin České republiky uvádí 38,9 g/100 g [11; 51], Slovenská internetová databáze výživového složení potravin 43,8 g/100 g (tato databáze obsahuje i bílá semena máku, kde je uvedeno 45 g tuku na 100 g [51]) nebo americká databáze – FoodData Central uvádí obsah tuku v rozmezí 39,2–44,8 g dle výrobce [52]. Na jeho celkový obsah má vliv jak lokalita pěstování, tak

konkrétní odrůda. Vyšší obsah tuků mají bělosemenné odrůdy a menší modrosemenné. Maková semena mají vysoký obsah bílkovin s vcelku dobrým zastoupením aminokyselin (v menším množství je zde pouze tryptofan). Další složkou, kterou semena obsahují jsou sacharidy. Jejich obsah je dosti nízký a cca ½ z nich tvoří cukry. Maková semena obsahují velký podíl vlákniny [11], který je uveden společně s ostatními základními živinami v Tabulce 2. Jak již bylo naznačeno, většina databází uvádí různé hodnoty makroživin. To samé platí i o mikroživinách.

Tabulka 2: Obsah základních ukazatelů v makovém semeni [53]

Složka	Množství
Voda	6,4 g
Popel	7,2 g
Tuky	38,90 g
z toho nasycené mastné kyseliny	4,58 g
Sacharidy	3,00 g
z toho cukry	1,80 g
vláknina	22,70 g
Bílkoviny	21,80 g

Mezi **Vitamíny**, které mák obsahuje, patří zejména tokoferoly. Má v sobě směs α , β a γ tokoferolů (zejména γ tokoferolů). Jsou to silné antioxidanty a řadí se do skupiny vitamínů E. Jeho obsah je uveden v Tabulce 4. Jak uvádí Sobolová, různé publikace uvádí různý obsah těchto látek, a to pravděpodobně kvůli odlišnosti studovaných odrůd a lokalit pěstování. Dále v menší míře mák obsahuje vitamín C a vitamíny ze skupiny B (B_1 , B_2 , B_3 , B_5 , B_6 a B_9) [2; 11].

Škála **minerálů**, které semena obsahují, je též obsáhlá. Bylo by dobré vyzdvihnout zejména vápník, jehož obsah v máku je až 600x větší než ve pšeničné mouce [1]. Potraviny rostlinného původu však nejsou považovány za dobrý zdroj Ca kvůli obsahu oxalátů a fytátů. Ty tvoří s vápníkem komplexy, které jsou nerozpustné. Menšímu vstřebávání živin přispívá i přítomnost vlákniny. Mák ve větší míře obsahuje draslík, fosfor a hořčík, méně pak železo, zinek, měď, selen, jod aj. [2; 11; 54]. Vybrané minerály jsou uvedeny v Tabulce 3.

Tabulka 3: Srovnání obsahu vybraných mikroživin (mg/100 g) v olejnatých semenech a vybraných druzích ořechů [11]

Semena nebo ořechy	Tokoferoly	Ca	P	Mg	K	Zn	Fe
Mák	2,3	1357	936	395	832	6,8	8,8
Len	5,0	195	722	291	762	–	17,1
Sezam	2,3	96	701	352	438	8,6	9,9
Dýně	1,0	43	1174	535	807	7,5	15,0
Slunečnice	50,3	135	709	367	603	2,2	12,3
Chia	8,2	631	860	335	407	4,6	7,7
Vlašské ořechy	3,1	96	377	159	575	3,4	2,7
Mandle (neloupané)	25,0	252	481	247	791	2,9	3,8
Lískové ořechy (neloupané)	25,2	181	153	153	648	2,2	5,8
Arašídý (loupané)	11,9	70	384	182	572	3,2	3,0

4.1.3 Složení a vlastnosti makového oleje (tuku)

Surový makový olej je žlutý, průhledný, mastný a sladký [55]. Má velmi dobré senzoričké hodnoty a vysoké zastoupení **polyenových a monoenových mastných kyselin**. Na poměr těchto kyselin má podstatný vliv lokalita pěstování a odrůda. V oleji je nejvíce zastoupena kyselina linolová (až 74 %), méně pak kyseliny olejová (okolo 15 %), palmitová (okolo 9 %), stearová (okolo 2 %) a linolenová (do 1 %). Je prokázáno, že bílosemenné odrůdy máku mají vyšší obsah linolové kyseliny než tmavosemenné odrůdy. Převažující mastná kyselina, kyselina linolová, se řadí do ω -6 mastných kyselin [11; 54; 56]. Vyšší obsah polynenasycených kyselin znamená to, že olej je náchylný k oxidaci, což může vést ke zhoršení senzoričkových vlastností [11]. Obsah a poměr mastných kyselin, zejména obsah kyseliny linolenové, určuje **oxidační stabilitu** oleje [57]. Ta je důležitým kvalitativním ukazatelem. Stabilita makového oleje je okolo 5,5 hodin při teplotě 110 °C s rychlostí průtoku vzduchu 20 l/h, což značí vysokou stabilitu. Proces oxidace zahrnuje zejména degradaci PUFA (polynenasycené mastné kyseliny) a tvorbu volných radikálů, což snižuje kvalitu oleje [11; 58]. S touto stabilitou souvisí vysoký obsah **γ -tokoferolů**, jejichž biochemickou funkcí je ochrana právě polyenových MK.

V makovém oleji jsou zastoupeny zejména γ -tokoferoly, a to v množství 195–567 mg/kg, α -tokoferoly již v menším množství 22–55 mg/kg. β -tokoferoly jsou obsaženy jen v olejích některých odrůd [57]. Tokoferoly patří mezi **fenolové sloučeniny**, jejichž obsah je spojován s nutriční i senzoryckou kvalitou semen. Při vyšších koncentracích tyto látky způsobují tmavou barvu nebo hořkou chuť semen. Nižší množství chrání před oxidací [58]. Mezi fenolové sloučeniny v máku dále patří fenolové kyseliny, flavonoidy, anthokyany, stilbeny a lignany.

Dalšími látkami, které makový olej obsahuje, jsou **fytoosteroly**. Nejvíce zastoupený je β -sitosterol, kampesterol, avenasterol, stigmasterol aj. Celkové množství sterolů se pohybuje v rozmezí 1100 až 4016 mg/kg v závislosti na odrůdě a lokalitě pěstování. Makový olej tedy podle těchto údajů představuje důležitý zdroj fytoosterolů [11; 57].

4.1.4 Obsah těžkých kovů a kontaminujících chemických látek

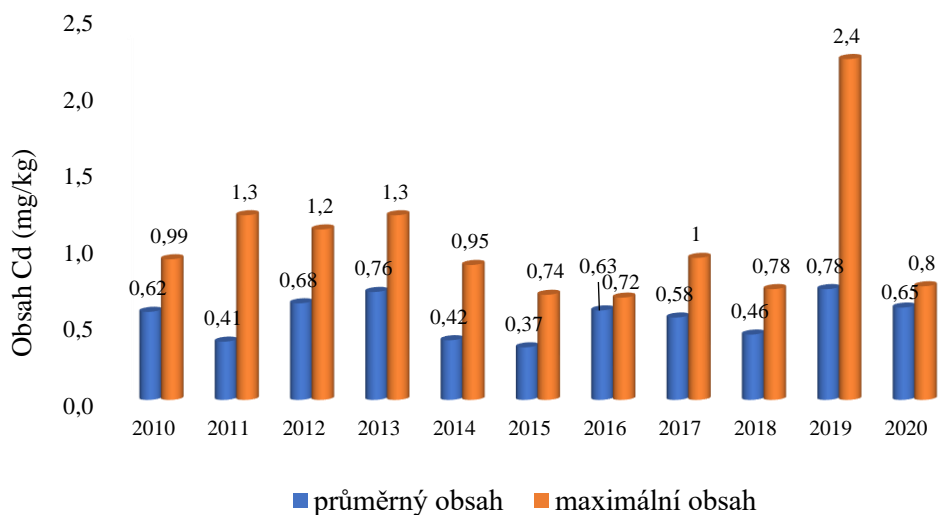
Mák má schopnost akumulovat **těžké kovy**. Ty se do něj dostávají prostřednictvím lidské činnosti (těžba a spalování fosilních paliv, plynné zplodiny, odpadní vody, hnojiva aj.) [59; 60]. Mezi těžké kovy, které mák hromadí, patří zejména kadmium, olovo a chrom. Opatření proti vysokým obsahům látek, jako jsou těžké kovy, spočívají v ošetření půdy, zvýšení obsahu organických látek a humusu v půdě, vhodné hojení (zejména aplikace B) atd. [59]. Maximální množství těchto kovů, které mohou maková semena obsahovat, jsou určeny vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 399/2013 viz kapitola 5.3 [61]. Monitorování obsahu těchto látek provádí v České republice SZPI a v Evropské unii EFSA [62].

Kadmium je rostlinami dobře přijímáno z půdy pomocí kořenů, kde je i nejvíce hromaděno. Velké množství se akumuluje i v semenech. Do životního prostředí se dříve dostávalo i v hnojivech. Akumulace kadmia byla stanovena v rozmezí 0,09–2,30 mg/kg. Je tím více přenášen do organismu, čím více jsou semena máku rozdrčena [59; 63]. Na Obrázku 9 na následující straně, je zobrazen průměrný a maximální obsah kadmia v rozmezí let 2010 až 2020, při plánovaných kontrolách makových semen SZPI [64].

Olovo se do prostředí dostává zejména z průmyslových zplodin, ale z půdy do rostlin se prostřednictvím kořenových systémů dostává jen v malé míře [65]. Maková akumulace olova je od 0,05 do 1,60 mg/kg [59].

