

JIHOČESKÁ UNIVERZITA

V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 ZEMĚDĚLSTVÍ

Studijní obor: Zemědělství

Katedra: Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PĚSTOVÁNÍ MÁKU SETÉHO (PAVER SOMNIFERUM L.)

A JEHO POTRAVINÁŘSKÉ AJ. VYUŽITÍ.

Autor práce: Josef Duffek

Vedoucí práce: prof. Ing. Stanislav Kužel CSc.

České Budějovice, duben 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypouštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 2014

.....
Podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych velice rád poděkoval panu prof. Ing. Stanislavu Kuželovi CSc., za odborné vedení, věcné připomínky a průběžné konzultace během vypracování mé bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá v České republice již tradičně pěstovanou plodinou, a tou je mák setý. Cílem mé bakalářské práce je literární rešerší shrnout poznatky o požadavcích a vlastnostech máku setého, zjistit jeho nároky na pěstování, výnosové prvky, kvalitativní parametry a na základě literární rešerše doporučit současným i budoucím pěstitelům vhodnou technologii pro pěstování této plodiny. Ve své práci jsem se zaměřil na technologii pěstování máku od setí až po sklizeň, na jeho kvalitu a využití.

Klíčová slova: mák setý, pěstování, výnos, kvalita

Abstract

This thesis deals with in the Czech Republic traditionally cultivated crop, and that is the poppy. The aim of my thesis is to summarize the findings in the literature search about the requirements and characteristics of the poppy, to find out his demands on growing, yield components, quality parameters and on the basis of literary research to recommend current and future growers an appropriate technology for the cultivation of this crop. In my thesis I focused on poppy cultivation technology from sowing to harvest, also on its quality and utilization

Keywords: poppy, cultivation, yield, quality

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	2
3 Základní informace	3
3.1 Biologická charakteristika	3
3.2 Morfologie a anatomie máku	3
3.3 Růst a vývoj rostliny máku	8
3.3.1 Růst rostliny máku	8
3.3.2 Vývoj rostliny máku	9
3.4 Historie a současnost pěstování máku	11
3.5 Šlechtění máku	14
3.6 Nároky máku na pěstování	16
4 Technologie pěstování máku	20
4.1 Zařazení máku do osevního postupu	20
4.2 Výživa a hnojení máku	22
4.3 Předset'ová příprava půdy	29
4.4 Setí máku	30
4.5 Osivo a jeho úprava	31
4.6 Ošetřování máku během vegetace	34
4.7 Choroby máku	39
4.8 Škůdci máku	43
4.9 Sklizeň, čištění a kvalita semen máku a makoviny	47
4.10 Vliv hnojení na kvalitu máku	54
5 Využití máku	57
5.1 Potravinářské využití	57
5.2 Průmyslové a jiné využití	58
6 Ekonomika máku	59
7 Závěr	64

1 Úvod

Mák setý má v českých zemích až tisíciletou tradici. Původně byl pěstován jako olejnina a později i jako pochutina. Nyní se pěstuje většinou jako potravina, v malém měřítku však i pro lisování oleje. Z makoviny se vyráběla léčiva, ale to byl jen druhořadý význam pěstování máku. V České Republice se pěstování máku rozmohlo na úkor pěstování zeleniny a krmných plodin, jelikož ubývá počet hospodářských zvířat, a proto není důvod tyto plodiny pěstovat. Z hlediska ekonomického je mák velice perspektivní plodina s dobrou ekonomikou. Naše republika v pěstování máku vyniká, protože se používá velkovýrobní technologie, která snížila náklady a náročnost pěstování. Mák setý je velice zajímavá plodina, která má různorodé využití, a proto jsem se rozhodl psát bakalářskou práci na téma „Pěstování máku setého a jeho potravinářské a jiné využití“.

2 Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce je literární rešerší shrnout poznatky o požadavcích a vlastnostech máku setého, zjistit jeho nároky na pěstování, výnosové prvky, kvalitativní parametry, jeho využití a zpeněžování, a pomocí literární rešerše doporučit současným i budoucím pěstitelům vhodnou technologii pro pěstování této plodiny.

3.1 Biologická charakteristika máku

Do rodu mák (*Papaver*) se dnes řadí asi 120 druhů, rozdělených do odlišných sekcí. Ve střední Evropě má původ sedm druhů a na území naší republiky jsou domácí čtyři druhy. Několik druhů sem však bylo importováno, nejčastěji pro dekorativní vlastnosti.

Tato kapitola se zabývá biologií pěstovaného druhu *Papaver somniferum L.* a hlavně znaky a vlastnostmi úzce spjatými s jeho pěstováním jako máku univerzálního typu pro semeno a morfinové alkaloidy, zejména morfin, kodein, narkotin, thebain a papaverin. Půjde hlavně o poznatky, které přispívají k vyšší produkci máku a makoviny a šlechtění na jejich množství a kvalitu.

Původ máku setého, velmi staré kulturní rostliny, která se ve volné přírodě nevyskytuje jako planě rostoucí, není ještě dostatečně objasněn. Soudí se, že kulturní forma vznikla z planého druhu *Papaver setigerum DC.*, vyskytujícího se ve středomoří. Podle počtu chromozomů obou forem je možné je považovat za dvě subspecie téhož druhu. Základní chromozomové číslo sekce *Papaver* $x = 11$. U obou druhů se vyskytují jak jedinci diploidního ($2n = 22$), tak i tetraploidního ($2n = 44$) charakteru. Mimo karyologický charakter podporují závěr o popsaném původu i některé morfologické znaky a vlastnosti. Diploidní formy obou se v mnoha znacích neliší. Semena tetraploidních forem planého druhu nelze snadno poznat od semen kulturního máku (Bechyně et al. 2001).

3.2 Morfologie máku a jeho ideotyp

Semeno máku je ledvinovité, dlouhé asi 1,0 – 1,5 mm. Jeho povrch je rozbrázděný v šestiúhelníkové plošky, ohraničené mírně vystouplými žebry. Povrch je proto drsný a to zvyšuje přilnavost práškovitých ochranných prostředků i vody. Naše odrůdy mají modré, šedomodré či bílé, případně okrové osemení. Barva osemení však může být také stříbrošedá, fialová, růžová, hnědá někdy až černá.

Průměrná hmotnost tisíce semen u dnes pěstovaných odrůd máku se pohybuje kolem 0,55 g. Tmavě modrá barva osemení je současně určitou garancí typické makové chuti máku. Bílá a obecně světlá semena mají nevýraznou chuť i vůni. Bílá barva je typická pro velmi tenká osemení, tedy pro nízký obsah vlákniny a ligninu, včetně chuťově významných doprovodných látek. Tím, že je osemení tenké má méně „balastu“, je ale ve světlém semeni více tuku. Jiné než modré zbarvení semen signalizuje i vyšší citlivost na herbicidy (Vašák et al. 2010).

Osemení, složené z pěti vrstev je velmi tenké a snadno propustné pro vodu. Proto semena snadno přijímají vláhu, ale v suchém prostředí zase rychle vysychají. Povrch semen se snadno mechanicky naruší, pak na něj snadno pronikají kapičky oleje a ten rychle žlukne. Na poškozené semeno se lepí prach z makoviny. To výrazně zvyšuje obsah morfinu, často i nad obvyklou bezpečnou hranici 20 ppm (20 mg/kg semene). Dlouhá doba skladování poškozeného semene v makovině a častá manipulace s ním obsah morfinu i žluknutí dále zvyšují. Zralé semeno obsahuje 42 až 55 % polovysychavého oleje (Vašák et al. 2010).

Kořenová soustava je tvořena hlubokým křovitým kořenem (kolem 750 mm) s několika silnými postranními kořeny a velkým množstvím vláskovitých kořínků, které se tvoří mělce pod povrchem půdy. Při bezorebném zpracování je hlavní kořen výrazně zkrácen a větví se na povrchu. Mák je v „bezorebce“ citlivější na sucho i přemokření. Je výnosově méně spolehlivý, ale obvykle lépe vzejde (Vašák et al. 2010).

Lodyha máku dorůstá u našich odrůd výšky od 1 m až do 1,8 m. Počet větví je odrůdovým znakem, ale je velmi silně ovlivněn sponem, v němž rostliny pěstujeme. Z hlediska moderní agrotechniky by bylo výhodné získat rostliny, které se vůbec nerozvětvují. V řídkých, zahradnický pěstovaných jednocených porostech s asi 10-20 rostlinami na 1m², může být na jedné rostlině šest i více větví. Makovice se pak sklízí ručně probírkou s tím, že hlavní makovice zraje nejdříve. Makovice na větvích máku stojí výše než hlavní makovice.

Lodyha máku pod makovicí bývá zcela či vůbec nepokryta štětkami – ostny. U nás pěstované odrůdy se v tomto znaku štěpí (např. Opal). To nově bývá příčinou toho, že se odrůda bez ohledu na další agronomické vlastnosti neuzná (např. Maraton, Major), se zdůvodněním, že odrůda není uniformní (Vašák et al. 2010).

Listy máku dělíme na spodní (k prvnímu větvení), střední, v jejichž úžlabí vyrůstají větve, a horní, na větvích. U dobře ošetřovaného máku jsou čepele listů tmavě zelené, pokryté šedozeleým nebo modrozeleným povlakem, tvořeným slabou voskovou vrstvičkou. Ta ovlivňuje citlivost rostlin vůči herbicidům (Vašák et al. 2010).

Květ máku má dva lístky kališní a čtyři korunní plátky. Korunní plátky mohou být různě zbarvené. Některé odrůdy mají květy celé bílé, ale ve většině případů se na bázi korunních plátků objevuje velká skvrna. Je buď světlejší, nebo ještě častěji tmavší než je zbývající část korunního plátku. Květy mohou být růžové, světle nebo tmavě červené, fialové. Korunní plátky jsou buď celokrajné nebo zubaté, nebo i silně roztřepené. Tyčinek je mnoho, od 150 do 250. Také pylu se tvoří velké množství. Pylová zrna jsou životná asi týden. Mák je samosprašný, ale protože vytváří velké množství pylu je vyhledáván včelami i blýskáčkem řepkovým. Uvádí se, že včely pracující na máku jsou více agresivní, útočné (Vašák et al. 2010).

Tobolka máku – makovice může být téměř zcela uzavřená (mák *slepák*), nebo má pod paprsky blizny otvůrky, kterými se může semeno vysypat na zem (mák *hledák*). Velikost a tvar tobolek jsou především odrůdovým znakem, avšak mohou být i silně ovlivněny podmínkami prostředí a agrotechnikou. Ve velmi hustých sponech mají makovice protáhlejší tvar a jsou menší.

Množství a velikost semen závisí na velikosti tobolky, jejím tvaru a počtu lamel v tobolkách, na něž se semena přisedají, a který se shoduje s počtem paprsků blizny. To je snadno vidět na „korunce“ makovice, což je vlastně blizna. Tvar makovic může být oválný, kulovitý, kuželovitý nebo zploštělý. Tvar bliznového terče je buď střežovitý, talířovitý (rovný) nebo miskovitý. Nejlepší je tvar střežovitý, neboť se v korunce neдрží voda a mák méně trpí chorobami a černěmi. Naopak nejhorší je miskovitá blizna. Počet lamel v makovici se pohybuje od osmi do čtrnácti. V tobolkách může být až dvanáct semen. Obvyklý počet však je kolem čtyř až šesti tisíc a hmotnost semen 2 – 3 g na makovici (Vašák et al. 2010).

Ideotyp rostliny máku velmi úzce souvisí s typem porostu, v němž mák pěstujeme. Ve velkovýrobních podmínkách dáváme přednost hustším porostům s až 100 rostlinami/m². Před sklizní by měl počet činit 65 až 70 rostlin na m², to je asi 100 makovic/m². V tomto případě se rostliny málo rozvětvují. Společně s výživou

a ostatními agrotechnickými zásahy, včetně ochrany proti plevelům, chorobám a škůdcům, bychom měli v naprosté většině vypěstovat rostliny, které budou mít pouze jednu, částečně dvě makovice. Přesnými dlouholetými pokusy bylo totiž dokázáno, že větší výnos poskytují porosty s větším počtem co nejméně rozvětvených rostlin na plošné jednotce, než menší počet rostlin bohatě rozvětvených. Porosty s nerozvětvenými nebo málo rozvětvenými rostlinami se vyznačují kratší dobou kvetení, rychleji a jednodušeji dozrávají. Omezují se tak sklizňové ztráty a u rovnoměrně dozrálých makovic dochází k menšímu mechanickému poškození semen. Semena jsou rovnoměrně zralá, neobjevují se velké rozdíly ve stupni zralosti semen jako u rostlin s větším počtem větví a opožděným dozráváním semen na větvích vyššího řádu.

Nejvíce plnohodnotných a velikostně vyrovnaných semen obsahují makovice *široce oválného* nebo *kulovitého* tvaru nebo tvarů těmto formám se blížícím. Úzké, podlouhlé nebo úzce oválné makovice mají většinou malý počet lamel. I ty jsou pak úzké a tak nemohou být osazeny potřebným počtem dobře vyvinutých semen. Nežádoucí je pak i nadměrný počet lamel. V tomto případě se vyvine velký počet semen, která jsou však malá a biologicky méně hodnotná. K podobným jevům dochází i u velmi zploštělých makovic. Potřebný počet paprsků blizny a tedy i *lamel* by měl být 12 až 14.

Hmotnost tisíce semen by se měla pohybovat mezi 0,7-0,8 g, ale nejčastěji činí 0,55 g. U asijských máků podstatně méně. Pokud pěstujeme máky s modrým semenem, pak by měla být barva osemení jasně azurově modrá, což bylo velkou předností u dřívějších odrůd, např. „*Hanácký modrý*“ nebo „*Azur*“.

Významná je i *velikost makovic*. Malé makovice jsou přirozeně nežádoucí. Nevhodné jsou však i tobočky nadměrně vyvinuté, veliké. Většinou obsahují větší podíl velkých semen. Celkový počet a hmotnost semen se ale nevyrovná středně velkým makovicím.

Z hlediska ideotypu produkce by bylo optimální, kdyby mák poskytl:

- kolem 2,0 – 2,2 t/ha semene
- 1,4 – 1,6 t/ha makoviny
- 1,2 – 1,4 t/ha oleje
- 10 – 12 kg/ha morfinu

Z hlediska *morfologických znaků rostliny* máku jsou v současném období žádoucí tyto znaky:

- výška rostliny: 0,9 – 1 m,
- počet větví na jedné rostlině: 0 – 1,
- počet makovic na jedné rostlině: 1 – 2 při počtu 65 – 70 rostlin na 1m² v době sklizně a 100 makovic/m²
- velikost makovic: středně velké, široce oválného či kulovitého tvaru s 12 – 14 paprsky na bliznové korunce se střežovitým tvarem,
- hmotnost plné makovice: 4,5 – 5,5 g s 5 - 6 tisíci semen v makovici s celkovou hmotností 2,2 – 2,5 g semen na makovici a hmotnosti tisíce semen nad 0,55 g,
- tloušťka stonku na bázi rostliny: 16 – 20 mm,
- délka křídlového kořene: 0,8 – 1,0 m bez výrazného větvení (Vašák et al. 2010).