Rtuť se používala do dezinfekčních prostředků, prostředků na ochranu rostlin nebo se využívá jako součást baterií. Původní obsah v životním prostředí pocházel pouze z moření osiva, nyní se tam dostává i formou emisí. Anorganická rtuť se vstřebává v organismu nepatrně, organické

sloučeniny, jako methylrtuť, jsou trávicím traktem vstřebávány téměř úplně. Potraviny rostlinného původu jsou kontaminovány jen nepatrně [66].



Obrázek 9: Průměrný a maximální obsah kadmia v máku v letech 2010–2020 (mg/kg) [64]

Arsen je toxický polokovový prvek v přírodě doprovázející síru. Do prostředí se dostává vyluhováním sulfidických rud, emisemi ze spalování uhlí aj. Arsen se nejčastěji vyskytuje v oxidačním čísle 5 (arseničný aniont) [67].

Rezidua pesticidů, jejichž nejčastějším zdrojem je aplikace neregistrovaných pesticidů, překročení dávky registrovaných přípravků nebo nedodržení předepsané aplikace. Nejvíce jsou sledována rezidua glyfosátu. Aplikace neregistrovaných přípravků je přitom zakázána [26].

4.2 Zdravotní aspekty konzumace semen máku

Mák bývá díky svým účinkům na lidský organismus řazen mezi tzv. „superpotraviny“. Vděčí za to obsahu vitamínu E, který působí jako antioxidant, a obsahu nenasycených ω -6 a ω -3 mastných nenasycených kyselin. [2]

4.2.1 Mastné kyseliny

Na kvalitu tuků obsažených v máku poukazuje poměr nenasycených ω -6 a ω -3 mastných kyselin, který se pohybuje okolo 39,9:1. Poměr těchto MK ve stravě je ideálně v poměru 2:1. V západní stravě příjem ω -6 mastných kyselin přijatelnému standardu neodpovídá, proto složení těchto kyselin není zcela ideální [54; 56]. Na druhou stranu z nutričního hlediska, je makový olej dobrým zdrojem esenciálních mastných kyselin, zejména kyseliny linolové, při

porovnání s jinými jedlými olejnatými semeny [57]. Mák může mít pozitivní vliv na prevenci kardiovaskulárních onemocnění vzhledem k vysokému obsahu polynenasycených mastných kyselin. U PUFA byl pozorován pozitivní vliv na hladinu cholesterolu v krvi. Dalším možným pozitivem je nízký obsah nasycených mastných kyselin, které jsou často spojovány s rozvojem různých nádorových onemocnění, aterosklerózy a jiných onemocnění [11; 54].

4.2.2 Fenolové sloučeniny

Polyfenolové látky, mezi které patří i tokolyferoly, které jsou obsaženy v máku, mají antimutagenní, antibakteriální, antivirový a protizánětlivý účinek [68]. Tokoferoly jsou jedny z nejdůležitějších antioxidantů rozpustných v tucích [69]. Studie prokázaly, že tyto látky mají vliv při prevenci různých onemocnění. Fenolové sloučeniny mají antioxidační potenciál, což jim umožňuje likvidovat volné radikály nebo rozložit peroxidy. Nedostatek antioxidantů může vést k poškození biomolekul a k různým onemocněním jako diabetes, astma, nádorová nebo neurodegenerativní onemocnění atd. [68]. Vzhledem k vysokým obsahům tokoferolů a tokotrienolů v máku, společně s dalšími antioxidanty v lidském těle, mák poskytuje ochranu před oxidačním stresem [58]. Kromě toho fenolové látky mají jednu z hlavních rolí při ochraně PUFA před oxidací. Tím snižují tvorbu toxických oxidačních produktů a udržují nutriční kvalitu makového oleje [68; 69].

4.2.3 Fytosteroly

Fytosteroly jsou látky rostlinného původu, které jsou schopné snižovat množství cholesterolu v krvi. Snižují tím riziko kardiovaskulárních onemocnění, přičemž aby se hladina LDL-cholesterolu snížila o 10 %, je potřeba denně 2–3 g fytosterolů [70; 71] (reálný příjem se pohybuje okolo 178–463 mg/den [11]).

4.2.4 Alergie na mák

Potravinová alergie je imunologicky podmíněná nežádoucí reakce organismu, která se objevuje opakovaně po požití dané potraviny. Takovou alergii dokáže vyvolat jakákoliv potravinová bílkovina [72]. Semena máku mohou vyvolat alergické reakce od mírných lokálních příznaků až po těžké anafylaktické reakce [73]. Alergie na mák je v České republice vcelku častá vzhledem k množství, které se zde ročně zkonsumuje. V jiných státech je tato alergie vzácností, a i proto tomuto druhu alergie není věnována taková pozornost [11].

4.2.5 Alkaloidy

Existuje málo zpráv o nežádoucích účincích z konzumace máku v potravinách [27]. Mezi dosud popsané příznaky při požití máku patří bolesti hlavy, zvracení, zácpy, poruchy koncentrace, ospalost, tlumivý efekt aj. [74]. Do skupiny citlivější na nepříznivé účinky morfinu patří těhotné ženy, kojenci, osoby starší 75 let a osoby se zhoršeným stavem nebo se zhoršenou respirační funkcí [27].

4.2.6 Těžké kovy

Těžké kovy ve velkém množství poškozují játra, ledviny a nervový systém [60]. **Kadmium**, **rtuť** i **olovo** se kumulují v játrech a ledvinách, které poškozují [65]. Kadmium může způsobit v organismu poruchu metabolismu vápníku [59]. **Olovo** může způsobit anémii, nebo poškodit periferní i centrální nervový systém. Nejsenzitivnější skupinou jsou děti [65]. **Rtuť** dokáže způsobit změnu dědičných vlastností nebo poškodit CNS. Dlouhodobé vystavování se rtuti může vyvolávat různá chronická onemocnění (diabetes, roztroušenou sklerózu atd.) [66]. Při dlouhodobém vystavování se **arsenu** se též hromadí v játrech nebo ve vlasech. Arseničitý aniont dokáže reagovat s bílkoviny nebo se koncentruje v leukocytech [67].

4.2.7 Rezidua pesticidů

Rezidua pesticidů mohou způsobit chronická nebo akutní zdravotní rizika. Akutní riziko vzniká při krátkodobém příjmu rezidua pesticidu a překročení akutní referenční dávky. Chronická rizika vznikají při dlouhodobém příjmu reziduí pesticidů při překročení přijatelného denního příjmu [75].

4.3 Kvalita makových semen

Základní informace o kvalitě a jakosti máku určeného k přímé spotřebě pro lidskou výživu udává Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 399/2013 Sb., kterou se mění Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 329/1997 Sb. [61]. Tyto znaky a jakostní parametry máku jsou uvedeny v Tabulce 4. Tato tabulka je součástí přílohy č. 9 výše uvedené vyhlášky [20].

Určité hodnoty, které vyhláška č. 329/1997 Sb. udává, např. obsah morfinových alkaloidů, některá označení jako CHZO nebo Česká cechovní norma zpřísňují.

Problémy s překročením hodnot, které jsou uvedeny v Tabulce 4, řeší v Evropské unii EFSA a v České republice SZIP [20; 62].

Tabulka 4: Semeno máku setého (*Papaver somniferum* L.) semenného, olejného typu [20]

Barva semene	Modrá	Nejvýše 0,2 % hmotnosti máku bílého	
	Bílá nebo směs barev	Nad 0,2 % hmotnosti máku bílého	
Vlhkost	1. Jakost	Nejvýše 8,0 % hmotnosti	
	2. jakost	Nejvýše 10,0 % hmotnosti	
Semena nevybarvená tmavá až černá		Nejvýše 5,0 % hmotnosti	
Příměsi a nečistoty celkem		Nejvýše 8,0 % hmotnosti	
Z toho:			
a)	Semena nevyzrálá rezavé barvy	Nejvýše 5,0 % hmotnosti	
b)	Poškozená semena	Nejvýše 3,0 % hmotnosti	
c)	nečistoty	Celkem 1. jakost	Nejvýše 0,2 % hmotnosti
		Celkem 2. jakost	Nejvýše 1,0 % hmotnosti
d)	Semena bínu černého (<i>Hyoscyamus niger</i> L.)	Nejvýše 0,00 % hmotnosti	
e)	Semena laskavce a merlíku	Nejvýše 0,2 % hmotnosti	
f)	Anorganické nečistoty	Nejvýše 0,0 % hmotnosti	
g)	Obsah kadmia	Nejvýše 0,8 mg/kg	
h)	Obsah arsenu	Nejvýše 0,1 mg/kg	
i)	Obsah rtuti	Nejvýše 0,012 mg/kg	
j)	Obsah olova	Nejvýše 1,0 mg/kg	
k)	Obsah morfinových alkaloidů	Nejvýše 25 mg/kg	

4.3.1 Normy

Technické normy jsou dokumentované dohody poskytující pravidla, která zajišťují aby materiály, výrobky, postupy a služby vyhovovaly danému účelu. Jsou to kvantifikovaná doporučení a jejich používání je dobrovolné, ale všestranně výhodné. Technické normy jsou nezbytnou podmínkou pro volný oběh zboží a služeb v EU. Stanovují kritéria bezpečnosti, mohou být povinně vyžadovány u veřejných zakázek atd. ČSN (České technické normy) se vytváří pouze v oblastech, ve kterých neexistují normy evropské nebo mezinárodní. Veškeré evropské a mezinárodní normy jsou přejaty do soustavy českých norem [76].