3.3 Růst a vývoj rostliny máku

3.3.1 Růst rostliny máku

Růst lze rozdělit do tří hlavních období:

Období pozvolného růstu

Růst vzešlých rostlin je velmi pozvolný. Markantnější přírůstky sušiny lze zjistit asi po čtyřech týdnech po vzejití. Ve třech až čtyřech týdnech mají rostliny 4-5 pravých listů. V této době již usychají děložní lístky. Potom již rostlina rychle narůstá. V sedmém až osmém týdnu se začínají prodlužovat internodia, lodyha mohutní a rychle roste do výše. V této době již je také vytvořen silný kulový kořen (Bechyně, Kadlec, Vašák et al. 2001).

Období největší asimilace

Od počátku tvorby osy začíná rychle přibývat organická hmota. Toto období je až do úplného vývoje zelených tobolek hlavním asimilačním obdobím. Později začínají postupně odumírat lity a asimilační plocha se pozvolna snižuje. Je velmi důležité zajistit ochranu fungicidy proti chorobám listů, pupat a zelených tobolek (Helmintosporiíza) např. postříkem *Discus* před květem.

Do období asimilace spadá i kvetení máku. Je to velmi pozoruhodný proces, při němž dochází k pohybům poupěte. Osa s malým poupětem v paždí nejhořejších listů je nejdříve přímá. Po několika centimetrovém prodloužení se zřetelně ohýbá a poupě je tak skloněné k zemi. V dalším období se postupně napřimuje, poupě přechází přes vodorovnou polohu, až se zcela napřímí a květ se rozvírá. Současně s napřimováním poupěte dochází k dozrání generativních orgánů. Paprsky blizny se začínají narovnávat a téměř současně se rozevírají tyčinky. K rozkvětu dochází nejdříve na hlavních osách a poté na osách vedlejších, které většinou převyšují osu

hlavní. Za příznivého počasí se večer před rozkvetem pootevřou poupata tím, že se poněkud uvolní kališní lístky a ve vzniklých štěrbinách lze spatřit část korunních plátků. Časně ráno, ještě před východem slunce se květ úplně rozevře a kališní lístky odpadnou. Při velmi deštivém počasí se může celý proces opozdit a posunout (Bechyně, Kadlec, Vašák et al. 2001).

K opylení dochází ještě ve stadiu poupěte. Proto je nutno při záměrném opylení květy kastrovat v době, kdy je poupě ještě na omak tvrdé a ještě skloněné k zemi.

Tvorba makovic, zrání a odumírání rostliny

Semeník se zvětšuje během kvetení a po odkvětu velmi rychle narůstá. Vývoj tobolek lze rozdělit do tří etap. V první makovice doroste do konečného tvaru, ve druhém nemění ani svůj tvar, ani objem, vyvíjejí se semena a ve třetím dozrává a zasychá. V době kvetení se objem tobolky pohybuje kolem 4 ml a hmotnosti sušiny kolem 0, 4 g. Během dalších 14 dnů se velmi rapidně zvětší a maxima dosahuje obvykle za 16 - 21 dnů po odkvětu. Následuje pokles v objemu i hmotnosti makovice. Hmotnost sušiny po dozrání je asi o 10 – 15% menší než v době maximálního růstu. Maximální obsah morfinu v makovicích je dosažen kolem 40 dnů po odkvětu. Potom jeho obsah mírně klesá. Vlhké a deštivé období může dosažené maximum morfinu snížit až o polovinu (Bechyně, Kadlec, Vašák et al. 2001).

3.3.2 Vývoj rostliny máku

Pro aplikaci herbicidů je významná fáze pravých listů. Zde se nepočítají vnitřní, srdéčkové listy, ale jen listy starší a listy z růžice (Bechyně, Kadlec, Vašák et al. 2001).

Pro přesné stanovení vývojových fází rostlin máku byly na ČZU v Praze vypracovány dvě stupnice:

1. Makrofenologická
(na katedře botaniky a fyziologie rostlin – doc. RNDr. Jan Novák, DrSc.)
2. Mikrofenologická
(na katedře rostlinné výroby – doc. Ing. M. Bechyně, DrSc.).

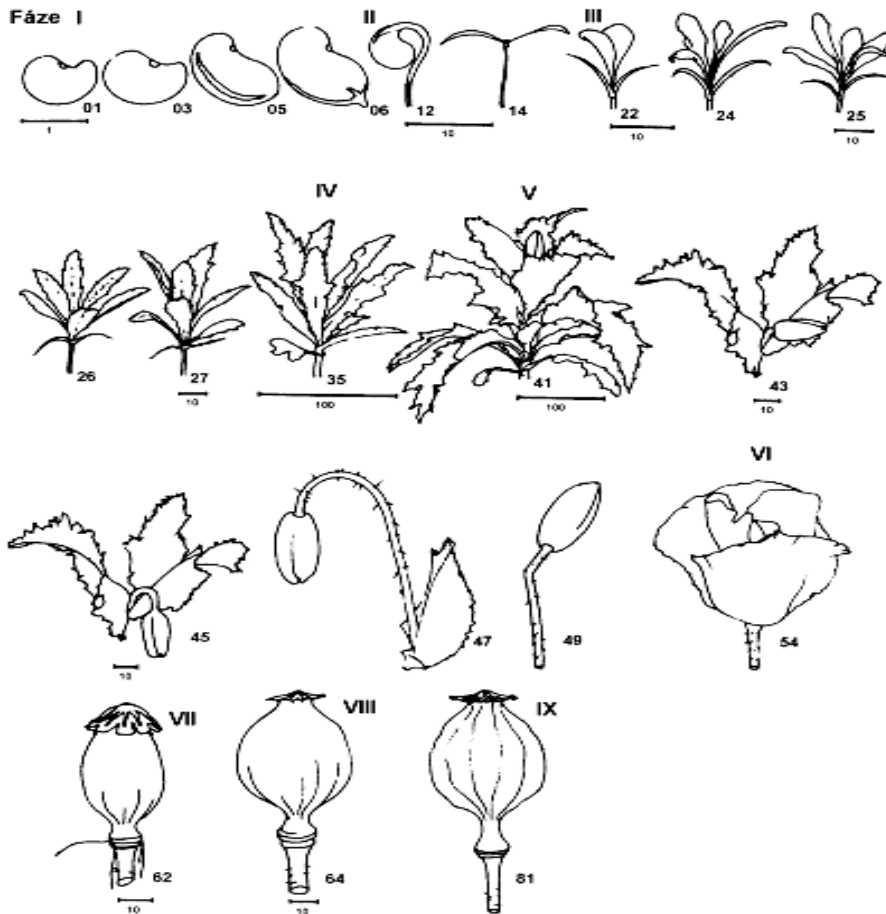
Makrofenologická stupnice máku

- 01 suché semeno
- 02 nabobtnalé semeno
- 03 prasknutí osemení
- 06 vyrašení zárodečného kořínku ze semene
- 12 začátek vzcházení, objevení se hypokotylu se složenými dělohami na povrchu půdy
- 14 dělohy vidlicovitě rozevřeny
- 22 fáze 1. a 2. pravého listu
- 24 fáze 3. a 4. pravého listu
- 35 fáze růžice
- 41 objevení mladého poupěte na krátkém stonku mezi listy přízemní růžice
- 43 stonek s poupětem je kratší než listy přízemní růžice
- 45 fáze mladého poupěte – převislé poupě na stonku nepřevyšuje horní lodyžní listy
- 47 stonek s převislým poupětem převyšuje všechny lodyžní listy
- 49 plná butonizace, květní stopka přímá, poupě vzpřímené
- 52 začátek kvetení – 10% rostlin kvete
- 54 plný květ, kvete většina rostlin
- 56 konec květu, 90% rostlin odkvetlých
- 62 fáze mladé tobolek, dosažení konečného tvaru a velikosti u 10 % tobolek
- 64 zelená zralost, konečný tvar a velikost u většiny tobolek
- 72 začátek zrání (žloutnutí tobolek)
- 74 žlutá zralost, vysychání a zrání tobolek
- 76 dozrávání tobolek a semen
- 81 plná zralost, semena v tobolekách chrastí

91 dormance semen

93 ztráta dormance semen (Vašák et al. 2010).

Obr. 1 Makrofenologická stupnice máku (Bechyně a Novák 1987)



3.4 Historie pěstování

Historie pěstování máku

Doložené nálezy máku pochází z neolitu, mladší doby kamenné, hlavně v kolových stavbách předhůří Alp. Jsou datovány asi 2 tis. let př. n. l. Semena s velikostí 0,75 – 1 mm jsou počátkem přechodu mezi mákem štětinkatým (0,66 – 0,97 mm) a velkosemenným mákem setým (1,17 – 1,41 mm). Náš nejstarší nález máku pochází z Ostrova u Stříbra se stářím asi 2800 let, tedy z pozdní doby bronzové (Vašák et al. 2010).

V Evropě se mák jako zahradní a okrasná plodina pěstuje od středověku. Vždy s oceněním jeho skvělých kulinářských – kuchyňských – vlastností, ale i s povědomím o narkotických účincích bílé latexové šťávy, co vytéká z makovic. Pěstoval se na úrodných, hnojem hnojených strukturních půdách jako okopanina: široké řádky kolem 45 cm, jednocení, okopávka, postupná ruční sklizeň a vyklepávání rozřezaných makovic. V zahradách takto přetrval v poměrně velkém rozsahu až asi do roku 1990. Od počátku XXI. století se v Československu začal pěstovat jako polní plodina v řádcích 125 – 150 mm širokých, bez jednocení, s odplevelením herbicidy a přímou kombajnovou sklizní spolu nebo bez makoviny (Vašák et al. 2010).

Mák ve světě

Znalost máku, ale i jeho rozšíření, mimo větší část Afriky, střední a jižní Ameriku je téměř celosvětová. Ve větší části Asie – mimo jižní a jihovýchodní část – je mák zakázán či jinak silně omezen. Pěstování máku je proto soustředěno na několik zemí a to jak u máku olejného, tak i opiového. Běžná dostupnost potravinářského máku jako pochutiny – koření – je typická u proamerické civilizace v Evropě a severní Americe, dále v Turecku, Pákistánu, Afgánistánu, Iráku, Austrálii, N. Zélandu, Burkině Fasso, Togu, JAR, Indii, Malajsii, okrajově i jinde.

Centrum pěstování, ale i konzumu máku, je ve slovanských zemích a Turecku. Zvláště pak v bývalých zemích Rakouska-Uherska a Polsku. Nejvíce vyhlášený moučník je makový závin s jablky – makový štrúdl. Všichni Slované, ale i Maďaři, Rumuni jej jmenují mak – mák. Němci, ale i Rumuni a další, mák výrazně vyhledávají. To podporuje vývozy máku z ČR. Mák mají v oblibě nejvíce Poláci, Ukrajinci a Rusové.

Největší spotřeba máku na osobu je pravděpodobně v Polsku. Odhadujeme ji asi na 400 g na obyvatele ročně. V Česku i na Slovensku a Rakousku to bude kolem 300 g, v Německu a Ruské federaci přibližně 100 g. Celosvětově obliba máku narůstá, a tak se jeho vývoz za období 1997 – 2008 téměř zdvojnásobil z asi 49 tis. na cca 100 tis. tun. V těchto hrubých vývozech jsou ale i vývozy z dovozů, jak to praktikuje zvláště Holandsko (Vašák et al., 2010).

Český mák

Mák je prastarou a trvale významnou českou plodinou. To odkládá název nejméně deseti českých obcí: Máme (v SR pouze Makov, o. Čadca a Makovec, o. Svidník) nejméně pět Makovů, dále Makalovy, Makolusky, Makarov, Maksičky, Makotřasy. Ale i příjmení: Mák, Makoš, Makovec, Makovička, Makovský, Maksička a jiné. „Něčeho je jako máku“. Plod máku, botanicky tobolka, nazýváme speciálně: makovice. Po jejím vyprázdnění vznikne makovice (Vašák et al., 2010).

Mák byl u nás až do XIX. století zahradní plodinou. Pěstoval se hlavně tzv. mák šerý (šedosemenný) – typu hledáku. Dosud se pěstuje v Rakousku (odrůda Marianne). Přestože vypadával – sklízel se ale šetrně ručně probírkou – měl tu výhodu, že snášel i hroší půdy a byl výnosnější než mák slepák (Kodym, 1896, in Vašák et al., 2010). Později se mák dostal na pole, ale bylo jej nadále potřeba pěstovat v širokých řádcích, jednotit, okopávat a ručně probírkou sklízet. Po roce 1970 se zásluhou Schreiera stal plně mechanizovanou plodinou. To znamená, že se pěstuje v úzkých rádcích 12,5 – 25 cm, přestal se jednotit, odplevelujeme jej herbicidy a sklízíme žacími mlátičkami. Původně bylo na 1 m² asi 20 rostlin a na každé 3-5 makovic. Nyní to bývá 50-80 rostlin s 1-2 makovicemi na každé z nich.

Tento princip pěstování máku zůstává do současnosti. Po vzniku organizace Český mák, sdružení právnických a fyzických osob v roce 2001, se do pěstitelské technologie dostala řada nových vstupů. Hlavně šlo o zlepšení výběru herbicidů, zahájila se ochrana proti chorobám a škůdcům, moří se a kalibruje osivo, používají se stimulanty a listová hnojiva, máme možnost regulovat zrání a pozdní zaplevelení. Rozšířil se výběr odrůd včetně ozimých a sort s různým obsahem morfinu. Převládající se stala sklizeň máku s makovinou, neboť to snižuje sklizňové ztráty a snižuje poškození semen. Vedle kadmia v semeni se začíná hodnotit i obsah morfinu, který ulpívá na semeni, ale i množství volných mastných kyselin (Vašák et al., 2010).

3.5 Šlechtění máku

Mák patří mezi fakultativně cizosprašné rostliny. Rozhodující podíl opylení je samosprávním, podíl cizosprášení se odhaduje na 10 – 30%. Stupeň cizosprášení je ovlivněn hlavně podmínkami v době kvetení – vlhkostí, teplotou, přítomností opylovačů. Těsně před rozkvetením květů jsou prašníky v poupěti otevřené a uvolňují pyl. Již v poupěti je také blizna schopna přijímat pyl, je proto pravděpodobné, že opylení více či méně proběhne před otevřením květu. Prašníky plně otevřených květů jsou již zaschlé a mají jen minimum pylu. Existují také výrazné rozdíly mezi atraktivitou jednotlivých genotypů pro včely.

Šlechtitelské cíle

Šlechtitelské cíle máku setého prošly kvalitativním vývojem. Prvotním šlechtitelským cílem bylo vytvořit mák univerzálního typu s vysokým výnosem semene, jasně modrou a vyrovnanou barvou semene a zároveň s vysokým obsahem morfinu v tobolkách. Tento směr šlechtění velmi komplikuje existence negativní korelace mezi výnosem semene a obsahem morfinu v tobolkách, proto se postupně diferencovaly specifické šlechtitelské směry. Všechny tyto směry jsou aktuální pro české šlechtění.