Semen máku jakožto olejin, se dotýká řada mezinárodních norem zahrnující odběr vzorků (ČSN EN ISO 542), úpravu laboratorního vzorku na analytický vzorek (ČSN EN ISO 664), stanovení obsahu nečistot (ČSN EN ISO 658), referenční metodu stanovení obsahu oleje (ČSN EN ISO 659), stanovení vlhkosti, obsahu těžkých látek (ČSN EN ISO 665), aj. [61]

České technické normy specifikují určitá kritéria týkající se máku:

- **ČSN 46 2300–1** obsahuje seznam základních termínů a definic, např: dodávka, škodlivé nečistoty, vlhkost, obsah těžkých látek, druhová čistota, obsah kyseliny erukové v oleji aj. Technické požadavky na olejniny: vyžralost semen; nesmí obsahovat škůdce; musí být bez cizích pachů; jednotlivé druhy olejnatých semen, podle účelu zpracování musí odpovídat mikrobiologickým požadavkům, požadavkům na nejvyšší přípustná množství kontaminujících a toxikologicky významných látek stanovených příslušnými předpisy; semena k průmyslovému zpracování smí mít z celkového obsahu nečistot nejvýše 0,2 % minerálních nečistot; teplota skladování musí být pod 20 °C; aj. Tato norma určuje i zkušební metody olejin. V této části normy jsou uvedené jednotlivé normy, které konkrétní metody uvádí. Dále určuje podmínky dodávání olejnatých semen (vlhkost, volně ložená ve funkčně vyhovujících obalech, které jsou zdravotně nezávadné, původní list), dopravu a skladování (teplota do 20 °C, relativní vlhkost vzduchu max. 70 %, čistota, sucho, větratelnost atd.) [77].

- **ČSN 46 1011–2** je zaměřena na smyslové zkoušení obilovin, luštěnin a olejin. Určuje stanovení barvy, pachu a chuti [78].

- **ČSN 46 2300–3** je norma zaměřena přímo na semena máku setého s modrou barvou semene různých odstínů, semen bílých a nevybarvených. Předmětem normy jsou semena určená na výrobu olejů, ne pro přímou lidskou spotřebu. ČSN 46 2300–3 doplňuje definice z ČSN 46 2300–1 a ČSN EN ISO 658: semena porostlá (3.1. – viz Tabulka 5) – semena,

u kterých je pouhým okem viditelný kořínek nebo klíček a semena s ulomeným klíčkem nebo kořínkem vykazující charakteristické známky klíčení; semena mechanicky poškozená (3.2. viz Tabulka 5) – semena mechanicky deformovaná, zlomky semen, semena požraná, vyhlodaná nebo jinak poškozená. Dále určuje technické požadavky, mezi které patří organoleptické vlastnosti (semena musí být zdravá, vyzrálá s typickou barvou, bez živých škůdců v jakékoliv fázi vývoje a bez cizích pachů); fyzikální a chemické vlastnosti, které jsou uvedené v ČSN 46 2300–1 a Tabulce 5; odběr vzorků a zkoušení odkazující na ČSN EN ISO 542, ČSN EN ISO 664, ČSN EN ISO 658, ČSN EN ISO 665 aj.; poslední část normy je zaměřena na dodávání. Určuje základní hodnoty jakostních ukazatelů uvedené v Tabulce 6 [61].

Tabulka 5: Hodnoty jakostních ukazatelů [61]

Vlhkost a těkavé látky v hmotnostních %, nejvýše	10,0
Obsah tuku při 8 % vlhkosti semene v hmotnostních %, nejméně	17,0
Semena porostlá a mechanicky poškozená podle 3.1 a 3.2 celkem v hmotnostních %, nejvýše	3,0

Tabulka 6: Základní hodnoty jakostních ukazatelů [61]

Vlhkost a těkavé látky v hmotnostních %	8,0
Obsah tuku při 8 % vlhkosti semene v hmotnostních %	19,0
Semena porostlá a mechanicky poškozená podle 3.1. a 3.2. celkem v hmotnostních %	2,0
Nečistoty v hmotnostních %	1,0

4.3.2 Chráněné zeměpisné označení

Zemědělské produkty nebo potraviny nesoucí zeměpisné označení mají určitou vazbu na místo, kde jsou vyráběny a pro spotřebitele jsou zárukou kvality. Veškeré produkty, nesoucí zeměpisné označení lze nalézt v rejstříku jakostních produktů.

Mezi zeměpisná označení patří Chráněné zeměpisné označení (CHZO v anglickém jazyce PGI)), jehož logo je na Obrázku 8. Chráněné označení původu (CHOP, anglicky PDO) a zeměpisné označení (ZO, anglicky GI). CHZO se od CHOP liší v tom, že každá část výrobního procesu nemusí probíhat v konkrétním regionu. ZO je označení lihovin a aromatizovaných vín [79].

Již v roce 2015 spolek Český modrý mák podal žádost o zeměpisné označení původu. Jako hlavní důvod spolek uvádí rozlišení dvou typů komodit se stejným názvem. Český modrý mák má výrazné a jiné kvality, než technický mák pěstovaný převážně v západní Evropě [16]. Tuto žádost Evropská komise přijala prováděcím nařízením komise (EU) 2021/147, ze dne 2. 2. 2021 o zápisu názvu do rejstříku chráněných označení původu a chráněných zeměpisných označení („Český modrý mák“ (CHZO)) [80]. Toto nařízení je přiloženo k práci jako Příloha 2.



Obrázek 10: Logo Chráněného zeměpisného označení [79]

Specifikace CHZO Český modrý mák:

- **Vzhled** semen musí být zdravý a nepoškozený, velikost cca 1 mm, **barva** modrá s jasným zabarvením. **Chut'** musí být typicky maková a sladká, vůně typická pro modrý mák, ne bez vůně nebo páchnoucí. Semena se k sobě nesmí lepit, musí být sypká, bez hrudek a nesmí obsahovat žádné živé ani mrtvé škůdce v jakémkoli stádiu vývoje.
- **Fyzikální a chemické vlastnosti** jako obsah morfinových alkaloidů (suma morfinu, kodeinu a thebainu), množství nevybarvených semen nebo tmavých až černých, celkové množství příměsí a nečistot, množství nevyzrálých semen rezavé barvy a poškozených semen odpovídají Vyhlášce č. 399/2013 Sb. uvedených v Tabulce 4 s vlhkostí 1. jakosti (max. 8 % hm.). Dále specifikuje olejnatost, která je vyšší než 40 %.
- Významnou vlastností Českého modrého máku jsou **výživové hodnoty**. Obsahuje dieteticky cenný makový olej s vynikajícími sensorickými vlastnostmi. Má vysoký obsah Ca, vitamínu E, kyseliny pantothenové (vitamín B₅), niacinu (vit. B₃), thiaminu (vit. B₁) a vysoký obsah minerálních látek (Cu, Zn, Mg a Fe).
- **Odrůdy**, které jsou pěstovány pro Český modrý mák musí být mezi odrůdami ze Společného katalogu EU.

- Mezi **specifické kroky, které se musí uskutečnit ve vymezené zemědělské oblasti**, patří pěstování na vhodných pozemcích, které jsou chráněné proti silným větrům. Doba setí je nejpozději do 20. dubna. Sklizeň probíhá společně s makovinou, od které se semena oddělují až před prodejem. Tato směs musí být dosušena v halách s aktivním větráním [24].

- **Souvislost se zeměpisnou oblastí:** Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.2. Historie máku, mák má v České republice hluboké kořeny co se týče jeho konzumace i pěstování [2]. ČR má specifické podmínky pro jeho pěstování, zejména ty klimatické a půdní. Největší rozdíl oproti jiným oblastem, kde se mák pěstuje, je v povaze zimního období – vyšší úroveň zásob vláhly a následně v letních měsících, když již není takový dostatek vláhly, který máku při dozrávání vyhovuje.

Mák splňující tyto specifikace nesmí být smísen s produkty, které tyto požadavky nespĺňují, aby se mohl nazývat Český modrý mák [24].

4.3.3 Česká cechovní norma

Česká cechovní norma je norma, která stanovuje kvalitativní parametry určité potraviny. Jednoznačně určuje, co se do tohoto výrobku má a může použít. Vyplývají z ní nadstandardní parametry (definice povinné složky, stanovení přípustných a nepřípustných složek aj.), kterými se dané potraviny liší od ostatních. Výrobky splňující tuto normu se mohou, ale nemusí, značit logem České cechovní normy. Toto logo je znázorněno na Obrázku 11 [81]. Potraviny splňující tuto normu splňují požadavky českých právních předpisů kladené na bezpečnost potravin.

Modrý mák vypěstovaný v České republice získal v roce 2019 dvě cechovní normy:

- Český modrý mák, zapsaný pod registračním číslem 2019–01–14–0415 [82]
- Český modrý mák mletý, zapsaný pod registračním číslem 2019–10–23–0455 [83]



Obrázek 11: Logo České cechovní normy [16]

Česká cechovní norma pro výrobky **Český modrý mák** určuje, že semena máku musí pocházet z jednoleté olejné potravinářské formy modrosemenného máku setého pěstovaného v České republice. Musí pocházet z odrůd registrovaných v ČR a odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize [16]. Zde se v současnou chvíli nacházejí tyto odrůdy: Akvarel, Aplaus, Bergam, Maratón, MS Harlekyn, Onyx, Opex, Orbis, Orel, Oz, Racek, Redy, Titan a Zeno Plus [84]. Dále tento mák musí obsahovat méně než 20 mg/kg morfinových alkaloidů, mít typicky makovou vůni a chuť [16]. Vlhkost může být nejvýše 8 % celkové hmotnosti, množství nevybarvených semen nebo tmavých až černých max. 5 % hm., celkové množství příměsí a nečistot do 8 % hm., množství nevyzrálých semen rezavé barvy nejvýše 5 % hm., poškozených semen do 3 % hm. a olejnatost musí být vyšší než 40 %. Pro výrobky Český modrý mák není povolena termostabilizace (úprava za pomoci vysoké teploty nebo horké páry) a musí být dohledatelné použití odrůd.