1. Mák univerzálního typu s vysokým výnosem semen a dobrou barvou semene. Tento typ má průměrný obsah morfinu v makovině. Těžištěm pěstování je produkce semene, produkce makoviny má spíše doplňkový charakter. K tomuto typu patří registrované odrůdy Opál a Gerlach.
2. Mák s velmi nízkým obsahem alkaloidů určený výhradně pro produkci semene. V makovině obsahuje jen nepatrné množství alkaloidů, což prakticky vylučuje jeho použití k výrobě drog. Výstižné pojmenování tohoto typu je „kuchyňský“ mák. K tomuto typu patří odrůdy Przemko, Mieszko.
3. Mák s velmi vysokým obsahem morfinu. Prvořadým cílem je produkce makoviny s co nejvyšším obsahem alkaloidů, hlavně morfinu, pro

farmaceutický průmysl, produkce semene má doplňkový charakter. Sem patří odrůda Lazur.

4. Mák s jinou barvou semene. Nejznámější je šlechtění máku na bílou barvu semene, semeno chutí připomíná oříšky. Slouží pro výrobu pečiva a cukrovinek, je možné i využití makoviny ve farmaceutickém průmyslu. Jediným registrovaným zástupcem je odrůda Albín. Kromě modré a bílé barvy existuje semeno i žluté, růžové, fialové, hnědé, šedé a černé. Máky s šedým a černým semenem se ve světě běžně vyskytují, v České republice nejsou registrovány a jejich šlechtění se neprovádí. Z České republiky je známa i snaha o šlechtění máku s hnědou barvou semene, protože toto semeno je po rozemletí téměř dokonalou náhradou ořechů. Šlechtění na jinou barvu semene je sice možné, ale nemá zatím žádný praktický význam
5. Mák s odlišným složením alkaloidů. Cílem tohoto směru šlechtění je mák schopný produkce alkaloidů, hlavně thebainu, pro farmaceutický průmysl. Z thebainu se vyrábí léky na léčení stavů po mozkové mrtvici, nenávyková analgetika a protijedy užívané při otravě morfinem. Jako zdroj thebainu je zatím ve světě využíván mák listnatý (*Papaver bracteatum*). Je to vytrvalá rostlina s málo vhodnými agronomickými vlastnostmi. Opakované pokusy o pěstování této plodiny v České republice byly neúspěšné pro velké množství ruční práce (Bechyně, Novák, Vašák et al., 2001)

Metody šlechtění

Metody šlechtění máku jsou závislé na jeho významu a rozšíření. U máku jsou nejvíce užívané klasické šlechtitelské postupy – křížení, výběr, liniové a populační šlechtění. Mutační šlechtění a polyploidie se zatím příliš neosvědčily. Moderní šlechtitelské postupy, jakou jsou explantátové kultury, genové manipulace, apod. jsou možné, zatím se ale nepoužívají.

U máku existuje heterózní efekt, hybridní šlechtění by proto mohlo být úspěšné. Z minulosti je známa hybridní odrůda máku – Hybrid HD, založená na mechanickém křížení jednotlivých komponent. Vzhledem k neúměrným nákladům na přípravu osiva se tento hybrid v praxi nijak nerozšířil. Je známa existence minimálně jednoho genetického mechanismu u máku řídícího opylení –

autoinkompatibility, zatím ale není nijak využívána. Vzhledem k výraznému rozšíření pěstitelské plochy máku v posledních letech je předpoklad, že i tyto moderní metody najdou časem ve šlechtění máku uplatnění (Bechyně, Novák, Vašák et al., 2001).

3.6 Nároky máku na pěstování

Mák nemá zvláštní požadavky na prostředí a u nás se dá s úspěchem pěstovat zejména v řepařské a bramborářské výrobní oblasti. Přesto však velmi citlivě reaguje na nevyrovnanost a odchylky v půdě, výživě a na povětrnostní podmínky. Proto jsou někdy výnosové výsledky v jednotlivých ročnících značně odlišné (Bechyně, 1993).

Požadavky na světlo, teplo a vláhu

Naše odrůdy máku patří mezi rostliny dlouhodenní, náročné na světlo.

Nedostatek světla se na rostlinách projevuje celkovým oslabením, snížením výnosu semene i menším obsahem alkaloidů v tobolkách. Je známý nepříznivý vliv zastínění květů na výnos. Zastíněné květy a vyvíjející se tobolky vytvářejí drobná semena a při silném zastínění nemusí vytvořit semena vůbec. Je-li poupě před rozvitím zakryto tmavým obalem, který je ponechán na rostlině po dobu kvetení, semena se nevytvoří.

Dostatečné sluneční ozáření je na druhé straně nutné pro vývin silných rostlin ve stadiu listové růžice a zejména v období rychlého růstu rostlin. Zvláště žádoucí je slunečné a teplé počasí v době kvetení a dozrávání tobolek. Urychluje průběh těchto procesů. Velmi citlivě reagují na délku a intenzitu osvětlení rostliny z podzimních nebo zimních výsevů (Bechyně, 1993).

Nároky na teplo se během vegetace mění. Zpočátku, do nástupu rychlého růstu, snáší nízké teploty. Vrcholící rostliny hynou až při -6 až -8 °C, a proto je možno mák vysévat i na podzim nebo v zimě. Avšak s nástupem rychlého růstu

stonku se odolnost vůči nízkým teplotám rapidně snižuje. V dalších fázích růstu je už mám na teplo náročný (Bechyně, 1993).

Mák je **náročný na vláhu** od vzejití až do rozkvětu. Teprve potom se jeho nároky snižují. Celková potřeba vody se během vegetace odhaduje na 250 – 300 l/m² při jarním výsevu. Pro tyto vlastnosti se pro pěstování máku hodí jak řepařská, tak i bramborářská výrobní oblast, kde také nebývá nadměrně ohrožen škůdci, kteří se vyskytují zejména v oblastech s vysokými teplotami (Bechyně, 1993).

Teplota je rozhodujícím činitelem pro energii klíčení semen máku. Při teplotě 10 °C klíčí semena během 5 – 6 dnů a při 18 – 20 °C během 3 – 4 dnů. Další zvýšení teploty klíčení již podstatně nezrychluje, avšak snižuje klíčivost. Při 30 °C semena klíčí jen málo.

Světlo nemá na vlastní klíčení zvláštní vliv. Na již vyklíčené rostlinky však má světlo velmi silný vliv. Rostlinky vyklíčené na světle jsou již po třech dnech průkazně silnější a jejich počáteční silnější vzrůst se přenáší i do dalších růstových fází. Tyto rostliny mají i intenzivněji zbarvené děložní lístky (Bechyně, 1993).

Nedostatek světla v období pomalého růstu rostlin může vážně ohrozit vitalitu vzešlých rostlinek, které jsou malé, děložní lístky velmi úzké, s malou asimilační plochou.

V polních podmínkách závisí doba vzcházení máku především na denních teplotách, se zvýšenou teplotou se přirozeně zkracuje.

Pro moderní způsoby výsevu s omezenou kultivací je nutno přísně chránit vzešlé rostlinky před nedostatkem vláhy. Snížený výsevek semene musí pro dostatečný počet vzešlých rostlin přijít nejenom do vyzrálé, ale vláhou dostatečně zásobené půdy. Při klíčení totiž semeno přijímá kolem 90% vody ve srovnání s vlastní hmotností. Také v následném období vyžaduje slabá rostlinka dostatek vláhy pro vývin hlavního kořínku a jeho větvení i pronikání děložních lístků nad povrch půdy. Vlhké a suché periody jdoucí po sobě mohou být příčinou přeschnutí povrchové vrstvičky půdy a vytvoření škraloupu. Takové střídání může být pro rostlinky kritické.

Slabé osemení nejen dobře propouští vodu, ale stejně tak v suchých podmínkách napomáhá i rychlému výparu vody z nabobtnalého semene. Jsou-li naklíčená semena vystavena krátkému období sucha, po dvou dnech hynou, i když ostatní podmínky jsou pro růst optimální. Přílišné vlhko a teplo v době vzcházení je vhodným prostředím pro šíření houbových chorob na malých rostlinách (Bechyně, 1993).

Požadavky na půdu a živiny

Mák je plodina, která velmi citlivě reaguje na půdní podmínky, půdní nevyrovnanost i změny, které v ní během vegetačního období nastávají vlivem agrotechniky, výživy i počasí. Proto klademe při pěstování máku zvláštní důrazy na pečlivou a rovnoměrnou zpracovanost půdy počínaje základní přípravou. Nejlépe mu vyhovují nezaplevelené pozemky se středně těžkými, hlubokými, hlinitými až písčitohlinitými půdami, dostatečně provzdušněnými a strukturními. Mladým rostlinkám, zvláště při vzcházení, velmi škodí půdní škraloup, a proto by se mák neměl pěstovat na půdách se sklonem ke kornatění. Dá se úspěšně pěstovat i v hlinitopísčitých půdách, a to zvláště ve vlhčích oblastech, nebo na jílovitohlinitých v oblastech sušších. Na půdách s vysokou hladinou spodní vody a na půdách mělkých a chudých na živiny vyrůstá nedostatečně vyvinutý porost (Bechyně, 1993).

Půdní reakce by se měla blížit neutrální a půdy by měla být dobře zásobena základními živinami, zvláště draslíkem a fosforem.

Fosfor nejčastěji limituje využití dalších živin a to se nakonec projevuje ve výši výnosu semen i makoviny. Výživa dusíkem musí být citlivě posuzována, protože nadměrné zásobení rostlin dusíkem zhoršuje některé znaky a vlastnosti rostlin, které pak jsou nežádoucí pro tvorbu výnosu a utváření rostlin, zejména při mechanizované sklizni. Je to nadměrné větvení, náchylnost k poléhání a nerovnoměrné a pozdní dozrávání rostlin.

Mimo hlavní živiny vyžaduje mák i dostatečné množství stopových prvků. Největší nároky má na bór, molybden a zinek.

Obsah dusíku klesá v nadzemní části rostlin od počátku vegetace, až do doby zralosti. Mírný pokles nastává v průběhu vegetace i v kořenech. Obsah fosforu je v rostlinách během vegetace ve srovnání s dusíkem nižší. Do doby kvetení je jeho hladina v rostlinách poměrně stálá a době kvetení se markantně zvyšuje.

Draslíku je v celé rostlině během vegetace více než dusíku, do doby kvetení jeho obsah klesá a pak se zvyšuje. V 1 kg sušiny máku bylo zjištěno mnohonásobně větší množství bóru, než u jiných plodin (94,7 mg).

Uvedené požadavky máku na prostředí se nejlépe při velkovýrobní agrotechnice uspokojují v bramborářské a řepařské výrobní oblasti. V oblastech s vysokými teplotami bývá mák více napadán škůdci (nosatci a mšicemi), kteří zcela omezují vhodnost a vysokou rentabilitu pěstování (Bechyně, 1993).

4 Technologie pěstování máku

4.1 Zařazení máku do osevního postupu

Předplodina musí máku zajistit čistý pozemek bez plevelů a dobrou zásobu pohotových živin. Pozemek nesmí být po předplodině, která byla ošetřena herbicidy, jejichž rezidua by citlivý mák poškodila. Nejlepší předplodinou pro mák jsou okopaniny, k nimž se hnojí chlévským hnojem, nebo luskoviny a jeteloviny. V řepařské oblasti však bývají půdy po těchto plodinách nadměrně zásobeny dusíkem, může tedy nastat nebezpečí poléhání máku. Proto ve vhodné zařadit mák po obilnině a zajistit mu dostatečnou výživu (Bechyně, 1993).

Mák nesnáší řazení po zaplevelujících, těžko hubitelích plodinách, zvláště po ozimé řepce v uplynulých 4 letech, nebo pozemky zaplevelené pýrem. Nejlepší výsledky dává po hnojených okopaninách. Konkurenční plodinou máku je cukrovka, která má podobné požadavky na půdu, klima a polohu jako mák. Protože její plochy výrazně klesají, stal se mák alternativou – náhradní plodinou za cukrovku. To je vhodné i z toho hlediska, že jako plodina s velmi náročnými požadavky na zpracování půdy při setí, ochranu proti plevelům a na sklizeň se mák dostal do podmínek s vysokou úrovní zemědělské výroby (Bechyně, 1993).

Pro zařazování máku do osevního postupu (v posledních letech do kratších sledů plodin) se uplatňuje na jeho výnosu komplexní účinek střídání plodin. Nejčastěji se mák zařazuje po obilnině, která následovala po organicky hnojené okopanině nebo olejnině, jetelovině případně luskovině tj. na pozemcích ve „staré půdní síle“. Vzhledem k tomu, že mák je v prvních fázích vývoje a růstu velmi citlivý na zaplevelení, využívají se obilní předplodiny k chemickému odplevelení půdy zejména od pcháče, pýru, šťovíku a dalších plevelů, které se v máku obtížně hubí. Mák zase působí fyto-sanitárně, tj. jako výborný přerušovač obilních sledů (Bechyně, 1993).

Při volbě předplodiny je však třeba respektovat:

1. Vysokou citlivost máku na rezidua, jako jsou např. trifluralin, napropamid, některé druhy sulfonylmočoviny např. Glean a další.
2. Obtížné předplodiny z hlediska výdrolu, zejména řepky a slunečnice
3. V suchých oblastech nedostatek vláhy po vysušení hlubokého profilu vojtěškou, zejména v posledních letech. Časový odstup máku po sobě je 5 let, výjimečně 4 roky (Bechyně, 1993)

Příklady osevních postupů se zařazením máku

Řepařská oblast:

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| 1. Vojtěška | 1. Kukuřice | 1. Cukrovka |
| 2. Vojtěška | 2. Hořčice bílá | 2. Kukuřice |
| 3. Pšenice ozimá | 3. Pšenice ozimá | 3. Kukuřice |
| 4. Ječmen jarní | 4. MÁK | 4. Hořčice bílá |
| 5. MÁK | 5. Pšenice ozimá | 5. MÁK |
| 6. Pšenice ozimá | 6. Ječmen jarní | 6. Pšenice ozimá |
| 7. Ječmen jarní | | 7. Ječmen jarní |

Bramborářská oblast:

- | | |
|----------------------|------------------|
| 1. Jetel | 1. MÁK |
| 2. Pšenice ozimá | 2. Kmín |
| 3. Ječmen jarní | 3. Pšenice ozimá |
| 4. MÁK | 4. MÁK |
| 5. Ječmen jarní | 5. Pšenice ozimá |
| 6. Žito ozimé | 6. Oves |
| 7. Kukuřice na siláž | |
| 8. Pšenice ozimá | |
| 9. Ječmen jarní | |

(Vašák et al., 2010).

4.2 Výživa a hnojení máku

Mák řadíme do skupiny relativně méně náročných plodin. Na výnos 1 t semene z hektaru a odpovídající množství makoviny odčerpá mák podle *Edelbauera a Stangela* (1993) 70 kg dusíku, 26 kg fosforu, 90 kg draslíku, 79 kg vápníku, 15 kg hořčiku, 0,11 kg bóru, 0,2 kg zinku a 0,34 kg manganu. Podle *Richtera a Lošáka* (2004) odčerpá také 18 kg síry. Při intenzivních technologiích bychom měli zajistit obsah pohotových živin odpovídající výnosu 2 t semene máku na ha.

Čerpání živin v průběhu vegetace závisí na růstu a vývoji rostliny a ekologických podmínkách. Z nich jsou nejdůležitější srážky a teploty a jejich rozdělení. K vytvoření kořenového systému vyžaduje značné množství vláhy, přístupného fosforu a vápníku v půdě.