Sklizeň semen může probíhat společně s makovinou i bez ní nebo ruční. Pokud se sklízí jako směs, tak musí být následně dosoušena v halách [82].

Výrobky s názvem **Český modrý mák mletý** jsou vyrobeny z Českého modrého máku splňující Českou cechovní normu. Mletá semena je možné vystavit termostabilizaci s následným označením na obale [83].

4.4 Mák v kuchyni

Ve střední a východní Evropě je mák běžnou součástí jídelníčku. Recepty s mákem a makové pokrmy lze nalézt i v Turecku a Indii. Nejčastěji je mák využíván jako náplň do moučníků a koláčů nebo jako posyp sladkého i slaného pečiva.

Nejznámějším moučníkem obsahujícím mák je ve všech slovanských zemích a Turecku makový závin, který je známý v různých variantách a pod různými názvy [2; 11].

Mák modrosemenný, bílosemenný, okrovosemenný i jiných barev, se hodí k přípravě sladkých i slaných pokrmů ve studené i teplé kuchyni [2]. Používá se především k pečení [85].

V České republice jsou oblíbené frgály s makovou náplní, makové buchty, nudle s mákem, makové koláče atd. Je součástí tradičních vánočních pokrmů jako štědrák nebo kutelky. V Polsku se mák používá i při přípravě pudingu, v Rusku a na Ukrajině se mákem sype čajové pečivo zvané „sushki“. V Polsku jsou maková semena i součástí štedrovečerní večeře v podobě nudlí s mákem nebo kuři. Kuřa je tradiční vánoční východoevropský pokrm z pšenice, máku, rozinek a dalších ingrediencí [2; 11]. V Indii se pražený mletý mák míchá s kari

kořením. Touto směsí se následně dochucují a zahušťují pokrmy [86; 87]. Bílá semena se zde používají na čatní a omáčky [8; 85].

V Turecku se používají i listy mladých rostlin, ze kterých se připravují saláty. Možná nejčastější variantou pečiva s mákem jsou zde makové placičky, které jsou podobné krekrům. Z máku se zde vyrábí i pasta, která chuťově připomíná arašídové máslo [88].

V kuchyni se může využívat i makový olej, jehož kuchyňské vlastnosti jsou uvedeny v kapitole 4.5.1.

4.5 Makové výrobky

4.5.1 Makový olej

Nejvíce se makový olej vyráběl na konci 18. a na začátku 19. století, zejména ve Francii a Německu. Později jeho produkce opadla [3]. Nejvíce se používal hlavně do salátů, pro vylepšení chuti se míchal s olejem sezamovým. Makovým olejem se vylepšovala chuť olivového oleje nebo oleje z broskvových jader. V gastronomii se může makový olej využít při přípravě sladkých i slaných pokrmů, dezertů (koláčů aj.), salátů, na marinování nebo ve studené kuchyni [89].

Olej lisovaný za studena má podobné vlastnosti jako lněný olej, jen je méně mastný [86]. Makový olej se jinde než v potravinářském průmyslu využívá při výrobě laků, barev, nátěrových hmot, na olejomalby, na výrobu parfémů, léků a mýdel. V kosmetice se olej může využít na suchou a citlivou pleť. Může být používán i na nehty a vlasy nebo jako masážní olej.

Koláč, který zbyde po lisování makového oleje, je dobrým krmivem pro dobytek. Může se využít i v pekárenství [55; 89].

4.5.2 Makové náplně

Náplň je polotovar, který je určen ke zdobení nebo plnění cukrářských výrobků. Hrubé součásti musí být rovnoměrně rozptýlené po celém objemu a musí mít stejnoměrné zbarvení. Náplně, které obsahují mák - makové náplně, tvarohovo-makové náplně aj. [90].

Obecné složení makové náplně: mák, cukr, stabilizátor a okyselující látka [91].

Příklady výrobků, které tyto náplně obsahují: buchtičky pečené ve formách mašlované olejem, buchty s náplní pečené ve formě, bábovky pečené ve formách, záviny a další [90].

4.5.3 Mák jako koření

Jako koření se využívají zralá semena. Vůni mají mírně ořechovou a sladkou, chuť výraznou a trochu mandlovou. Bílá maková semena jsou sladší a mají jemnější chuť. Chuťové a čichové vlastnosti se zvýrazní pražením nebo pečením [87]. Semeny se posypává pečivo jako rohlíky, housky aj. [1]. Přidávají se do těsta na chléb, koláče, preclíky, bagety atd. [87].

4.5.4 Další makové výrobky a výrobky s mákem

Komerční výrobky s mákem nebo mákem sypané výrobky:

- Nejznámější makový moučník, makový závin, prodávající se od velkého množství výrobců nebo pod různými značkami, jako např. Coop, Clever a Penam. Mák jako náplň se u těchto výrobků kombinuje i s jinými druhy náplní, např. výrobek s názvem Závin s mákem a višňí [92].
- Dalším významným pekařským produktem jsou buchty plněné mákem [2]. Na trhu jsou k dostání pod různými názvy, od různých výrobců: Buchty s makovou náplní, České buchty makové, Honzovy buchty s makovou náplní, Jankovy buchty s náplní makovou aj.
- Jako polotovary s mákem jsou známy tyto produkty: Šišky s makovou náplní, Šúlance/Šúlanky, Bramborové šišky s mákem a cukrem, Bramborové šklubánky... [92]
- Bagel (chlebový výrobek) s podobou prstence. Bagely jsou často sypany semeny a mezi tradiční posyp patří právě mák [93].
- Loupáčky/makovky/loupáky
- Krekry prodávající se pod různými obchodními názvy – Tuc, Rybky aj.
- Mák může být i součástí chipsů – Chips: hrachové s mákem [92] nebo turecké Doritos ala Turca [88]
- Dressing s mákem [52]
- Maková mouka [53]
- Mák se přidává do spousty dalších výrobků: čokolád, jogurtů (např. Florian), sýrů (Král sýrů mák), nebo může být i součástí nápojů (Makový sen), různých kaší, zmrzlin, proteinových sušenek atd. [92].

5 Využití máku v dalších oblastech

5.1 Některé další druhy máku a jejich využití

5.1.1 Mák vlčí

Vlčí mák (*Papaver rhoeas* L.) je menší rostlina než mák setý a stejně jako on je jednoletá bylina. Vyskytuje se na okrajích cest, obilných polích, lidmi ovlivněných místech a dalších lokalitách. Má velké červené květy a ochlupenou lodyhu. Rostliny kvetou v období květen až červenec [94; 95]. Může se řadit i k okrasným mákům [2].

Maková panenka, ohníček nebo červenáčci, toto jsou jen některé lidové názvy vlčího máku. V lidovém léčení se používají okvětní lístky a byly používány i v lékařství nebo potravinářství jako barvivo. Mohou se v sušené formě přidávat do čajových směsí [2; 86; 95].

Tento druh máku byl od dávných dob považován za rostlinu připomínající krev bojovníků ve válkách. Po 1. světové válce se stal symbolem prolité krve padlých bojovníků a přeživších vojáků [2].

5.1.2 Mák listenatý

Mák listenatý (*Papaver bracteatum* L.), též známý jako mák perský nebo íránský, je druh přirozeně rostoucí ve vysokých nadmořských výškách. Tento druh máku není schopný syntetizovat morfin [84], což znamená, že není zneužitelný k narkomanii [2]. Produkuje ve větší míře alkaloid thebain (až 98 % alkaloidové produkce), což je meziprodukt pro syntézu mnoha léků na bázi morfinu využitelný ve farmacii [96].

5.1.3 Mák pochybný

Mák pochybný (*Papaver dubium* L.), jehož fotografie je na Obrázku 12 vpravo, je jednoletá nebo ozimá rostlina pocházející ze Středomoří. Rozšířil se do střední Evropy a Asie a byl zavlečen do Severní Ameriky. Má vyšší požadavky na světlo i teplo než mák vlčí. Jako plevel roste mezi obilím i jinými plodinami [97; 98].

5.1.4 Mák polní

Mák polní (*Papaver argemone* L.) je oproti ostatním druhům máku nižší a vyskytuje se v oblastech nížin. Společně s mákem vlčím a pochybným se řadí mezi plevele [99].

5.1.5 Mák setý štětinkatý

Mák setý štětinkatý (*Papaver setigerum* DC.) je původním středomořským druhem máku [4]. Je schopen, stejně jako mák setý, produkovat morfin, kodein, thebain a další sekundární metabolity [100].

5.1.6 Mák alpský

Mák alpský (*Papaver alpinum* L.) patří mezi oblíbené skalničky pěstující se jako trsnatá trvalka. V létě kvete bílými, krémovými, zlatožlutými až světle oranžovými květy [2].

5.1.7 Mák bělokvěťý jihomoravský

Mák bělokvěťý jihomoravský (*Papaver albiflorum* subsp. *austromoravicum* Kubát), zobrazený na Obrázku 12 vlevo, patří mezi zvláště ohrožené druhy. Vyskytuje se na Moravě. Rostlina má bílé okvětní lístky, ze všech částí oranžově mléčí a zaschlé mléko je červené [101].



Obrázek 12: *Papaver albiflorum* subsp. *austromoravicum* Kubát – mák bělokvěťý jihomoravský (vlevo); *Papaver dubium* L. – mák pochybný (vpravo) [102]

5.2 Využití máku ve farmaceutickém průmyslu a medicíně

V dávných dobách se k lékařským účelům používalo samotné opium. Po vynálezu maďarského lékárníka Kabaye v roce 1928, který extrahoval morfin a příbuzné sloučeniny z makoviny, se perspektiva pro průmyslové využití máku zvedla, protože maková sláma se dříve považovala za pouhý odpad. Tímto objevem se makovina a maková sláma staly ceněnou surovinou [3]. V současné době se samotné opium v medicíně využívá pouze v podobě opiové tinktury, která působí proti těžce zvladatelným bolestem a průjmům [2]. Farmaceutický průmysl se stal

nejvýznamnější oblastí pro využití máku [8], kde se využívá maková sláma, makovina i opium [27]. Nejvýznamnějšími alkaloidy pro farmaceutický průmysl jsou morfin, thebain a narkotin [41]. Pro extrakci alkaloidů na výrobu léčiv se využívají kultivary s jejich vysokým obsahem. Ty jsou pěstovány pod přísnou kontrolou. Mezi odrůdy určené pro alkaloidovou produkci patří např.: Kek Duna, Mahndorfer, BC-2, aj. Mezi odrůdy, které obsahují vedle morfinu i jiné alkaloidy ve větší míře patří, v Maďarsku pěstované Kek Genoma kumulující narkotin, Monaco kumulující kodein nebo Tebona pro alkaloid thebain [3].

Opioidy jsou látky, které mají schopnost aktivovat opioidní receptory. Dělí se do několika skupin a jednou z nich jsou opioidy odvozené od molekuly morfinu. Ty se dále dělí na: přirozené opioidy (alkaloidy), kam patří morfin a kodein; polysyntetické opioidy – heroin (diacetylmorfin), oxycodon aj. [13]

- Morfin je silné narkotické analgetikum nebo se využívá proti dušnosti při léčbě plicních a srdečních onemocnění. Jednou z jeho nevýhod je tlumení dýchacího centra. Terapeutické dávky mohou snížit pozornost a reaktivní schopnosti [27]. Negativní účinky jsou popsány v kapitole 5.3.2.

- Kodein je slabší analgetikum [13] a antitusikum, což jsou látky, které v CNS působí inhibičně proti kašli [103]. Používá se při léčbě akutních průjmů. V játrech se část přemění na morfin [27]. Jeho negativní účinky jsou popsány v kapitole 5.3.3.

- Thebain je využitelný pro syntézu mnoha léků na bázi morfinu [96].

- Papaverin je využíván jako vazodilatátor [8] (látky používané ke zvýšení prokrvení určité oblasti [104]) a relaxant hladkého svalstva. Jeho podání může být doprovázeno, stejně jako u morfinu a kodeinu, vedlejšími negativními účinky. Patří mezi ně např. závratě, ospalost a bolesti hlavy [27].

- Účinky dalších alkaloidů nacházejících se v máku využívané v medicíně a ve farmacii: noskapiin potlačuje kašel, sanguinarin je antimikrobiální látka, berberin snižuje hladinu cholesterolu a tubokurarin se využívá jako svalový relaxant [8].

5.3 Mák jako droga

Historie vývoje těchto látek je uvedena v kapitole 1.2. a drogová politika je nastíněna v kapitole 1.4. Všechny drogy, které jsou níže probírány, patří do skupiny opiátů [105].

5.3.1 Opium

Když se nezralé makovice naříznou, vytéká z nich bílá šťáva, která následně ztmavne. Tato šťáva se nazývá opium [2]. Toxicita opia je přičítána především účinku morfinu [27]. Opium je omamná a psychotropní látka. Její neoprávněné držení ve větším množství, než povoluje zákon, je trestný čin. Stejně tak je tomu u látek jako morfin, heroin a kodein [2]. Některé národy stále upravené opium užívají a v některých případech jeho užívání patří ke společenskému způsobu života [2].

Opium obsahuje mimo hlavní alkaloidy morfin, narkotin, kodein, papaverin a thebain i látky jako bílkoviny, sliz, kaučuk, pryskyřice, vosky, enzymy a organické kyseliny [1].

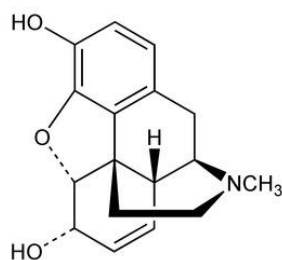
Užívá se kouřením ve zvláštních dýmkách nebo polykáním. Účinky se dostavují pozvolna. Dochází k euforii, pocitu únavy a objevují se i halucinace. Stavy způsobené opiem mohou trvat až několik hodin a intoxikace končí spánkem. Po probuzení člověk vnímá „kocovinu“, která je důsledkem požití opia. Dlouhodobé užívání může vést k tělesnému i duševnímu úpadku až k předčasné smrti [105].

5.3.2 Morfin

Morfin (též morfium) je bílý krystalický prášek a jeho chemická struktura je znázorněna na Obrázku 13. Nejčastěji se aplikuje nitrožilně. Vytváření závislosti a tolerance je u morfinu velmi rychlé. Nastoupení účinků po aplikaci bývá velice prudké. Nejprve se dostaví lehká euforie, následně celkový útlum, spavost a ztráta vědomí. Morfin má tlumící účinek na dýchací centrum a při vyšších dávkách způsobí jeho ochrnutí a následnou smrt.

Člověk dlouhodobě užívající morfium je podrážděný, unavený, náladový, hubne, má suchou žlutě zbarvenou kůži, trpí ztrátou libida a nespavostí. Mezi časté vedlejší účinky morfinu patří záněty dýchacích cest, nespavost, zácpa, zvracení, neplodnost u žen, imunosupresivní účinky aj. [27; 105].

Toxikologie: Merck Index uvádí LD₅₀ intravenózně u myši je 226 až 318 mg/kg [106], EFSA LD₅₀ u myši 524 mg/kg tělesné hmotnosti [27].

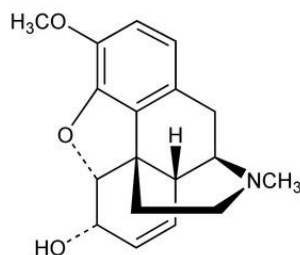


Obrázek 13: Strukturální vzorec morfinu [106]

5.3.3 Kodein

Kodein (methylnorfin), jehož strukturální vzorec je na Obrázku 14, je bílá krystalická látka vyvolávající při injekční aplikaci stejnou závislost a toleranci jako morfin [105]. Účinky kodeinu jsou podobné, jako u morfinu, ale v menší míře (respirační útlum, ospalost, zvracení aj). Morfin je aktivním metabolitem kodeinu. Náchylnost k závislosti na kodeinu je nižší než u morfinu a nebývá častá. Vzhledem k jeho dostupnosti je rozšířen mezi narkomany a je asi nejčastěji užívaným opiátem na světě [2; 27].

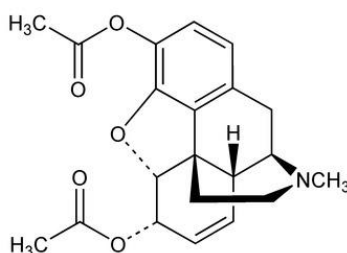
Toxikologie: Merck Index uvádí hodnotu LD₅₀ u myši 300 mg/kg [106], EFSA 250 mg/kg [27].



Obrázek 14: Strukturální vzorec methylnorfinu [106]

5.3.4 Heroin

Heroin (diacetylnorfin) je derivátem morfinu, který má na drogovém trhu práškovitou konzistenci s bílou až hnědou barvou [105; 107]. Strukturální vzorec heroinu je na Obrázku 15 [106].



Obrázek 15: Strukturální vzorec diacetylnorfinu [106]

Na člověka má stejné účinky jako morfin, ale stačí mnohem menší dávka ke stejnému účinku (5krát až 10krát). Též se rychle rozvíjí závislost a tolerance. Diacetylmorfin má silnější analgetické účinky, působí strměji, ale má kratší účinek (do 5 hodin). Po aplikaci dávky se zúží zornice, nastane stav obuzeného vědomí a dojde k celkovému útlumu. Tomu se narkomané snaží předejít kombinací s jinou drogou, jako je např. pervitin. Tlumivě působí na dechové centrum, což může vést při vyšších dávkách ke smrti.

Ke zneužívání dochází několika způsoby: injekčně, kdy je předtím rozpuštěn ve vodě a kyselině citronové – v tomto případě je účinek nejrychlejší; šňupáním; kouřením ve směsích s tabákem a nebo lze inhalovat [105; 107].

Toxikologie: LD₅₀ intravenózně u myší je 59 μmol/kg.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši zaměřenou na mák, jeho význam a využití v potravinářství a obsahové látky. V potravinářském průmyslu se využívají semena máku setého (*Papaver somniferum* L.), proto byla práce zaměřená především na tento druh máku, jeho pěstování, šlechtění k potravinářským a vedle toho i k farmaceutickým účelům. Další druhy máku jsou převážně plevelné a většího využití v průmyslu se jim nedostává. Okrasné a skalničkové druhy máku se využívají v zahradnictví.