Dříve než mák vytvoří kulový kořen, má lamou osvojovací schopnost na živiny. Proto musíme zajistit jejich dostatečné množství v přístupné formě, neboť v období pozvolného růstu (do DC 25) má porost nízkou produkci nadzemní biomasy, ale vysoký příjem živin. Do doby 3-4 páru pravých listů má mák největší nároky na draslík, dusík a vápník. Pro výnos semene je rozhodující výživný stav rostlin ve fázi intenzivního růstu (DC 35 – 41). Do fáze tvorby malých pupat je potřeba zajistit i dobrý obsah bóru a zinku.

Mák velmi citlivě reaguje na průběh počasí. To je hlavní příčinou rozdílných výnosů za přibližně stejných agrotechnických podmínek. Nejkritičtější pro utváření výnosu jarního máku jsou nízké srážky a vysoké teploty po odkvětu. V této fázi semena intenzivně rostou a rozhoduje se o hmotnosti tisíce semen (HTS). Nedostatek živin omezuje růst i vývin rostlin a zasahuje do metabolických procesů. Hrubé poruchy ve výživě mění habitus rostliny (Richter, Lošák, Škarpa, 2007).

Projevy deficiencí a nadbytku prvků u máku

Při nedostatku **dusíku** v půdním prostředí se jeho obsah v rostlině silně snižuje. Mák se omezeně vyvíjí a špatně roste. Rostliny jsou nevyrovnané,

s omezeným počtem světlých a malých listů. Při nedostatku dusíku je snížen počet semen v tobolece a HTS. Snižuje se také obsah morfinu v makovině.

Jednorázové přehnojení dusíkem vede naopak k nežádoucímu větvení, zvyšuje se počet malých tobolek na rostlině, rostliny jsou vyšší a stonky méně pevné. Použitím přípravku s morforegulačním účinkem v období butonizace se sníží nebezpečí polehnutí, rostliny jsou nižší a stonky silnější.

Nedostatek **fosforu** se zpočátku projevuje omezeným růstem kořenů a pomalejším vývinem rostlin. Je narušen energetický metabolismus rostliny, a proto se snižuje její hmotnost, listy jsou menší, roste nebezpečí poléhání. Vizuální příznaky nedostatku fosforu = hyperchlorofylace (fialovění) nejsou zpravidla obvyklé.

Při nedostatku **draslíku** je výrazně ovlivněn metabolismus cukrů v rostlině a je menší zabudování dusíku do bílkovin. Současně klesá odolnost rostlin proti suchu, roste riziko poléhání a lámání stonku.

Nedostatek **hořčíku** se projevuje slabě zeleným vybarvením listů v důsledku omezené tvorby chlorofylu. Nízký obsah Mg vede k poruchám růstu a omezenému vývoji listů.

Nedostatek **síry** omezuje využití dusíku, snižuje obsah oleje a zhoršuje zdravotní stav rostlin. Pozitivně působí nebo stabilizuje obsah morfinu v makovině.

Z mikrobiogenních prvků je mák náročný na bór, zinek a mangan. **Bór** je nutný pro metabolismus sacharidů a jejich transport v rostlině. Napomáhá rovněž lepšímu využití vápníku, je důležitý pro syntézu bílkovin a cytokininů v rostlině. Při nedostatku postupně nekrotizuje, až úplně odumírá růstový vrchol.

Zinek je nezbytnou součástí celé řady enzymů a důležitým aktivátorem četných reakcí. Je nepostradatelný pro tvorbu růstových látek, které podmiňují dlouhivý růst rostlin.

Mangan je důležitým prvkem při fotosyntéze, v oxidačně redukčních procesech a je také aktivátorem řady enzymatických procesů (Krebsův cyklus). V poslední době bylo prokázáno jeho pozitivní působení na výnos máku při déletrvajícím suchu (Vašák et al., 2010).

Zásady výživy a hnojení máku

Mák vyžaduje půdy střední až těžší se slabě kyselou až neutrální reakcí (pH 6,2 – 7,2). Půdy mají mít dobré fyzikální, biologické a chemické vlastnosti a schopnost poutat živiny a vodu. Nevhodné jsou půdy lehké (Vašák et al., 2010).

Základní hnojení

Při základním hnojení nesmíme podcenit výběr stanoviště, předplodinu a musíme zohlednit agrochemické vlastnosti půdy. Nejčastěji se mák zařazuje po obilnině, kde musíme pro rychlejší rozklad slámy upravit poměr C:N. Doporučená dávka činí 8 – 10 kg N na 1 tunu slámy. Poměr C:N můžeme upravit kejdou nebo močůvkou na posklizňové zbytky. Mák také dobře reaguje na chlévský hnůj. Přímé hnojení hnojem se doporučuje na méně úrodných půdách. Kvalitní hnůj by měl být zapraven na podzim v dávce 30 – 40 t/ha. Má-li být optimálně využit, je třeba, aby byl rovnoměrně aplikován a ihned zapraven do půdy. Pěstování máku ve zranitelných oblastech je limitováno maximální dávkou 120 kg N/ha (Vašák et al., 2010).

Úprava půdní reakce

Úpravu půdní reakce (pH) provádím vápněním již k předplodinám, rok až dva v předstihu. Mák je citlivý na vyšší půdní kyselost, zejména je-li hodnota výměnného pH nižší než 6. Na těchto půdách je výrazně redukován kořenový systém a příjem všech živin. S tím je pak spojen nižší výnos semene a obsah morfinu v makovině.

K vápnění používáme především uhličitanové formy vápenatých hnojiv. Tam, kde je v půdě nedostatek hořčíku, preferujeme dolomitický vápenec (Vašák et al., 2010).

Hnojení fosforečnými hnojivy

Dávku volíme podle předpokládaného výnosu a obsahu přístupného fosforu v půdě (tab. 1). Při výpočtu normativu vycházíme z potřeby P na 1 tunu produkce (26

kg) a předpokládaného výnosu. Při vysoké a velmi vysoké zásobě fosforem nehnojíme po dobu tří let.

Při volbě fosforečných hnojiv preferujeme ta, která obsahují v převážné míře vodorozpustnou formu fosforu. Máak je na fosfor z počátku vegetace velmi náročný. Z hnojiv použijeme například super fosfát jednoduchý nebo trojitý, Amofos nebo dvousložková PK hnojiva (Richter, Lošák, 2004).

Tab. 1 Hodnocení obsahu přístupného P v půdě podle Mehlicha III (Vašák et al.,

Obsah	Obsah P (mg/kg)
Nízký	do 50
Vyhovující	51–80
Dobrý	80–115
Vysoký	116–185
Velmi vysoký	nad 185

Hnojení draselnými a hořčnatými hnojivy

Při stanovení dávky draselného hnojiva postupujeme jako u hnojení fosforečnými hnojivy. Pro vyhodnocení obsahu přístupného draslíku v půdě vycházíme z tab. 2, kde musíme respektovat i půdní druh.

Z draselných hnojiv používáme nejčastěji draselnou sůl. Pro máak je ale vhodnější použít hnojiva se sírou. Tam patří např. síran draselný, Patentkali. Síra v nich obsažená zlepšuje využití dusíku, zvyšuje výnos semene i obsah morfinu v makovině (Richter, Lošák, 2004).

Tab. 2 Hodnocení obsahu přístupného K podle Mehlicha III (Vašák et al., 2010).

Obsah	Půda		
	Lehká	Střední	Těžká
	Draslík (mg/kg)		
Nízký	do 100	do 105	do 170
Vyhovující	101 – 160	106 – 170	171 – 260
Dobrý	161 – 275	171 – 310	261 – 350
Vysoký	276 – 380	311 – 420	351 – 510
Velmi vysoký	nad 380	nad 420	nad 510

Přihnojení hořčíkem vycházíme z množství hořčíku potřebného na tvorbu předpokládaného výnosu. Rozhodující je obsah přístupného Mg v půdě (tab. 3). Do kalkulace zpravidla nezahrnujeme hořčík obsažený v posklizňových zbytcích.

Aplikaci Mg hnojiv děláme buď samostatně, nebo v rámci vápnění, kdy použijeme dolomitický vápenec. Část lze uhradit i při aplikaci draselných a dusíkatých hnojiv s obsahem hořčíku (Vašák et al., 2010).

Tab. 3 Hodnocení obsahu přípustného Mg dle Mehlicha III (Vašák et al., 2010).

Obsah	Půda		
	Lehká	Střední	Těžká
	Hořčík (mg/kg)		
Nízký	do 80	do 105	do 120
Vyhovující	81–135	106–160	121–220
Dobrý	136–200	161–265	221–330
Vysoký	201–285	266–330	331–460
Velmi vysoký	nad 285	nad 330	nad 460

Při pěstování máku má dusík rozhodující roli. Proto je třeba zvolit vhodnou dávku, formu a termín aplikace. Optimální potřeba dusíku se u rostlin máku projevuje krátce po vzejití a trvá až do vzniku generativních orgánů.

Pro hnojení před setím musíme správně určit jeho základní dávku. Ta by měla být zapravená do půdy v minerálních hnojivech s časovým předstihem před obdobím nejvyšší potřeby rostlin. Důležitá je celková potřeba dusíku na předpokládaný výnos a dynamika příjmu dusíku u máku během vegetace.

Dusíkatá hnojiva je nutné aplikovat před obdobím, kdy ovlivníme tvorbu výnosových prvků, výnos i kvalitu produkce. Současně musí být vytvořeny předpoklady pro efektivní využití dusíku rostlinami. Určení dávky hnojiva vychází z normativní potřeby stanovené pro zranitelné oblasti maximální dávkou 120 kg N/ha. To je dávka potřebná na výnos 1,7 t semen na ha + makovina.

Dusík z hnojiva se musí dostat do aktivní zóny kořenového systému. To je od povrchu půdy při vzcházení až do 60 cm vrstvy ve fázi kvetení a tvorby tobolek. Proto hnojivo aplikujeme s předstihem před setím. Z toho důvodu je důležité již po sklizni obilniny dát dusík na slámu a upravit její poměr C:N z běžné hodnoty

80 – 100:1 na poměr 18 – 20:1. Tím zajistíme potřebnou mineralizaci organických látek v půdě (Vašák et al., 2010).

Při volbě hnojiva rozhodují o jeho účinnosti formy použitých N hnojiv. Dusičnanová forma dusíku je velmi mobilní, protože záporný náboj půdních částic, který v půdě převažuje, odpuzuje náboj aniontu dusičnanu od aktivního povrchu půdy. Důsledkem toho je vyšší obsah dusičnanu v půdním roztoku pohybující se v pórech. V půdě je tato forma dusíku poutaná pouze biologickou sorpcí a to cca z 10 – 20%. Redukce dusičnanu na amoniak je pro rostlinu tak důležitá jako redukce a asimilace CO₂ ve fotosyntéze. Kořeny mohou redukovat přijatý dusičnan z 5 – 95% (Vašák et al., 2010).

Platí zásada, že při nízké úrovni dusičnanové výživy převládá redukce v kořenech. Při zvyšující intenzitě dusičnanové výživy je kapacita pro redukcí dusičnanů v kořeni omezená. Pohyb dusičnanů pozitivně ovlivňuje draslík a redukce se zvyšuje s teplotou vzduchu a stářím rostliny (Hunter et al., 1982).

Z tohoto důvodu se dusíkatá hnojiva pouze ve formě dusičnanového N k základnímu hnojení nedoporučují. Jsou však vhodná k přihnojení během vegetace. Jedná se o ledek vápenatý a ledek draselný (Vašák et al., 2010).

Amoniakální dusík je v půdě buď ve formě NH₄⁺ nebo NH₃. Část NH₄⁺ se ve výměnné formě váže na sorpční komplex. Určitý podíl amonného N může u lehkých a zásaditých půd volatilizovat (těkat). Ztráty na tomto dusíku činí v průměru 20 – 30%. V biologicky činných půdách je amonný dusík přeměňován na dusík nitrátový. Intenzitu nitrifikace ovlivňují: půdní kyselost, teplota, půdní vlhkost, provzdušenost aj. Hnojiva s amoniakální formou mají dusík pozvolně přístupný. Řadíme sem: síran amonný krystalický, síran amonný granulovaný, dusičnan amonný, LAV 27, LAD 27, LAS (24 N+6 S), DASA (26 N+13 S), DAM 390, SAM 240, DUSADAM 325. Jsou proto vhodná pro základní hnojení (Vašák et al., 2010).

Významné postavení v systému výživy má močovina, která zapravená do půdy se stěpí urobakteriemi (enzym ureáza) na uhličitán amonný. Ten se dále snadno rozkládá na amoniak, CO₂ a vodu. Intenzita rozkladu močoviny v půdě závisí na obsahu vody, půdním druhu a typu, půdní kyselosti i na pěstovaných plodinách (Knop, 1971).

V současné době se řada výrobců hnojiv vrací k výrobě močoviny obohacené buď o inhibitory ureázy (IU) nebo inhibitor nitrifikace (IN). Močovina obohacená o IU není tak rychle přeměňovaná na amoniak, CO₂ a vodu. Druhým opatřením jak omezit ztráty je použití inhibitoru nitrifikace (IN). Jeho aplikací na močovinu sice neomezíme přeměnu močoviny na uhličitán amonný a dále na amoniak, ale výrazně snížíme rychlost nitrifikace. Tím omezíme ztráty na drahém dusíku a zvýšíme jeho využití rostlinami (Vašák et al., 2010).

Dohnojení N v pozdější vegetaci vede k lepšímu využití dusíku rostlinami máku i zvýšení výnosu a stabilizaci morfinu v makovině. Tento přístup má opodstatnění zvláště po vlhkém jaru, kdy se dusík může dostat mimo zónu aktivního příjmu.

Ve výživě máku mají významné místo i kapalná beztlaká dusíkatá hnojiva. Nejpoužívanější je DAM 390. U něho se traduje, že rostliny často poškozují (pálí). Použití DAM 390 v raných vývojových fázích od vzejití (děložní lístky až do 6-8 listu) může být riskantní. DAM 390 je ideální hnojivo k přihnojení porostu máku od počátku dlouhivého růstu až do butonizace (DC 35 – 49). Jeho výhodou je i společná aplikace s fungicidy a insekticidy (Vašák et al., 2010).

Tab. 4 Průměrné výsledky pokusu s DAM 390 (Vašák et al., 2010).

Var.č.	Schéma pokusu		Výnos semene		Výnos makoviny		Počet makovic (ks/ rostl.)	Obsah morfinu v %
	Varianta*	Přihnojeno N v DAM	t/ha	Rel. %	t/ha	Rel %		
1	Nehnojeno	–	1,41	100,0	0,749	100,0	1,24	0,76
2	N zákl.hnojení	–	1,63	115,6	0,976	130,3	1,39	0,76
3	N zh + 5 %	7,8 kg/ha	1,59	112,7	0,905	120,8	1,27	0,76
4	N zh + 10 %	15,6 kg/ha	1,62	114,9	0,897	119,8	1,25	0,85
5	N zh + 25 %	39,0 kg/ha	1,91	135,5	1,033	138,0	1,44	0,79
6	N zh + 100 %	156,0kg/ha	1,94	137,5	1,069	142,7	1,60	0,80

Z mikrobiogenních prvků je pro mák velmi významný **bór**. I když jeho obsah v půdě kolísá podle půdního druhu, je přístupnost pro rostlinu ovlivněná pH. V rostlině se při obsahu bóru, který činí pro olejniny 20-100 ppm (optimální rozpětí pro mák je 40 – 60 ppm), zvyšuje transport cukrů a pozitivně také metabolismus fosforu v listech (Bergmann, 1986). Jeho dlouhodobý nedostatek, zvláště při nízké

hmotnosti rostlin, vede ke kumulaci fenolických sloučenin a ke zvyšování hladiny auxinů. To se projeví nekrózami vegetačního vrcholu.

Mák také vyžaduje optimální obsah **zinku**. Rovněž jeho příjem závisí na půdní reakci. Značně omezený je pohyb Zn na neutrálních půdách, které mají současně vysoký obsah fosforu a je delší doba sucho. U máku prokázal jeho nezbytnost (Schreier 2001).

Mák má také značné nároky na mangan, železo a molybden (Vašák et al., 2010).

4.3 Předset'ová příprava půdy

Mák je plodina velmi náročná na správnou přípravu půdy. Velmi dobře reaguje na hlubší přípravu půdy na podzim, proto nejlepší předpoklady pro úspěšné založení porostu dává podzimní středně hluboká orba. Při orbě je možno v případě potřeby zapravit i menší dávku organického hnojení musí být takové, aby nevznikla izolační vrstva ze slámy a nedošlo k přehnojení máku dusíkem (Baranyk a kol., 2010).

Na podzim je také vhodná doba pro zásobní hnojení fosforem a draslíkem. Mělké zpracování půdy na podzim poskytlo výrazně horší výsledky, protože mák je velmi citlivý na utužení půdy a na nedostatečně prokypřené půdě trpí růstovou a výnosovou depresí. Použití minimalizačních způsobů přípravy půdy je u máku riskantnější než u jiných plodin. Setí do nezpracované půdy je pro mák naprosto nevhodná alternativa, protože vzhledem k potřebě mělkého setí je prakticky nemožné zajistit vhodnou přípravu set'ového lůžka. Další komplikací je pak boj s pleveli, který je u této varianty minimalizační technologie prakticky neřešitelný. Velmi důležitá je správně provedená podmítka po sklizni obilní předplodiny kvůli snížení zaplevelení jednoletými pleveli a výdrolom obilnin. Osvědčilo se také ošetření strniště vhodným totálním herbicidem kvůli snížení zaplevelení.

Kvalitní orba na podzim vytváří dobré předpoklady pro jarní předseťovou přípravu půdy. Jestliže jsou na pozemku orbou vytvořeny příliš velké nerovnosti a pozemek se ponechá v hrubé brázdě přes zimu, na jaře při předseťové přípravě je svrchní vrstva půdy připravená nerovnoměrně a příliš hluboko nakypřená. Půda se připravuje mělce a s co nejmenším počtem operací. Optimální hloubka přípravy půdy je do 5 cm, takzvaně na půl prstu. Hluběji připravená půdy hluboko prosychá a mák špatně vzchází. Konkrétní volba strojů a pracovních operací závisí na stavu pozemku po zimě a mechanizaci, kterou má pěstitel k dispozici. Pokud je dobrá kvalita podzimní přípravy půdy, v optimálním případě stačí provést předseťové hnojení, zapravení lehkým náradím (zavláčení) a ihned po přípravě zasít. Omezení pracovních operací na nezbytné minimum redukuje utužení pozemku nadbytečnými přejezdy mechanizace a šetří náklady. Optimálně připravená půda je na povrchu mírně hrudkovitá s pevným seťovým lůžkem, které není přehnaně utuženo. Velkou chybou je, pokud je půda připravená příliš jemně, protože už při relativně malém dešti dojde ke slití povrchu půdy se všemi negativními dopady. Z hrudek není třeba mít obavy, protože větší hrudky botky secího stroje při setí odsunou do meziřádku, kde vzcházení máku nebrání. Válení před setím se nedoporučuje, protože ničí potřebnou hrudkovitou strukturu na povrchu (Baranyk a kol., 2010).

4.4 Setí máku

Mák se seje na konečnou vzdálenost. Je potřeba se vyhnout proředování přehoustlého porostu např. vláčením, protože výsledek operace je problematický, snižuje účinnost preemergentních herbicidů a zbytečně se zvyšují náklady (Baranyk a kol., 2010).

V současné době se mák obvykle seje do úzkých řádků, meziřádková vzdálenost činí nejčastěji 12 – 25 cm. Termín setí je do nejdříve na jaře, většinou na přelomu března a dubna, protože u pozdějších výsevů vlivem reakce na délku dne se rostlina překotně rychle snaží vykvést a vytvořit semena. U pozdních výsevů máku proto prudce klesá výnos, přesévání nevyšlých porostů na začátku května již dává problematické výsledky. Správná hustota porostu je důležitým předpokladem

dosažení vysokého výnosu. Nejvýnosnější porost je takový, kde mají rostliny nejvýše dvě větve. Optimální počet rostlin v porostu máku je 50 – 70 na 1 m². Při této hustotě porostu si rostliny nestíní a minimálně větví. U řídkých porostů rostliny silně větví, čímž je ohrožena nejenom výše výnosu, protože takový porost je méně výkonný, ale i kvalita sklizených semen kvůli nerovnoměrnému dozrávání jednotlivých tobolek. Nejlepší výsevní množství u mořeného máku je 1,3 – 1,7 semen na hektar, výsevek konkrétního množství klíčivých semen na hektar se u máku nepoužívá. Při výsevu 1 kg na hektar osiva s hmotností tisíce semen, 0,5 g se na 1 m² vyseje asi 200 semen, ze kterých reálně vzejde asi čtvrtina. Vzcházivost je ovlivněna tím, že klíčivost máku bývá většinou jen 80 – 90 %, část drobných semen může zapadnout příliš hluboko a něco také může být zničeno půdními houbami, na které je vzcházející mák citlivý, eventuálně škůdci. Pro zajištění dobrého vzcházení porostu je nutno použít insektofungicidně mořené certifikované osivo. Pro zlepšení kompletnosti porostu se někdy používá obrácený postup setí, nejdříve se oseje prostřední část pozemku, pak se vhodným náradím znovu připraví poježděné úvratě a až potom se tyto úvratě dosejí (Baranyk a kol., 2010).

4.5 Osivo a jeho úprava

Základem vyrovnaného a produktivního porostu je kvalitní osivo s vysokými biologickými a semenářskými hodnotami. Nejvýznamnější faktory, které ovlivňují kvalitu osiva, jsou vedle odrůdy správná agrotechnika množitelského porostu, sklizeň, uskladnění a úpravy osiva. Vysoká kvalita osiva a jeho úpravy mají zásadní vliv na efektivnost pěstování máku. Rozhodující vlastností je vysoká klíčivost a plná vzcházivost. Snížená klíčivost osiva nepředstavuje pouze vyšší náklady na osivo potřebným navýšením výsevku, ale vytváří riziko nevyrovnaného a málo výkonného porostu. Hodnotné osivo je nezbytným předpokladem pro založení zdravých porostů s optimální hustotou, schopných překonat nepříznivé vlivy počasí a půdy na počátku vývoje (Vašák et al., 2010).

Úpravy osiva

Zájem o úpravy osiva máku roste. Úpravy lze rozdělit do několika oblastí: chemické (moření), fyzikální (separace semen, termické nebo elektronické ošetření osiva), biologické (předklíčování, aplikaci bioagens) a obalování osiva (včetně aplikace sorbentů vody). U máku je jedinou běžnou úpravou moření. Některé úpravy zlepšují semenářské vlastnosti osiva, jiné ho desinfikují proti patogenům přenosných osivem či jsou dokonce alternativou chemického moření. Cílem úprav je zvýšení výkonnosti osiva. Zejména zlepšení klíčivosti, podpora růstu klíčících rostlin, případně ochrana vzcházejících rostlin proti patogenům (Vašák et al., 2010).

Moření je nejrozšířenější, úsporný a ekologicky přijatelný způsob chemického ošetření osiva. Slouží k potlačení především houbových patogenů, přenosných osivem či vyskytujících se v půdě, a škůdců vzcházejících rostlin. Z chorob přenosných osivem jsou nejvýznamnější helmintosporiíza máku a plíseň maková, ze škůdců krytonosec kořenový.

Inkrustace je potahování povrchu semen směsí mořidla a lepidla (inkrustační látky). Výhodou úpravy je možnost obohatit potahovou látku o další komponenty, například o živiny a podpůrné látky. Ty jsou podstatné pro rovnoměrné vzejití rostlin a jejich vyšší konkurenci vůči plevelům a stresům.

Obalování je u drobnosemenných plodin častou metodou pro umožnění přesného výsevu. Obalováním se zvětší objem a dodají výživné ochranné a stimulační látky. V běžném pěstování se obalování máku neosvědčilo pro nižší vzcházivost v nepříznivých půdněklimatických podmínkách a cenu osiva.

Kalibrace (separace) semen umožňuje získat z předčištěného a suchého přírodního osiva frakci, která vykazuje i v méně vhodných polních podmínkách nejlepší vzcházivost a vyrovnanost. Na základě fyzikálních vlastností semen separujeme semena plnohodnotná od semen se sníženou biologickou hodnou. Nejspolehlivějším způsobem, jak zvýšit semenářské vlastnosti osiva máku, je třídění semen na základě jejich měrné hmotnosti, např. pomocí pneumatického třídícího stolu. Osivo o vyšší HTS vykazuje vysoké hodnoty laboratorní klíčivosti a polní vzcházivosti.

Prehydratace (předklíčování) je speciální úprava osiva. Předností je zvýšení rychlosti a uniformity klíčení a vzházení. Podstatou je částečné nabobtnání semen. Tím semena přijmou potřebné množství vody umožňující aktivaci metabolických procesů. Nevýhodou je vyšší cena, riziko chyb a problematický výsledek. Na základně dvouletého výzkumu bylo nejlepší máčení semen ve vodě po dobu 5 hodin (Vašák et al., 2010). Prehydratace osiva byla realizována umístěním semen máku v prostředí deionizované vody, umístěné ve skleněných lahvích za současného provzdušňování. Poměr vody a semen byl 10 : 1 a teplota vody přibližně 15 °C. Doba expozice semen ve vodě se v rámci jednotlivých variant pohybovala od jedné do sedmi hodin. Po uplynutí konkrétní doby expozice byla hrubě oddělena voda od vzorku pomocí jemného sítky a vlhký vzorek byl v tenké vrstvě ponechán na listu filtračního papíru k dosoušení přibližně dva dny při vlhkosti vzduchu 42% a teplotě 22 °C (Pšenička, 2007).

Aplikace bioagens je ekologickou alternativou chemického moření. Využívá se fytoparazitická aktivita aplikovaných organismů (bioagens) k regulaci škodlivých patogenů přítomných na osivu či v jeho okolí. Účinnost ošetření závisí zejména na množství jednotek bioagens na semeni, době a způsobu aplikace. Ošetření nemá negativní dopad na hodnotu klíčivosti, pozitivně ovlivňuje klíčící rostliny a následně výnos (Vašák et al., 2010).

V experimentu byly hodnoceny možnosti využití předseťových úprav osiva máku (*Papaver somniferum* L.). Pro úpravy čtyř vzorků osiva máku byly použity hydratace, HWT, biologické a chemické ošetření. Hydratační úpravy neměly vliv na celkovou klíčivost upravených vzorků (v průměru všech vzorků). Malý pokles energie klíčení a nárůst střední doby klíčení (MGT) byl zjištěn u vzorků s delším trváním hydratační úpravy. Moření horkou vodou (HWT) při teplotách 50 °C a 52 °C s delšími expozicemi 20 a 25 minut způsobilo velké poškození upravených semen. Semenařské parametry vzorku 4 s vysokou vitalitou poklesly méně než u dalších variant úprav. Chemické a biologické ošetření neovlivnilo negativně celkovou klíčivost upravených vzorků, po chemickém ošetření došlo k mírnému poklesu energie klíčivosti v průměru upravených vzorků. Úspěch předseťových úprav je ovlivněn vitalitou původní partie osiv před úpravou. Vzorek partie 4 s originální vyšší energií klíčení dosáhl vyšších osivových hodnot i po úpravách (Pšenička, 2007).

4.6 Ošetřování máku během vegetace

Mák setý je vzhledem k drobnému semenu a pomalému růstu na počátku vegetace vystaven konkurenční schopnosti plevelů, které není schopen odolávat. Systém regulace plevelů v máku setém je poměrně dokonale propracován, problémem však mohou být příbuzné plevelné rostliny jako mák vlčí, mák pochybný, zemědělský lékařský aj.

Původci aktuálně nejvýznamnějších chorob máku jsou přenosní osivem, proto je nutné vysévat mořené osivo máku. Od vzcházení až do sklizně jsou všechny části makové rostliny silně poškozovány houbovými chorobami. Hospodářsky nejvýznamnějšími jsou plíseň máku, helmintosporiózy, plíseň šedá padlí a sklerociová hniloba. Fungicidní ošetření v první polovině vegetace se stalo nezbytnou součástí pěstitelské technologie.

Rovněž živočišní škůdci mohou způsobit mimořádně závažná poškození rostlin od vzcházení až do sklizně. Během vzcházení poškozuje rostliny krytonosec kořenový, stonky jsou deformovány sáním klopoušek a mšic, uvnitř stonku způsobují žír larvy žlabatky stonkové. Makovice jsou silně poškozovány krytonoscem makovicovým a bejlomorkami. Insekticidní moření osiva a opakované insekticidní ošetření se stalo nezbytnou součástí technologie pěstování máku (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

Regulace plevelů v máku

Mák setý je vzhledem k drobnému semenu a pomalému růstu na počátku vegetace vystaven **konkurenční schopnosti plevelů**, které není schopen odolávat. Základem úspěchu systému regulace plevelů v máku setém je regulace především vytrvalých plevelů (pýr plazivý, pcháč rolní aj.) v předplodině. Důležité je kvalitní zpracování půdy, příprava půdy a setí, což jsou předpoklady pro vytvoření vyrovnaného porostu máku (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

Ochrana máku proti chorobám a škůdcům

Původci aktuálně nejvýznamnějších chorob máku jsou **přenosní osivem** a mohou také přežívat na posklizňových zbytcích na pozemku. Proto je základním opatřením střídání plodin – to je zatím u máku dodržováno – a dále výsev zdravého osiva.

Mák je **velmi citlivý na poškození živočišnými škůdci**. Ještě v období okolo roku 2002 se většina významných škůdců této plodiny vyskytovala pouze na Moravě. Se vzrůstající pěstební plochou a relativně mírnými zimami v posledních několika letech se vyskytují všichni významní škůdci máku na celém území ČR (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

Regulace plevelů v období setí, vzcházení a háčkování

Základem systémů regulace plevelů v máku setém jsou **preemergentní aplikace** proti jednoděložným a dvouděložným jednoletým plevelům. Cílem těchto aplikací je odstranit konkurenci plevelů při vzcházení máku, a tím zajistit jeho růst. Preemergentně proti dvouděložným jednoletým plevelům se aplikují herbicidy chlorotoluron, mesotrione a do tří dnů po zasetí. Preemergentně se aplikuje proti jednoletým dvouděložným i jednoděložným plevelům herbicid isoxaflutole. Rizikem je použití na lehkých půdách, kdy dochází k fytotoxickému působení na mák setý.