Mák se využívá i v dalších oblastech. Jednou z těchto oblastí je farmaceutický průmysl, který mák, konkrétněji opium z něj získané nebo makovou slámu a makovinu, využívá pro extrakci alkaloidů na výrobu farmak. Nejvyužívanějšími alkaloidy jsou morfin, kodein a do popředí se dostávající thebain. Opium z makovic se historicky používalo proti bolestem. Následně byl izolován morfin a kodein, které byly jeho náhražkou. Poté co byla zjištěna návykovost těchto látek a začaly být ve větší míře zneužívány narkomany, byly zavedeny zákony omezující pěstování máku, ze kterého lze tyto návykové látky získat. Na základě mezinárodního úsilí vznikl Mezinárodní výbor pro kontrolu drog OSN.

Česká republika je dlouhodobě významným světovým pěstitelem máku setého a kvalitou makových semen kolikrát předčí i své konkurenty, jako je Turecko. ČR má vhodné podmínky pro pěstování semenného máku. Český modrý mák dostal v roce 2021 od Evropské komise Chráněné zeměpisné označení Český modrý mák kvůli svým kvalitám a tradici. Proto je část bakalářské práce věnována právě pěstování máku setého.

Mák se odedávna používá v tradičních kuchyních mnoha evropských národů, při přípravě především sladkých pokrmů a moučníků, ale i slaných jídel. Dříve se ve větší míře používal i za studena lisovaný makový olej, nyní se již tolik nevyužívá.

V současné době se prodává velké množství výrobků s mákem, což má určitá rizika i pozitiva spojená právě s mákem. Mezi rizika konzumace máku a makových výrobků patří možný obsah těžkých kovů, alkaloidů nebo reziduí pesticidů v makových semenech. Nejvíce je sledován obsah alkaloidů, především morfinu. Kontrolu obsahu těchto látek v České republice provádí Státní zemědělská a potravinářská inspekce, která je kontrolním místem Evropského úřadu pro bezpečnost potravin. Maximální povolený obsah morfinových alkaloidů v máku je 25 mg/kg. Na druhou stranu mák obsahuje vysoké množství PUFA, které jsou pro člověka esenciální; dále obsahuje fytoosteroly a tokoferoly, které mají v tomto množství, které mák obsahuje, pozitivní účinky na zdraví člověka.

Použitá literatura

- [1] VAŠÁK, Jan. *Mák*. 1. Praha: Powerprint, 2010. ISBN 978-80-904011-8-1.
- [2] NOVÁK, Jan a Helena NOVÁKOVÁ. *Mák jako potravina a droga: makový receptář*. Praha: Aventinum, 2018. ISBN 978-80-7442-101-3.
- [3] BERNATH, Jenó a Ewa NEMETH. Poppy. In: VOLLMANN, Johann a Istvan RAJCAN. *Oil Crops: Handbook of Plant Breeding*. 4. New York: Springer, 2009, s. 449–468. ISBN 978-0-387-77593-7.
- [4] JAHODÁŘ, Luděk. *Farmakobotanika: semenné rostliny*. 1. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1791-6.
- [5] BERANYK, Petr. *Olejniny*. 1. Praha: Profi Press, 2010. ISBN 978-80-86726-38-0.
- [6] SLAVÍK, Bohumil a Jitka ŠTĚPÁNKOVÁ. *Květena České republiky 1*. Praha: Academia, 1988. ISBN 978-80-200-1824-3.
- [7] KUBÁNEK, Vladimír. *Konopí a mák: (pěstování, výroby, legislativa)*. 1. Brno: Tribun EU, 2008. ISBN 978-80-7399-438-9.
- [8] LABANCA, Fabiana, Jaroslava OVESNA a Luigi MILELLA. *Papaver somniferum L. taxonomy, uses and new insight in poppy alkaloid pathways*. *Phytochemistry Reviews*. 2018, **17**(4), 853–871.
- [9] VALÍČEK, Pavel. *Léčivé rostliny Číny a Vietnamu*. 1. vyd. Benešov: Start, 2009-2014. ISBN 978-80-86231-48-8.
- [10] ESCOHOTADO, Antonio. *Stručné dějiny drog*. Vyd. 1. Praha: Volvox Globator, 2003. Labyrint (Volvox Globator). ISBN 80-7207-512-8.
- [11] SABOLOVÁ, Monika. *Role máku ve výživě člověka* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2020 [cit. 2021-02-11]. Dostupné z: <http://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2020/02/mak1.pdf>
- [12] ZUKALOVÁ, Helena, Pavel CIHLÁŘ a Jan VAŠÁK. Kvalita máku a makoviny v roce 2007. In: KOLEKTIV AUTORŮ. *Prosperující olejniny 2007: Sborník konference s mezinárodní účastí*. Kralupy nad Vltavou: JH & C, 2007, s. 93–96. ISBN 978-80-213-1715-4.
- [13] LEJČKO, Jan. Přehled opioidních analgetik. *Praktické lékařství*. Plzeň, 2009, **5**(4), 172–175.
- [14] RIDDER, Michael de. *Heroin: od léku k droze*. Vyd. 1. Praha: Argo, 2002. ISBN 80-7203-441-3.
- [15] PROCHÁZKA, Petr a Luboš SMUTKA. Czech Republic as an Important Producer of Poppy Seed. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*. 2012, **4**(2), 35–47.
- [16] *Český modrý mák* [online]. Praha: Český modrý mák, 2021 [cit. 2021-04-26]. Dostupné z: <https://ceskymodrymak.cz/cs/>

- [17] ČESKO. Zákon č. 167/1998 ze dne 15. července 1998 o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1998, částka 57.
- [18] ČESKO. Vyhláška č. 172/2013 ze dne 10. července 2015 o informační povinnosti příjemce potravin v místě určení. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2015, částka 70.
- [19] ČESKO. Zákon č. 110/1997 ze dne 19. května 1997 o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 38.
- [20] ČESKO. Vyhláška č. 399/2013 ze dne 9. prosince 2013, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 329/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona 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 vyhlášky č. 418/2000 Sb.. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2013, částka 156.
- [21] Trendy v oblastech, hektarové výnosy a sklizně plodin. In: *ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD [ČSÚ]* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2021 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/en/index.jsf?page=vystup-objekt-vyhledavani&vyhltext=poppy&bkvt=cG9wcHk.&katalog=all&evo=v1442_!_ZEM02G-celek_1&pvo=ZEM02G#w=
- [22] PŘIBÍK, Oldřich. Česká republika je velmocí v produkci a exportu potravinářského máku. In: *Zemědělec: Odborný a stavovský týdeník* [online]. Praha: Profi Press, 2013 [cit. 2021-04-26]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/ceska-republika-je-velmoci-v-produkci-a-exportu-potravinarskeho-maku/>
- [23] ZEHNÁLEK, Petr a Pavel KRAUS. *Olejníny 2021: Seznam doporučených odrůd řepky olejky – ozimé 2021, Seznam doporučených odrůd lnu setého 2021, Přehledy odrůd řepky olejky – jarní, hořčice bílé, máku setého a kmínu kořeného 2021*. 1. Brno: GILL, 2021. ISBN 978-80-7401-196-2.
- [24] *Věstník Úřadu průmyslového vlastnictví: Zveřejnění žádosti o zápis označení původu - zeměpisného označení – EU* [online]. Praha, 2016, [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://isdv.upv.cz/doc/vestnik/2016/vestnik_UPV_201622.pdf
- [25] DVOŘÁKOVÁ, Markéta. *Situační a výhledová zpráva: Olejníny*. 1. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2020. ISBN 978-80-7434-586-9.
- [26] HAVEL, Jiří. *Pěstitelská technologie máku pro snížení rizikivosti pěstování*. 1. Zubří, provozovna Opava: OSEVA vývoj a výzkum, 2018. ISBN 978-80-905808-1-7.
- [27] EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Update of the Scientific Opinion on opium alkaloids in poppy seeds. *EFSA Journal* [online]. 2018, **16**(5). Dostupné z: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2018.5243>
- [28] KIŠŠOVÁ, Lucia. Česká protidrogová politika a její koordinace: Historie a současnost. *Zaostřeno na drogy*. Praha: Úřad vlády České republiky, 2009, **7**(2), 1–12. ISSN 1214 - 1089.