Postemergentně je možné aplikovat herbicid chlorotoluron od 3 až do 4 pravých listů máku. Podmínkou je však dostatečně vyvinutá vosková vrstva na listech máku. Aplikace je možné provádět až po třech dnech po deštích. Na pozemcích, kde se vyskytuje svízel pšitula, je vhodné aplikovat herbicid fluroxypyr. **Proti jednoletým trávám** lze aplikovat postemergentní graminicidy propaquizafol fluazifop-P-butyl a fluazifop-P-ethyl a proti pýru plazivému propaquizafop a fluazifop-P-ethyl. Při aplikaci herbicidů v máku setém je nutné počítat s vysokým rizikem fytotoxicity. Regenerační schopnost máku setého je však velká (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

Ochrana proti chorobám a škůdcům máku v období setí, vzcházení a háčkování

Hned **po vzejtí máku** tj. brzy na jaře začínají být viditelné příznaky napadení **plísní máku**. Základní ochrana spočívá v dodržování víceletého odstupu pěstování máku na daném pozemku a ve výsevu zdravého, mořeného osiva.

Přibližně **od poloviny dubna do poloviny května** se projevuje **spála máku**, na jejímž vzniku mohou mít podíl houby. Ochrana spočívá ve výsevu zdravého, mořeného osiva, výběru pozemku s neslévavou půdou, pečlivé přípravě půdy před setím a setí do správné hloubky (5 – 10 mm, ne hlubší).

Brzy na jaře při vzcházení máku může porosty silně poškodit **krytonosec kořenový**. Obvykle ve druhé polovině dubna se v porostech objevují dospělci. Ochrana je nutná na celém území ČR. Základem je insekticidní moření účinnou látkou thiamethoxam nebo imidaclopris s beta-cyfluthrinem. V případě výskytu brouků se aplikují postřiky nebo granule s obsahem carbofuranu nebo se používá chlorpyrifos s cypermethrinem. Ošetření musí být provedeno bezprostředně po zjištění nebezpečí výstytu, škody vznikají velmi rychle. Ochrana je účinná pouze proti dospělcům, aby se jim kromě žíru znemožnilo kladení vajíček.

Během celé vegetace jsou rostliny máku poškozovány sáním **mšice makové**, která na stonku i listech vytváří velké kolonie. Proti mšicím je povoleno používat účinnou látku pirimicarb, bifenthrin a chlorpyrifos s cypermethrinem. Na počátku vegetace je účinná i aplikace carbofuranu (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

Regulace plevelů v období květu, tvorby makovic a dozrávání

U máku setého připadá v úvahu pouze aplikace herbicidu glufosinate-amonium před dozráváním rostlin, přibližně 10 – 14 dní před sklizní při plné zralosti makovic. Tato aplikace herbicidu má efekt především na jednoleté plevele. U vytrvalých plevelů, jako je pýr a pcháč, se dostaví efekt pouze na nadzemní části rostlin (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

Ochrana proti chorobám a škůdcům máku v období květu, tvorby makovic a zrání

Většinou až v průběhu června se objevují zřetelné příznaky **helmintosporiízy** na listech, případně stoncích. K dispozici je fungicidní ošetření, největší efekt má ošetření na počátku kvetení. V současné době lze toto ošetření doporučit jako samozřejmou součástí pěstební technologie. Mimo helmintosporiízu redukuje i houbu *Botryotina fuckeliana* (původce šedé plísně), která rostliny napadá zhruba od fáze 51 až do sklizně. Registrován je i biologický přípravek s deklarovaným obsahem oospor *Pythium oligandrum* (Polyversum). Tento přípravek je ale potřeba aplikovat vždy preventivně, nejlépe opakovaně 2x až 3x od počátku vegetace.

Ve fázi háčkování až počátku květu se v porostech máku, zejména v teplejších oblastech, objevují velcí brouci **krytonosce makovicového**. Ochrana se provádí ještě před květem proti dospělcům před kladením vajíček a povolena je účinná látka pirimiphos-methyl a neonikotinoidy acetamiprid a thiacloprid. Neonikotinoidy mají dobrou účinnost proti většině škůdců máku a splňují podmínku malé toxicity pro nečlověčí organismy, včetně včel (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

Přípravky registrované v České Republice

Tab. 5 – Herbicidy (Baranyk a kol., 2010)

Účinná látka	Přípravek	Obsah účinné látky	Registrant nebo zástupce	Další účinné látky	Aplikace
Acetochlor	Trophy	768 g/l	Dow AgroSciences	dichlormid	POST
Clomazone	Command 36 CS	360 g/l	F&N Agro ČR, spol. s r. o.		PRE
Dichlormid	Trophy	128 g/l	Dow AgroSciences	acetochlor	POST
Fluazifop-P-butyl	Fusilade Forte	150 g/l	Syngenta Czech s. r. o.		POST
Fluroxypyr	Starane 250 EC	250 g/l	Dow AgroSciences		POST
	Tomigan 250 EC	250 g/l	Agrovita, spol. s r. o.		POST
Glufosinate-ammonium	Basta 15	150 g/l	Bayer, s. r. o.		desikace
Chlorotoluron	Lentipur 500 FW	500 g/l	F&N Agro ČR, spol. s r. o.		PRE, POST
	Tolurex 50 SC	500 g/l	Agrovita, spol. s r. o.		PRE
	Toluron	500 g/l	Agro Alliance, s. r. o.		PRE, POST
Isoproturon	Isoproturon 500	500 g/l	AgroProtec, s. r. o.		POST
Isoxaflutole	Merlin 750 WG	750 g/kg	Bayer, s. r. o.		PRE
Mesotrione	Callisto 480 SC	480 g/l	Syngenta Czech s. r. o.		PRE, POST
Propaquizafop	Agil 100 EC	100 g/l	Agrovita, spol. s r. o.		POST
	Garland Forte	100 g/l	Dow AgroSciences		POST
Quizalofop-P-tefuryl	Pantera QT	40 g/l	Chemtura Europe Ltd.		POST

Tab. 6 – Fungicidy (Baranyk a kol., 2010)

Účinná látka	Přípravek	Obsah účinné látky	Registrant nebo zástupce	Další účinné látky
Azoxystrobin	Amistar Xtra*	200 g/l	Syngenta Czech s. r. o.	cyproconazole
Cyproconazole	Amistar Xtra*	80 g/l	Syngenta Czech s. r. o.	azoxystrobin
Kresoxim-methyl	Discus	500 g/kg	BASF, spol. s r. o.	
Mancozeb	Dithane DG Neotec	750 g/kg	Dow AgroSciences	
Metconazole	Caramba	60 g/l	BASF, spol. s r. o.	
Prochloraz	Bumper Super	400 g/l	Agrovita, spol. s r. o.	propiconazole
Propiconazole	Bumper Super	90 g/l	Agrovita, spol. s r. o.	prochloraz
Prothioconazole	Prosaro 250 EC	125 g/l	Bayer, s. r. o.	tebuconazole
<i>Pythium oligandrum</i> Drechsler, oospory	Polyversum	1 x 10 ⁹ /g	Biopreparáty, spol. s r. o.	
Tebuconazole	Prosaro 250 EC	125 g/l	Bayer, s. r. o.	prothioconazole

Tab. 7 – Insekticidy (Baranyk a kol., 2010)

Účinná látka	Přípravek	Obsah účinné látky	Registrant nebo zástupce	Další účinné látky
Acetamiprid	Mospilan 20 SP	200 g/kg	Sumi Agro Czech, s. r. o.	
Bifenthrin	Talstar 10 EC	100 g/l	F&N Agro ČR, spol. s r. o.	
Cypermethrin	Cyperkill 25 EC	250 g/l	Arysta LifeScience Czech, s. r. o.	
	Nurelle D	50 g/l	Dow AgroSciences	chlorpyrifos
Chlorpyrifos	Nurelle D	500 g/l	Dow AgroSciences	cypermethrin
Pirimicarb	Pirimor 50 WG	500 g/kg	Syngenta Czech s. r. o.	
Zeta-cypermethrin	Fury 10 EW	100 g/l	F&N Agro ČR, spol. s r. o.	

Tab. 8 – Mořidla (Baranyk a kol., 2010)

Účinná látka	Přípravek	Obsah účinné látky	Registrant nebo zástupce	Další účinné látky
Beta-cyfluthrin	Elado FS 480	80 g/l	Bayer, s. r. o.	clothianidin
	Chinook 200 FS	100 g/l	Bayer, s. r. o.	imidacloprid
Clothianidin	Elado FS 480	400 g/l	Bayer, s. r. o.	beta-cyfluthrin
Fludioxonil	Cruiser OSR	8 g/l	Syngenta Czech s. r. o.	thiamethoxam, metalaxyl-M
Imidacloprid	Chinook 200 FS	100 g/l	Bayer, s. r. o.	beta-cyfluthrin
Metalaxyl-M	Cruiser OSR	33,3 g/l	Syngenta Czech s. r. o.	thiamethoxam, fludioxonil
Thiamethoxam	Cruiser OSR	280 g/l	Syngenta Czech s. r. o.	fludioxonil, metalaxyl-M

Účinky zavlažovací technologie na růst a výnos máku byly zkoumány ve dvou sezónách v Tasmánii. Zavlažování zvýšilo celkovou produkci sušiny a index listové plochy. Zavlažování, které přetrvávalo až do fáze stárnutí litů, zvýšilo celkový výnos morfinu až od 5 – 20 kg/ha ve srovnání s technologií bez zavlažování. Toto zvýšení bylo přičítáno k nárůstu počtu vedlejších makovic. Protože mají účinky

závlahy vliv na celkovou produkci sušiny, byla vypracována technologie pěstování se zavlažováním. Pro maximální výtěžek je vhodné zavlažovat v množství 50 mm vody na m², a to z 50% ve fázi háčkování a z 50% ve fázi květu (journals.cambridge.org)

4.7 Choroby máku

Při pěstování máku je potřeba se zaměřit zejména na padání klíčících rostlin, deficit dusíku, hořčíku a draslíku; na poškození mrazem nebo nízkými teplotami, poškození rostlin hnojivy, pesticidy a larvami škůdců (Hudec, Gutten, 2007).

Srdéčková hniloba

Srdéčková hniloba máku je častou karencí chorobou, vznikající jako důsledek nedostatku bóru. Je častá na intenzivně obhospodařovaných půdách v řepařské výrobní oblasti.

Příznaky se objevují u rostlin ve fázi přizemní růžice. Postižené rostliny se opožďují ve vývinu, při dlouhém růstu nejmladší listy hnědnou, vzrostný vrchol zasychá a velmi často se nevytvoří květ. Vytvoří-li se květy, jejich korunní plátky se nerozvíjejí, nýbrž obalují ostatní květní orgány. Makovice jsou drobné, jednostranně deformované, obsahují málo nekvalitních semen nebo vůbec žádná semena (Čača a kol, 1981)

Plíseň maková

Původce choroby: peronospora arborescens (houba)

Symptomy

Plíseň se může projevovat dvěma odlišnými typy onemocnění. Při systemickém napadení mladých rostlin jsou rostliny zakrslé a deformované. Na horní straně listů se tvoří chlorotické skvrny a na spodní straně listů se v hranicích skvrn tvoří hustý šedý povlak. Infekce se zpravidla šíří od základu listu k jeho vrcholu. Napadené listy jsou na rozdíl od zdravých nápadně zhrubnuté, zkadeřavěné, křehké a jejich okraje se stáčí směrem dolů. Pro rozvinutou plíseň je typické hákovité ohýbání stonků pod makovice (ve tvaru písmene S). Napadené makovice jsou pokryty šedavým myceliem a semena jsou úplně znehodnocena (Prokinová E., 2006).

Průběh lokálních, sekundárních infekcí bývá pro rostliny méně škodlivý. Na listech se tvoří ostře ohraničené, žlutavé skvrny, které postupně hnědnou a nekrotizují. Houba jen velmi slabě sportuje na spodní straně listů a jemný šedý povlak je viditelný pouze při vlhkém počasí (Hudec, Gutten, 2007).

Vznik a vývoj choroby

Houba *P. arborescens* přezimuje v endospermu napadnutého osiva a na rostlinných zbytcích. Škodlivost choroby je variabilní, závisí zejména na výskytu a počtu primárních systemických infekcí. Čím častěji se na dané parcele pěstuje mák, tím vyšší je výskyt primárních – systemických infekcí. V případě vysokého výskytu plísně jsou známy i případy úplného zničení porostů (Hudec, Gutten, 2007).

Preventivní a biologická ochrana

Z agrotechnických opatření je důležité použití zdravého osiva z uznaných množitelských porostů, pěstování máku na stejném pozemku až po 3 – 4 letech, včasné vyjednocení vzešlých rostlin a rozrušení půdního škraloupu. Vysoký výskyt systemických (neléčitelných) infekcí bývá na lokalitách s častým pěstováním máku.

Je potřeba vyhýbat se pěstování máku ve vlhkých lokalitách a v hustém sponu. Průběh a škodlivost infekcí ovlivňuje i správná výživa rostlin. Vyšší dávky fosforu snižují škodlivost plísně, a naopak vysoké a jednostranné dávky dusíku zvyšují vnímavost rostlin a celkovou škodlivost primárních a sekundárních infekcí (Hudec, Gutten, 2007).

Obr. 3 – Plíseň maková – a) napadení mladých rostlin, b) sporangia patrná na spodní straně listu, c) napadení stonku s květenstvími (Anonym, 2010)



Helmintosporiíza máku

Původci choroby: *Pleospora papaveracea*, *Dendryphion penicillatum* (houby)

Symptomy

První symptomy helmintosporiízy se objevují už na mladých klíčících rostlinách. Kořenový krček napadených rostlin hnědne, zaškrcuje se a celá rostlina postupně odumírá. Později se na stoncích tvoří modročervené pruhy (pásky) dlouhé i několik centimetrů. Symptomy se na listech tvoří až v pozdějších růstových fázích, hlavně před kvetením. Jsou ve formě tmavohnědých, hranatých skvrn, ohraničených listovou žilnatinou. Za sucha skvrny zasychají a při vlhkém a deštivém počasí se pokrývají šedým povlakem mycelia a fruktifikačních orkánů houby.

Silně napadené makovice jsou malé, deformované, na povrchu modročerné nebo fialové, pokryté hustým tmavým povlakem konidioforů a konidií (zejména při

vlhkém a deštivém počasí). Někdy však bývají makovice vyvinuty normálně a jsou úplně bez vnějších symptomů. Při jejich otevření je vevnitř viditelné rozrostlé mycelium, které způsobuje tvorbu zrn ve shlucích u přepážek makovice, takže semena a celá makovina je úplně znehodnocena (Hudec, Gutten, 2007).

Vznik a vývoj choroby

Napadení báze rostlin se ve vysoké míře vyskytuje na jedincích poškozených larvami živočišných škůdců. Podobně i k infekci makovic a semene dochází přes bliznu nebo přes poškození způsobená krytonoscem makovicovým.