- [29] KREJČÍŘOVÁ, Zuzana. Ilustrace In: NOVÁK, Jan a Helena NOVÁKOVÁ. *Mák jako potravina a droga: Makový receptář*. 1. Praha: AVANTINUM, 2018. ISBN 978-80-7442-101-3.
- [30] HENSEL, Wolfgang. *Praktická zahrada: dobré rady zahrádkářům*. České vyd. 1. Praha: Vašut, 2007. ISBN 978-80-7236-551-7.
- [31] NOVÁKOVÁ, Helena. Odrůda Hnědosemenný, Odrůda Kek Duna, Odrůda Ruský modrošedý, Odrůda Sokol, Odrůda Sušický červenosemenný, Odrůda Voschod. In: NOVÁK, Jan a Helena NOVÁKOVÁ. *Mák jako potravina a droga: Makový receptář*. 1. Praha: AVANTINUM, 2018, s. 51. ISBN 978-80-7442-101-3.
- [32] RYCHLÁ, Andrea, Lenka ENDLOVÁ a Viktor VRBOVSKÝ. Predikce kvality genetických zdrojů a novošlechtění máku s využitím FT-NIR spektrometru. In: *Česká technologická platforma rostlinných biotechnologií* [online]. Kladno, 2021 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <http://www.rostlinyprobudoucnost.eu/ctprb/novinky/zajimavosti/128-predikce-kvality-geneticky-zdroju-a-novoslechteni-maku-seteho-s-vyuzitim-ft-nir-spektrometru.html>
- [33] NAVRÁTILOVÁ, Božena, Dagmar SKÁLOVÁ a Radim VAŠUT. *Poznáváme květy dřevin: morfologie květů dřevin Botanické zahrady Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2439-2.
- [34] CHLOUPEK, Oldřich. *Genetická diverzita, šlechtění a semenářství*. Vyd. 3., upr. 2. Praha: Academia, 2008. Česká matice technická (Academia). ISBN 978-80-200-1566-2.
- [35] KUCHTOVÁ, Perla. *Pěstitelská technologie máku pro ekologické zemědělství*. Praha: Powerprint, 2013. ISBN 978-80-213-2429-9.
- [36] LOHR, Václav. Mák v roce 2018. In: KOLEKTIV AUTORŮ. *Prosperující plodiny 2018: Zborník konferencie s mezinárodnou účastí*. Nitra: SPU, 2018, s. 63–65. ISBN 978-80-552-1933-2.
- [37] *Metodiky zkoušek užitné hodnoty: MÁK* [online]. ÚKZÚZ: Brno, 2019 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/112439/Priloha_19_ZUH19_2019_Mak.pdf
- [38] CIHLÁŘ, Pavel, Jan VAŠÁK, Petr PŠENIČKA, Vlastimil MIKŠÍK, Radomil VLK a Zdeněk KOSEK. Intenzivní pěstování máku. In: KOLEKTIV AUTORŮ. *Prosperující olejiny 2007: Sborník konference s mezinárodní účastí*. Kralupy nad Vltavou: JH & C, 2007, s. 75–76. ISBN 978-80-213-1715-4.
- [39] *Rostlinolékařský portál: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 2021 [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/fytoportal/public/?k=0#r|p|met:domu|kap1:start|kap:start
- [40] KOLUVOVÁ, Eliška. Choroby a škůdci máků. In: *Úroda* [online]. Praha: Profi Press, 2013 [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/choroby-a-skudci-maku/>
- [41] VLK, Radomil, Zdeněk KOSEK a Petr ŠIMEK. Odrůdy máku ze společného katalogu EU - výnosy a spektrum alkaloidů. In: KOLEKTIV AUTORŮ. *Prosperující olejiny*

- 2009: *Sborník konference s mezinárodní účastí*. Kralupy nad Vltavou: JH & C, 2009, s. 74–78. ISBN 978-80-213-2012-3.
- [42] DVOŘÁKOVÁ, Eliška, Irena STRÁNSKÁ a Jan NOVÁK. Hodnocení genových zdrojů máku setého *Papaver somniferum* L. In: KOLEKTIV AUTORŮ. *Prosperující olejniny 2007: Sborník konference s mezinárodní účastí*. Kralupy nad Vltavou: JH & C, 2007, s. 87–89. ISBN 978-80-213-1715-4.
- [43] ČESKO. Zákon č. 219 ze dne 31. července 2003 o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 79.
- [44] *Zákony pro lidi* [online]. Zlín: AION CS, 2021 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>
- [45] *Mák setý a konopí* [online]. Praha: Celní správa České republiky, 2021 [cit. 2021-04-22]. Dostupné z: <https://www.celnisprava.cz/cz/clo/spolecne-zemedelske-politiky-a-zvlastnich-kompetenci/Stranky/mak-sety-a-konopi.aspx>
- [46] *Modrosemenné potravinářské odrůdy máku setého* [online]. Hradec Králové: LABRIS, 2021 [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <http://www.labris.cz/odrudy-maku-seteho>
- [47] ZEHNÁLEK, Petr a Pavel KRAUS. *Olejniny 2019: Seznam doporučených odrůd řepky olejky ozimé 2019, Přehled odrůd řepky olejky jarní, hořčice bílé, máku setého, lnu olejného a kmínu kořenného 2019*. 1. Brno: GILL, 2019. ISBN 978-80-7401-169-6.
- [48] *Mák* [online]. Choceň: OSEVA UNI, 2021 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <http://www.osevauni.cz/>
- [49] ROBOTKA, Petr a Viktor VRBOVSKÝ. Český modrý mák Onyx v praxi v roce 2018. In: *PRO SEEDS* [online]. Havlíčkův Brod: PRO SEEDS, 2018 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <http://www.proseeds.cz/userfiles/file/osiva/onyx-2018.pdf>
- [50] *Mák setý* [online]. Opava: OSEVA PRO, 2011 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <http://oseva.cz/old/home/home.htm>
- [51] *Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum: Slovenská internetová databáza výživového zloženia potravín* [online]. Bratislava: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, 2020 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <http://www.pbd-online.sk/sk>
- [52] *U.S. Department Of Agriculture: FoodData Center* [online]. Washington D.C.: United States Department of Agriculture, 2021 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://fdc.nal.usda.gov/>
- [53] *Centrum pro databázi složení potravin: Databáze složení potravin ČR, verze 8.20* [online]. Praha: Ústavu zemědělské ekonomiky a informací, 2020 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: <http://www.nutridatabaze.cz/>
- [54] ROKOSIK, Ewa, Krzysztof DWIECKI a Aleksander SIGER. Nutritional quality and phytochemical contents of cold pressed oil obtained from chia, milk thistle, nigella, and white and black poppy seeds. *Grasas y Aceites*. 2020, **71**(3), 1–9. ISSN 0017-3495.

- [55] M. MUSA, Özcan a Atalay ÇIGDEM. Determination of seed and oil properties of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties. *Grasas y Aceites*. 2006, **57**(2), 169–174.
- [56] DABROWSKI, Grzegorz, Sylwester CZAPLICKI a Iwona KONOPKA. Composition and quality of poppy (*Papaver somniferum* L.) seed oil depending on the extraction method. *LWT: Food Science and Technology*. 2020, **134**(1), 1–7. ISSN 0023-6438.
- [57] ERINC, Hakan, Aziz TEKIN a Mehmet ÖZCAN. Determination of fatty acid, tocopherol and phytosterol contents of the oils of various poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds. *Grasas y Aceites*. 2009, **60**(4), 375–381. ISSN 0017-3495.
- [58] BOZAN, Berrin a Feral TEMELLI. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology*. Elsevier, 2008, **99**(14), 6354–6359.
- [59] SALAMON, Ivan a Jozef FEJER. Content of heavy metals in poppy seeds (*Papaver somniferum* L.). *Advances in Environmental Biology*. 2011, **5**(2), 315–319.
- [60] Těžké kovy. In: *Bezpečnost potravin A-Z* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin, 2021 [cit. 2021-06-05]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76525.aspx>
- [61] ČSN 46 2300-3. *Olejnatá semena - Část 3: Semeno máku*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006, 4 s. 462300.
- [62] ZUKALOVÁ, Helena. Kvalita nejvýznamnějších pěstovaných olejnin v ČR (řepka, hořčice, slunečnice, mák). In: KOLEKTIV AUTORŮ. *Prosperující olejniny 2016: Sborník konference s mezinárodní účastí*. Praha: Powerprint, 2016, s. 158–160. ISBN 978-80-213-2693-4.
- [63] Kadmium. In: *Bezpečnost potravin A-Z* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin, 2021 [cit. 2021-06-05]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76662.aspx>
- [64] SCHNEEWEISS, Petr. *Zpráva o výsledcích plánované kontroly cizorodých látek v potravinách v roce 2020*. Praha: Státní zemědělská a potravinářská inspekce, 2021. Dostupné také z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/zprava-o-vysledcich-planovane-kontroly-cizorodych-latek-v-potravinach-v-roce-2020.aspx>
- [65] Olovo. In: *Bezpečnost potravin A-Z* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin [cit. 2021-06-07]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76680.aspx>
- [66] Rtuť. In: *Bezpečnost potravin A-Z* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin, 2021 [cit. 2021-06-07]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76513.aspx>
- [67] Arsen. In: *Bezpečnost potravin A-Z* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin, 2021 [cit. 2021-06-07]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76654.aspx>
- [68] ISHTIAQUE, Shagufta, Nasir KHAN, A. MUHAMMAD, Siddiqi RAHMANULLAH a Naz SHAHINA. Antioxidant Potential of the Extracts, Fractions and Oils Derived from Oilseeds. *Antioxidants*. 2013, **2**(4), 246–256 [cit. 2021-05-28]. ISSN 2076-3921.

- [69] FERREIDON, Shahidi a Adriano DE CAMARGO. Tocopherols and Tocotrienols in Common and Emerging Dietary Sources: Occurrence, Applications, and Health Benefits. *International journal of molecular sciences*. 2016, **17**(10), 1745.
- [70] HOVENKAMP, Egbert, Isabelle DEMONTY, Jogchum PLAT, Dieter LÜTJOHANN, Ronald MENSINK a Elke TRAUTWEIN. Biological effects of oxidized phytosterols: A review of the current knowledge. *Progress in lipid research*. 2008, **47**(1), 37–49.
- [71] OTAEGUI-ARRAZOLA, Ane, María MENÉNDEZ-CARREÑO, Diana ANSORENA a Iciar ASTIASARÁN. Oxysterols: A world to explore. *Food and chemical toxicology*. 2010, **48**(12), 3289–3030.
- [72] ŠETINOVÁ, Ivana. Potravinová alergie a intolerance. *Vnitřní lékařství*. 2020, **66**(6), 340–344.
- [73] JENSEN-JAROLIM, E., G. GERSTMAYER, D. KRAFT, Ó. SCHEINERE, H. EBNER a C. EBNER. Serological characterization of allergens in poppy seeds. *Clinical and Experimental Allergy*. 1999, **29**(8), 1075–1079.
- [74] RUPRICH, J., I. ŘEHŮRKOVÁ, V. OSTRÝ, M. DOFKOVÁ, S. BISCHOFOVÁ a J. VYSLOUŽIL. *Odborné stanovisko vycházející z „rychlého hodnocení zdravotního rizika obsahu alkaloidu morfin v potravině mák (Papaver somniferum L.): Odborné stanovisko SZÚ k zdravotnímu riziku morfinu v máku*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2016.
- [75] Rezidua pesticidů v potravinách – zdravotní rizika a aktuální stav. In: *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2021 [cit. 2021-06-07]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/rezidua-pesticidu-v-potravinach-zdravotni-rizika-a-aktualni#article>
- [76] Často kladené otázky – Technická normalizace. In: *ÚNMZ* [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2021 [cit. 2021-05-27]. Dostupné z: <https://www.unmz.cz/caste-dotazy/casto-kladene-otazky-technicka-normalizace/>
- [77] ČSN 46 2300-1. *Olejnata semena - Část 1: Společná ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006, 8 s. 462300.
- [78] ČSN 46 1011-2. *Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin: Smyslové zkoušky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1988, 2 s. 461011.
- [79] *Režimy jakosti - přehled* [online]. Evropská komise [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/index_cs
- [80] *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021 [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/>
- [81] Co jsou cechovní normy. In: *České cechovní normy* [online]. Praha: Potravinářská komora ČR, 2021 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.cehovninormy.cz/jsou-cehovni-normy/>
- [82] Český modrý mák. In: *České cechovní normy* [online]. Praha: Potravinářská komora ČR, 2021 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.cehovninormy.cz/norma/cesky-modry-mak/>

- [83] Český modrý mák mletý. In: *České cechovní normy* [online]. Praha: Potravinářská komora ČR, 2021 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.cehovninormy.cz/norma/cesky-modry-mak-2/>
- [84] *Databáze odrůd: Plant Variety Rights & National List Database* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021 [cit. 2021-04-26]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/sok/odrudyNouQF.do>
- [85] IBURG, Anne. *Lexikon koření: původ, chuť, použití, recepty*. Čestlice: Rebo Productions CZ, 2004. ISBN 80-7234-375-0.
- [86] STAŇKOVÁ-KRÖHNOVÁ, Magdaléna. *Bylinky pro děti a maminky: praktické použití léčivých rostlin pro rodiny s dětmi od jara do zimy*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2312-9.
- [87] NORMAN, Jill. *Bylinky a koření v kuchyni*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2006. ISBN 80-7360-325-X.
- [88] EVERED, Kyle T. The Opium Poppy in Turkey: Alternative Perspectives on a Controversial Crop. *Focus on Geography*. 2011, **54**(1), 1–10.
- [89] NOVÁKOVÁ, Jolana. Makový olej vás nadchne vůní, sladkou chutí a širokým použitím v kuchyni. *Český rozhlas* [online]. 2021 [cit. 2021-05-28]. Dostupné z: <https://regiony.rozhlas.cz/makovy-olej-vas-nadchne-vuni-sladkou-chuti-a-siroke-pouzitim-v-kuchyni-7420411>
- [90] KUČEROVÁ, Jindřiška. *Technologie cereálií*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN 978-80-7157-811-6.
- [91] NIETO, Marceliano a Maureen AKINS. Hydrocolloids in Bakery Fillings. LAAMAN, Thomas. *Hydrocolloids in Food Processing*. John Wiley & Sons, 2011, s. 67–107. ISBN 978-0-8138-2076-7.
- [92] *FÉR potravina* [online]. Praha: Spolek FÉR potravina, 2021 [cit. 2021-06-28]. Dostupné z: <https://www.ferpotravina.cz/>
- [93] *FoodB* [online]. 2021 [cit. 2021-06-28]. Dostupné z: <https://foodb.ca/>
- [94] STUMPF, Ursula. *Naše léčivé rostliny: Určování a užívání*. Praha: Ikar, 2013. ISBN 978-80-249-2207-2.
- [95] Mák vlčí. In: *Květena ČR* [online]. 2003 [cit. 2021-06-11]. Dostupné z: <http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=159>
- [96] HADIPOUR, Mahdi, Kamal KAZEMITABAR, Hamid YAGHINI a Soleyman DAYANI. Genetic diversity and species differentiation of medicinal plant Persian Poppy (*Papaver bracteatum* L.) using AFLP and ISSR markers. *Ecological Genetics and Genomics*. 2020, **16**, 100058.
- [97] KAZDA, Jan, Jan MIKULKA a Evženie PROKINOVÁ. *Encyklopedie ochrany rostlin: Polní plodiny*. Praha: Profi Press, 2010. ISBN 978-80-86726-34-2.
- [98] KNEIFELOVÁ, Marta a Jan MIKULKA. *Významné a nově se šířící plevely*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2003. ISBN 80-7271-142-3.

- [99] JURSIK, Miroslav. *Plevelé: Biologie a regulace*. České Budějovice: Kurent, 2011. ISBN 978-80-87111-27-7.
- [100] LEE, Chul, Sanggil CHOE, Jin LEE, Qinghao JIN, Mi LEE a Bang HWANG. Alkaloids from *Papaver setigerum*. *Bulletin of the Korean Chemical Society*. 2013, **34**(4), 1290–1292.
- [101] MACHOVÁ, Iva a Karel KUBÁT. *Zvláště chráněné a ohrožené druhy rostlin Ústecka*. Praha: Academia, 2004. ISBN 80-200-1179-X.
- [102] *Botanická fotogalerie: nejen pro odborníky* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-06-28]. Dostupné z: <http://www.botanickafotogalerie.cz/>
- [103] BOLSTER, Donald C. Current and future centrally acting antitussives. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2006, **152**(3), 349–355.
- [104] JELÍNKOVÁ, Hana. *Vybrané kapitoly z patologické fyziologie*. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0751-4.
- [105] BORNÍK, Miroslav. *Drogy: co bychom o nich měli vědět*. Vyd. 1. Praha: Themis, 2001. ISBN 80-85821-98-2.
- [106] *The Merck Index Online* [online]. 2021 [cit. 2021-06-28]. Dostupné z: <https://www.rsc.org/Merck-Index/>
- [107] GÖHLERT, Fr.-Christoph a Frank KÜHN. *Od návyku k závislosti: toxikomanie, drogy: účinky a terapie*. Praha: Ikar, 2001. ISBN 80-7202-950-9.
- [108] *EUR-Lex: Přístup k právu Evropské unie* [online]. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2021 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html>

Přílohy

Příloha I: Společný katalog odrůd máku setého (konsolidovaná verze 26. 6. 2020).....	71
Příloha II: Prováděcí nařízení komise (EU) 2021/147, ze dne 2. února 2021 o zápisu názvu do rejstříku chráněných označení původu a chráněných zeměpisných označení („Český modrý mák“ (CHZO)) [108]	73

Příloha I: Společný katalog odrůd máku setého (konsolidovaná verze 26. 6. 2020)

Tabulka I/1: Společný katalog odrůd máku setého [45]

Registrované odrůdy máku setého	Poznámka
Agat	
Akveral	
Albin	
Aplaus	
Aristo	
Azurit	
Bergam	
Borowski Bialy	
Botond	
Buddha	
Edel-Rot	
Edel-Weiß	
Eleonora	f: 30. 6. 2021
Florian	
Fortemo	
Gerlach	
Griffon	f: 30. 6. 2021
Hunor	
IS Arion	
Josef	
Kék Duna	
Korona	
Kosmosz	
KP Albakomp	
Lazur	
Leila	
Lina	
Major	
Maraton	
Marianne	
Meara	
Mieszko	
Morfeusz	
Morgana	
Morthea	
Morvital	
Morwin	
Motor	
MS Diamant	
MS Harlekyn	
MS Topas	
MS Zafir	
Onyx	

Opal	
------	--

Tabulka I/1: Společný katalog odrůd máku setého [45] - pokračování

Opex	
Orbis	
Orel	
Orfeus	
Osprey	f: 30. 6. 2021
Oz	
Postomi	
Racek	
Redy	
Rosamarie	
Rubin	
Senmorteco	
Viola	
Tebona	
Tebamor	
Titan	
Zero Morphex	
Zero Plus	
Zeno V56	f: 30. 6. 2021
Zeno 2002	
Zeta	

Tabulka I/ 2: Poznámky ke společnému katalogu odrůd máku setého [45]

Poznámky:
Datum uvedený u písmene “f“ znamená poslední den registrace odrůdy
Oproti poslední verzi katalogu došlo k těmto změnám: - Nová odrůda Azurit, IS Arion, Meara, Morgana, MS Diamant, MS Topas, MS Zafir, Senmorteco, Titan
Zatím poslední úpravu dat bylo nutno provést 30. 8. 2019
Kontrola aktuálních dat provedena 26. 6. 2020

Příloha II: Prováděcí nařízení komise (EU) 2021/147, ze dne 2. února 2021 o zápisu názvu do rejstříku chráněných označení původu a chráněných zeměpisných označení („Český modrý mák“ (CHZO)) [108]



EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE-GENERAL FOR AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT
Directorate B. Quality, Research & Innovation, Outreach
B.3. Geographical indications

Brussels, 5/5/2021



EXTRACT FROM THE REGISTER

OF PROTECTED DESIGNATION OF ORIGIN AND PROTECTED GEOGRAPHICAL INDICATIONS
ESTABLISHED BY ARTICLE 11 OF REGULATION (EU) NO 1151/2012

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. Name: | Český modrý mák |
| 2. Class: | Class 1.8. Other products of Annex I of the Treaty (spices etc.) |
| 3. File number: | PGI-CZ-02236 |
| 4. Type: | Protected Geographical Indication (PGI) |
| 5. Country: | Czechia |
| 6. Date of registration: | 09/02/2021 |
| 7. Legal instrument: | Official Journal L 44, 9.2.2021 |

Francis FAY