Houby – původci choroby přezimují na rostlinných zbytcích. Choroba může snížit výnos semene až o 30% (v krajinách s rozvinutým pěstováním máku, jako např. ČR, se ztráty na úrodě pohybují v rozmezí 10 – 40%), (Hudec, Gutten, 2007).

Preventivní a chemická ochrana

Preventivní opatření jsou stejná jako u plísně, důraz je třeba klást zejména na ochranu proti živočišným škůdcům. Z hlediska eliminace primárních infekcí je důležité moření osiva, kterým se zamezuje přenos choroby semeny (Hudec, Gutten, 2007).

4.8 Škůdci máku

Mšice maková – *Aphis fabae*

Symptomy

Vegetační vrcholy se deformují, tobolky – makovice jsou špatně vyvinuté, jsou zakrslé a deformované. Listy napadených rostlin žloutnou, na spodní straně listů lze pozorovat černohnědé kolonie mšic (Hudec, Gutten, 2007).

Vznik a vývoj poškození

Mšice maková patří mezi hlavní škůdce máku a může v případě silného výskytu způsobit vážné škody na rostlinách. Zimními hostiteli mšice makové jsou různé druhy keřů (brslen, kalina), na kterých přezimuje ve formě vajíček. V květnu a v červnu vyhledávají letní hostitele, kterými mohou být kromě máku i porosty bobu, fazolu apod. Během vegetace se může vytvořit 5 – 8 generací (Hudec, Gutten, 2007).

Preventivní ochrana

Preventivní ochrana spočívá v podpoře přirozených nepřátel, tj. používat přípravky, které tyto přirozené nepřátele neničí. Dále je potřebné omezovat výskyt hostitelských dřevin (brslen, kalina) v blízkosti pěstování máku (Hudec, Gutten, 2007).

Chemická ochrana

Chemickou ochranu je potřebné vykonat ihned po zjištění výskytu mšic (Hudec, Gutten, 2007).

Krytonosec kořenový – *Stenocarus ruficornis*

Symptomy

Mladé rostlinky máku mají v listech vyžraná malá okénka nebo jsou jejich srdéčkové listy zničeny úplně. Poškození na listech se podobá listů košťálové zeleniny dřepčíky. Tato poškození jsou způsobena imágy – dospělými jedinci. Larvy na začátku svého vývoje vytvářejí v listech chodbičky, později poškozují kořeny máku, v kterém vyžirají jamky a chodbičky. Rostliny postupně chřadnou, nekvetou a podléhají hnilobě. Na základě poškození krytonosem se na máku často následně vyskytuje helmintosporióza (houbová choroba), (Hudec, Gutten, 2007).

Vznik a vývoj poškození

Brouci přezimují v půdě. Na rostlinách máku se objevují v dubnu, kde se během tzv. úživného žíru živí listy. Oplodněné samičky kladou vajíčka do vykousaných jamek v hlavní žilce listu. Vylíhnuté larvičky nejdříve minují v listech, následně z listů vypadávají, zavrtávají se do půdy, kde poškozují kořeny. Larvy se v půdě i kuklí. Vylíhnutí dospělí brouci žijí na divoce rostoucích druzích máku až do doby přezimování. Krytonosec kořenový patří mezi významné škůdce máku i v souvislosti s následným výskytem helmintosporiózy (Hudec, Gutten, 2007).

Možnosti záměny s jinými škůdci

Kromě krytonosce máku pozorovat i krytonosce makovicového, který však nepoškozuje listy ve významné míře. Kořeny rostlin máku mohou být poškozovány kromě larev krytonosce kořenového i larvami jiných nespecializovaných škůdců, např. osenic. V případě, že se jedná o krytonosce kořenového, je možné na kořenech pozorovat 5 – 6 mm velké bílé larvy s tmavohnědou hlavou (Hudec, Gutten, 2007).

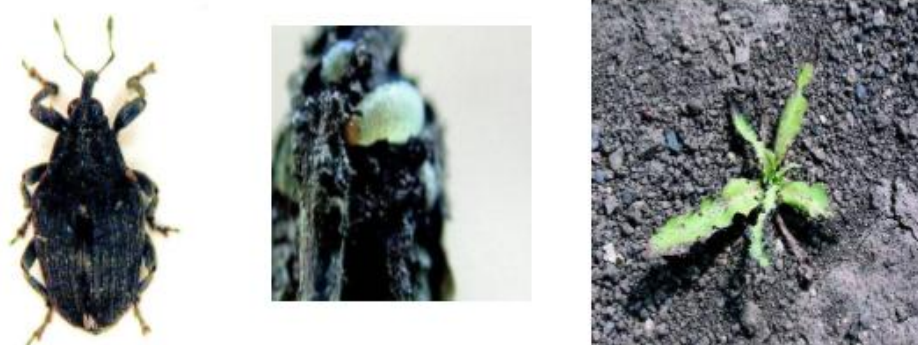
Preventivní ochrana

Preventivní ochrana spočívá zejména v co nejranějším výsevu a v kvalitní přípravě půdy, čímž jsou rostlinám vytvořeny dobré podmínky v začátečním vývojovém stadiu (Hudec, Gutten, 2007).

Chemická ochrana

Chemická ochrana se proti krytonosci kořenovému v zahrádkách neprovádí. Ve velkovýrobě je foliární insekticidní ochrana směřovaná do začátečního vývojového stadia rostlin, tj. do období čtyř až pěti pravých listů. Někdy se proti larvám krytonosce používají i granulované insekticidy, které jsou aplikovány při výsevu máku (Hudec, Gutten, 2007).

Obr. 2 – Krytonosec kořenový – a) dospělec, b) larva na kořenu, c) poškozené rostliny máku (Anonym 2011-2)



Krytonosec makovicový – *Neoglycianus macula* – alba

Symptomy

Na listech a stoncích napadených rostlin se nacházejí podlouhlé rýhy. Toto poškození je způsobeno dospělými jedinci – imágy, avšak v porovnání s poškozením způsobeným larvami nemá velký význam. Larvy jsou škodlivější, neboť vyžírají

vnitřní část makovic, tj. přepážky a tvořící se semena. Jsou příčinou tzv. červivosti makovic (Hudec, Gutten, 2007).

Vznik a vývoj poškození

Přezimují dospělí brouci v půdě, na místech, kde se v předcházejícím roce mák pěstoval. Na jaře poškozují listy a stonky. Vajíčka jsou pak kladena do rozvíjejících se makovic, obvykle ihned po rozvinutí květů. Samička před kladením vajíček vykousne do makovic otvor, do kterého zasune jedno vajíčko. Vylíhnuté larvy vyžirají přepážky a vyvíjející se semena. V jedné makovici se může nacházet i deset larev. Při silném přemnožení může být poškozeno 50 – 70% makovic (Hudec, Gutten, 2007).

Možnosti záměny s jinými škůdci

Poškození listů a stonků dospělými jedinci obvykle nebývá významné. Mnohem větší škody jsou způsobeny larvami, které svým žírem znehodnocují tobolky máku. Makovice mohou být poškozovány i larvami žlabatky makové, při jejímž napadení je však celá tobolka přeměněna na hálku. Larvy krytonosce makovicového se v tobolkách velmi často vyskytují společně s larvami bejlmorky makové, které jsou však menší a škodí sáním vyvíjejících se semen a stěn makovic. V případě, že se uvnitř tobolek nacházejí 6 – 7 mm velké, růžkovitě zahnuté larvy bělavé barvy, s největší pravděpodobností se jedná o krytonosce makovicového (Hudec, Gutten, 2007).

Preventivní ochrana

Z preventivní ochrany se doporučuje pozdnější výsev máku, což je však pravým opakem doporučení preventivních opatření proti krytonosci kořenovému. Proto nejdůležitějším preventivním opatřením zůstává výsev máku (pokud to možnosti dovolují), co možná nejdále od loňských ploch (Hudec, Gutten, 2007).

Chemická ochrana

V případě potřeby (v oblastech s častým výskytem škůdce) se chemická ochrana provádí v období před kvetením, ve stadiu tzv. háčkování máku.

Z ostatních méně významných škůdců máku lze dále připomenout **bejlmorku makovou** – *Dasyneura papaveris*, jejíž larvy vysávají vyvíjející se semena, v důsledku čehož se makovice nepravidelně vyvíjejí, jsou zakrslé a velmi často sekundárně napadené chorobami. Ochrana proti tomuto škůdci se neprovádí.

Larvy **žlabatky makové** – *Aylax minor* a **žlabatka makovicová** – *Aylax papaveris* se vyvíjejí uvnitř makovic, které přeměňují v hálky. Speciální ochrana se proti žlabatkám také neprovádí (Hudec, Gutten, 2007).

4.9 Sklizeň, čištění a kvalita semen máku a makoviny

Příprava porostu ke sklizni

Regulace dozrávání je velmi důležitým opatřením zejména u nevyrovnaných a zaplevelených porostů. Cílem je sladit nejednotné dozrávání porostu a snížit vlhkost sklizené hmoty.

Hlavní účely regulace dozrávání

- sladí nestejněmorné dozrávající spodní patra rostliny s vrcholem,
- sníží vlhkost semen i sklizené hmoty,
- usnadní sklizeň zaplevelených porostů (pozdní zaplevelení),
- omezí předsklizňové a sklizňové ztráty,
- omezí působení chorob a nepříznivých vlivů na výnos a kvalitu,
- sníží náklady na sklizeň a posklizňové zpracování (dosoušení)
- zkrátí období mezi zralostí a sklizní,
- umožní regulaci termínu sklizně,
- sklizeň je méně závislá na počasí,
- ošetřené porosty po deštích a rose lépe osychají.

Rostlina máku dozrává nerovnoměrně. Stonek usychá shora dolů, listy zdola nahoru. Stonek má nejvyšší obsah vody ve spodní a střední části. Dynamika dozrávání je rozdílná i u jednotlivých rostlin, především v závislosti na stupni větvení. Rovnoměrnost dozrávání určuje vzájemný poměr rostlin s jednou tobolkou a rostlin s několika tobolkami. Nerovnoměrné dozrávání porostu je způsobeno dodatečným větvením rostlin způsobeným opožděným přihnojením dusíkem, nevhodnou organizací porostu, nestejným rozmetáním dusíkatých hnojiv a půdní nevyrovnaností pozemku. Oddaluje termín sklizně a zvyšuje riziko znehodnocení produkce máku i makoviny. Mák z nedozrálých tobolek snižuje kvalitu sklizeného semene. Nevyzrálé semeno se při sklizni snadno mechanicky poškodí při průchodu sklízecí mlátičkou, poškozená zrna žluknou a způsobují zhořknutí máku. Latex vytékající z narušených nezralých tobolek může při sklizni potřísnit semeno máku a tím zvýšit obsah alkaloidů v semeni (Vašák et al., 2010).

Regulace dozrávání

Stanovení vhodné doby pro regulaci dozrávání je velmi důležitým rozhodnutím, zvláště u nevyrovnaných porostů. Předčasná aplikace zvyšuje podíl zaschnutých, nedozrálých a nevybarvených semen, snižuje HTS a výnos semen. Pro stanovení optimální doby pro aplikaci regulátoru dozrávání je rozhodující stav semen uvnitř tobolky. Regulaci dozrávání provádíme po odpadnutí většiny semen z přepážek uvnitř tobolky. Tobolka má žlutozelenou až světlehnědou barvu a semena uvnitř tobolky jsou tmavomodrá a na vzduchu přechází do modré barvy.

Dobré výsledky v regulaci dozrávání dosáhla kombinace přípravků Basta 15 v dávce 2,5 l/ha aplikovaná vždy + Spodnam DC, 1,25 l/ha. Nevyšší efekt má v letech, kdy dojde k rozvětvení a zmlazení porostů. Správně načasovaná aplikace sice nezvyšuje biologický výnos (dokonce jej mírně snižuje), prokazatelně však výrazně snižuje sklizňové ztráty semen i makoviny v důsledku dobrého vysušení porostu – sklizňové jednotnosti. To vede ke zvýšení výnosu semen o 9%. Uvedená kombinace řeší také pozdní zapelevelení a snižuje poměr zelených příměsí v makovině (Vašák et al., 2010).

Sklizeň

Obvyklý termín sklizně jarního máku je od poloviny července do začátku září s hlavním termínem od poloviny do konce srpna, týden po sklizni jarního ječmene. Mák nejčastěji sklízíme napřímo sklízecími mlátičkami ve směsi semen s makovinou. Sklizeň bez makoviny výrazně zvyšuje sklizňové ztráty, zhoršuje kvalit semen a způsobuje obtíže při posklizňovém skladování a čištění.

Předpokladem plynulé a bezztrátové sklizně je nepolehlý, suchý, vyrovnaný a bezplevelný porost. Sklizeň máku zahájíme v době, kdy došlo k oddělení semen máku od lamel uvnitř tobolky a při zatřesení mák uvnitř šustí. Všechny tobolky jsou suché a hnědé. Semeno máku v tobolkách má světle modrou barvu, kterou na vzduchu nemění. Sklízíme ihned po dosažení sklizňové zralosti, protože vlivem srážek dochází k vymývání alkaloidů z makoviny a negativně se mění fyzikální vlastnosti hmoty – drolí se (Vašák et al., 2010).

Sklizeň semen

Cílem seřízení funkce mechanismů žacího válu je především snížit sklizňové ztráty na minimum. Sklizňové ztráty zde vznikají vypadnutím posečených tobolek na zem před žací vál, nebo jejich odlomením před žací lištou činností přiháněče.

Ztráty na žacím válu jsou nejčastěji způsobeny především špatným stavem sklizeného porostu a seřízením žacího válu. Ztráty na žacím válu se zvyšují v řídkých porostech, kdy ustřižené rostliny přepadnou před žací lištu na pole. Tento nepříznivý vliv je možno zčásti eliminovat zvýšenou pojezdovou rychlostí (10 – 12 km/h) nebo použitím speciálního adaptéru pro sklizeň řídkých porostů. Jde o lodičkový adaptér pro sklizeň řídkých porostů. Je tvořen „lodičkami“ nasazenými na dvojici prstů žací lišty. Sklizená hmota prochází mezerami mezi lodičkami ke kose. Rostliny přepadlé přes žací lištu se zachytí v lodičce. Po naplnění lodiček tobolkami se zvednutím žacího stolu do horní polohy nasype obsah lodiček do lišty (Vašák et al., 2010).

Sklizeň máku s makovinou

Dvouúčelové pěstování máku pro sklizeň semene i makoviny a následná sklizeň makoviny obilní žací lištou je kompromisem, který potřeby farmaceutického využití máku řeší jen částečně. Princip mechanizované sklizně makoviny spočívá v hrubém rozbití tobolek, jejich propad oběma žaluziovými sítý spolu se semenem a dopravy do zásobníku. Sklízíme při vlhkosti máku do 10% a makoviny do 17%. Tyto hodnoty jsou hraniční pro posklizňovou úpravu bez dosoušení. V praxi je vhodné sklízet při vlhkosti o 2 – 3% nižší. Sklizeň makoviny musí respektovat požadavky šetrné sklizně máku pro potravinářské účely a současně kvalitní sklizně makoviny pro účely farmaceutické.

Požadavky na technologii sklizně makoviny:

- Maximální délka stonku pod tobolkou v rozmezí 5 – 15 cm,
- Hrubá drť makoviny s nízkým podílem prachu, listů a drobných úlomků,
- Minimální poškození semene,
- Nízké sklizňové ztráty semene i makoviny (Vašák et al., 2010)

Výnos máku je při sklizni do značné míry ovlivněn zvolenou technologií sklizně. Provozní měření při sklizni máku ukázala, že z hlediska ztrát máku je jednoznačně lepší sklízet mák společně s makovinou. Výnos máku se zvýšil z 1, 17 t/ha na 1,47 t/ha. Výnos máku při sklizni s makovinou se blíží bezztrátové ruční sklizni. Z výsledků měření vyplývá, že při sklizni máku s makovinou klesají ztráty máku z 25 % na 5 % (Kumhála a Vlk, 2001).

Skladování makoviny se semenem

Při výnosu semene máku 1 t/ha počítáme se sklizní směsí máku a makoviny 1,6 – 1,8 t/ha. Z tohoto množství získáme po separaci asi 8q semena a 3 – 4q kvalitní makoviny. Zbytek tvoří odpad sestávající se z drobných úlomků listů, stonků a tobolek, prachu a máku.

Směs makoviny a máku dosoušíme v halách s aktivním větráním. Vlhkost máku snižujeme pod 10 % a vlhkost makoviny pod 17 %. Suchou směs máku a makoviny je možné skladovat až do příští sklizně. Při plánování velikosti skladovacího porostu a větracího systému počítáme s objemem skladované směsi 5 – 7 m³ z hektaru sklizené plochy máku. Na každý ventilátor počítáme s objemem max. 70 - 80 m³ provětrávané směsi. Důležitou podmínkou je dodržení výšky naskladněné makoviny a urovnání jejího povrchu. Nerovnoměrnost povrchu způsobuje nerovnoměrnosti v množství vzduchu prostupujícího vrstvou makoviny a možnost vzniku kondenzační vrstvy (Vašák et al., 2010).

Separace makoviny

Kvalitu makoviny ovlivní nejen vhodné nastavení sklízecí mlátičky na poli, ale především separace od drobných příměsí a máku. Kvalitní makovinu lze získat na běžně používaných síťových předčističkách a čističkách. V praxi jsou používány standardní síťové předčističky CIMBRIA HEID DELTA 142, 143, vibrační síťové třídiče JK Machinery PVT nebo KUT, případně specializované separátory makoviny KUTM 100/300, 200/400, nebo osvědčené starší typy Petkus K 523-527, K545, K547.

Pokud makovinu separujeme v den sklizně (bez dosoušení), používáme síta s otvory o minimálním průměru 6 mm. Směs s vyšší vlhkostí a s obsahem zelených příměsí se hůře sype, na sítěch snadno vytváří shluky a ucpává síta.

Separaci makoviny a čištění máku nelze spojovat do jediné operace. Směs obsahuje různorodé frakce, proto je nutné provádět čištění v několika stupních. V první fázi provádíme pouze separaci makoviny bez ohledu na množství příměsí v máku a ve druhé fázi čistíme mák. Při separaci makoviny používáme u čističek místo dolních sít plechy (Vašák et al., 2010).

Čištění máku

Při čištění máku je požadována vysoká čistota výsledného produktu (až 99,9 %) a velmi šetrné zacházení se semeny. Čištění máku je považováno za specifickou oblast čištění zemědělských plodin. Klade vysoké nároky nejen na strojní vybavení

ale také na obsluhu čističky. Při čištění na sítích je možné oddělit frakce podle velikosti. U máku se často setkáváme s případy, kdy velikost semen plevelů je shodná s rozměry semen máku. Oddělení plevelů na sítích v tomto případě není možné. K jejich odstranění proto používáme pneumatické třídící stoly, které třídí semena na základě jejich měrné hmotnosti. Při sklizni a manipulaci s mákem dbáme na to, aby se semeno máku nepoškodilo. Pokud dojde k mechanickému poškození semen, mák rychle žlukne, zhořkne a snižuje se potravinářská jakost. Pro dopravu máku mezi jednotlivými stupni čištění je nejvýhodnější používat pásové dopravníky (Vašák et al., 2010).

Kvalita semen máku a makoviny

Semena máku se hodnotí normou ČSN 46 2312 jako pochutina a důraz je kladen především na senzorické vlastnosti, homogenitu barvy a poškozenost semen. Při prodeji se pěstitel nebo dodavatel musí řídit požadavky odběratele. Řada odběratelů se orientuje na obsah morfinu v semenech, který by se měl pohybovat v rozmezí 10 – 20 mg/kg semene.

Kvalita makoviny je doposud definována podnikovou normou pro nákup, kontrolu a přebírání makoviny č. 03-497-PNY ČR 2004 zpracovanou hlavním odběratelem makoviny – firmou Zentiva a.s.

V této normě je:

1. Charakteristika makoviny:

- Maková sláma – celá nadzemní část máku setého, kromě semen
- Makovina – vyprázdněné tobolky máku celistvé se stonkem dlouhým max. 15 cm
- Nečistoty – listy a jejich úlomky, semena máku, plevelů a jiné cizí organické a anorganické nečistoty

2. Technické požadavky:

- Vzhled – makovina musí být zdravá, suchá, bez plísní a škůdců, hnědožluté barvy se světlejším nebo tmavším odstínem. Musí být sklizená v čase plné zralosti, která je totožná s biologickou zralostí máku (Prugar a kol., 2008).

Tab. 9 – Hodnocení makoviny (Prugar a kol., 2008).

Znak	II. jakost	I. jakost
a) čistota	80–89,9	90–100
b) vlhkost	maximálně 17 %	
c) obsah morfinu do r. 2006	minimálně 0,25 %	
od r. 2007	minimálně 0,50 %	

Limitujícím faktorem pro odběr makoviny je obsah morfinu. Je nejvíce ovlivněn genetickým základem odrůd, který je více či méně modifikován ročníkem, tj. zvládnutím především houbových chorob. Další navýšení obsahu morfinu lze dosáhnout při mechanizované sklizni se sklízecími mlátičkami vybavenými adaptéry, které zajišťují sklizeň tobolek máku s co nejkratším stonkem, který svým nízkým obsahem morfinu ředí jeho obsah v makovině. Výrazné zhoršení obsahu morfinu je způsobeno deštivým počasím při sklizni, kdy dochází k jeho vymývání (Zukalová et al., 2005 in Prugar a kol., 2008).

Tab. 10 – Obsah morfinu v makovině odrůd máku (Prugar a kol., 2008)

Odrůda	Obsah morfinu (%)
Gerlach	0,44
Opal	0,64
Maraton	0,54
Malsar	0,70
Major	0,58
Buddha	1,85
CSISI KEK	2,12
CAIKI KEK	1,53
Lazur	1,01

Rozhodujícím faktorem pro tvorbu a ukládání farmaceuticky důležitých alkaloidů v máku, je kultivar, který je podmíněný geneticky. Kultivar (taxonomická jednotka nižší než druh) je tedy limitujícím faktorem pro úspěšnou sklizeň máku za účelem využití alkaloidů. Významné pro tvorbu a ukládání alkaloidů je také kombinace kultivaru a příznivého vegetačního období. Obecně platí, že teplé vegetační období působí nepříznivě na tvorbu lipidů. V důsledku negativní korelace mezi lipidy a bílkovinami, se zvyšuje obsah bílkovin – prekurzorů morfinu. Nízký

vliv na obsah morfinu mají půdní podmínky a zemědělská technika. Pokles obsahu morfinu může být způsobeno nemocí, útokem škůdců a vlivem nepříznivých faktorů. Například stres v důsledku nedostatku vody nebo vliv těžkých chovů. Zvýšení efektivity ukládání morfinu se provádí pomocí hnojení dusíkem, aplikací morforegulatorů, fungicidů, anebo kalibrace semen. Hlavním cílem v Evropě v dlouhodobém horizontu je vyšlechtit universální odrůdu máku s vysokým výnosem semen a současně s vysokým obsahem morfinu. Nutné je, aby se tato odrůda mohla využívat jak v potravinářském, tak i ve farmaceutickém průmyslu (www.agriculturejournals.cz, 2013).

4.10 Vliv hnojení na kvalitu máku

Při různých pokusech s hnojením máku setého reagoval mák buď zvýšením výnosu, či zvýšením obsahu alkaloidů v makovině, nebo obojím.

Dělené dávky dusíku a jejich účinnost ve výživě máku setého

Ve vegetačním nádobovém pokusu byla porovnáвана účinnost dělené aplikace dusíku ve výživě máku setého odrůdy Opál. Dusičnan amonný byl aplikován buď jednorázově na počátku vegetace, nebo dvakrát s druhou aplikací v době květu. Počet tobolek na rostlinu při sklizni stejně jako jejich objem narůstal s dávkou dusíku nepravidelně. Dělená aplikace N v jeho optimální dávce se statisticky vysoce průkazně uplatnila především u výnosu semene o zvýšení o 25,6% oproti shodné výši jednorázové dávky N. Obsah morfinu v makovině narůstal se stupňující se úrovní dusíkaté výživy 0,85 na 1,01%. Termín aplikace dusíku ovlivnil nepravidelně počet tobolek na rostlinu, jejich objem i koncentraci morfinu (Lošák, Richter, 2004).

Minerální výživa a produkce morfinu v máku setém

Minerální výživa máku byla studována ve svých účincích na výrobu morfinu. Hydrokultury byly prováděny s roztoky výživných prosakujících přes písek. Anion NO_3^- je neúčinnější formou dusíku k výrobě čerstvé hmoty – sušiny. Je v tomto ohledu lepší než forma amonná, která poskytuje větší obsah alkaloidů.

Fosfáty mají jen malý vliv na růst máku, ale velice dobře stimulují proliferaci květů a vývoj plodů, aniž by se zvýšil výrazně celkový obsah morfinu.

Hořčík a vápník jsou důležitými faktory. Nedostatek Mg přinese výrazné prodloužení stonků na počátku kvetení, nedostatek Ca způsobí pokles produkce a ukládání alkaloidů, zatímco více vápníku podpoří větší počet tobolek, výrazný nárůst sušiny a zvýší tvorbu morfinu.

Sodík bude podporovat rozvoj celé rostliny, tobolek, ale i produkci a obsah morfinu. Sodíkem by tedy už měly být hnojeny předplodiny (Costes, Milhet, Candillon, Magnier, 2006).

Vztah dusíku a síry ve výživě máku

Polní studie byla provedena pro odhad interakce dusíku a síry při hnojení na výnos semen, počet tobolek na rostlinu a koncentrace morfinu v makovině u odrůdy Opál. Přirozený obsah síranu síry v půdě byl 18,3 mg S-SO_4^{2-} na kg půdy. Jako hnojivo byl dodán síran amonný (20,5% N a 24% S), na úroveň 40 mg síranu síry. Dusík byl aplikován ve třech dávkách: 0,3, 0,6, 0,9 g N na kg. Dusík byl hnojením aplikován pomocí dusičnanu amonného (34,5% N). Hnojiva byla aplikována v 1. aplikaci po vzejití rostlin. Zvýšení výnosu semene ve všech variantách bylo statisticky vysoce významné, tj. o 54,8 – 143,7%. Zvýšení úrovně síranové síry v půdě vedlo k významnému zvýšení výnosů o 12,6%, ale pouze ve spojení s nejnižší dávkou dusíku. V druhém případě se společným hnojením dusíkem se sírou žádný statisticky významný účinek nedostavil.

Koncentrace morfinu v makovině se během všech variant měnil pouze nepatrně, tj. 0,63 – 0,76%. Nejvyšší dávka dusíku vedla k nejvyššímu obsahu

morfinu, ale síra neprokázala žádné významné účinky. Rostoucí obsah morfinu závisí na zvyšujícím se obsahu dusíku v půdě (Lošák, Páleníček, 2005).

Vliv formy síry na příjem rostlinou máku

Opakovaný polní pokus byl proveden na půdách s nedostatkem síry. K dispozici byly 4 formy síry (S, SO₄, SO₄ + S v poměru 1:1 a S) aplikovány pomocí S prášku, sádry a pyritu ve třech dávkách (30, 60 a 90 kg S/ha). Zkoumán byl výnos semene a kvalita máku. Maximální nárůst o 18,6 a 28,2% byl pozorován u dávky 60 kg S/ha aplikované jako SO₄ + S. Aplikace síry zvýšila obsah oleje o 1,5%, dusíkatých látek o 3,1%, o 2,8% obsah kyseliny linolové a celkový počet nenasycených mastných kyselin o 2,1% v oleji. Obsah alkaloidů byl pozitivně ovlivněn ve vysoké míře, ale nezávisel na formě aplikované síry (Subrahmanyam, Verma, Naqvi, Singh, 1992).

Změny morfinu, kodeinu a thebainu v tobolkách máku během zrání

Během období jednoho roku byly sledovány změny v makovině polního a skleníkového máku. Procento morfinu a kodeinu dosáhlo své maximální hodnoty 1,57% a 0,1%, a to 5 týdnů po plném květu v polních podmínkách. Jejich obsah se měnil málo, až do 11. týdne, kdy byly ztráty 35 a 32% z celkového obsahu morfinu a kodeinu. To souviselo s vysokým úhrnem srážek a relativní vlhkostí, což dovolilo rozmach plísní a snížení sušiny tobolky o 28%. Poté následoval mírný pokles až do 13. týdne. Celková ztráta 58% byla zaznamenána během 13 týdnů.

Za skleníkových podmínek se obsah morfinu a kodeinu zvýšil pouze nepatrně. Jejich maximální koncentrace byla 1,89% morfinu a 0,16% kodeinu. Koncentrace thebainu rychle klesla v průběhu prvních týdnů po plném květu (Hofman PJ, Menary RC (1980).

5 Využití máku

Téměř všechna produkce máku je určena pro potravinářství, makovina je využívána ve farmacii. Mák se široce používá především při přípravě makového pečiva. Přes 4/5 produkce jsou exportovány, především do slovanských zemí, kde je mák tradiční pochoutkou. V západních zemích jsou makové produkty často pokládány za nevhodné, protože je částečně mylně předpokládáno, že obsahují návykové látky (cs.wikipedia.org).

Využití máku je široké – využívá se v odvětví potravinářského průmyslu až po výrobu drog. Mák podle využití dělíme na:

- **Mák olejný** – využívá se v potravinářství
- **Mák opiový** – využívá se ve farmaceutickém průmyslu a nelegálně také při výrobě drog (www.o-maku.estranky.cz).

5.1 Potravinářské využití máku

Semeno máku se vyskytuje v široké škále barev a odstínů. Barva semen může být bílá, žlutá, okrová, červená, fialová, hnědá, modrá, šedá a černá. Z těchto barevných forem mají větší uplatnění pouze šedá, bílá a modrá. Pro oblast střední Evropy je typický modrotmenný mák. Je to běžně užívaný mák pro potravinářské účely.

Zralá semena slouží:

- k výrobě makového oleje
- jako náplň do moučníků a koláčů
- ke zvýraznění chuti při vaření i pečení – chuť připomíná oříšky

Mák řadíme mezi chlebová koření – používá se k sypání sladkého i slaného pečiva. Rozemletý mák se přidává do směsí ostrých koření pro zlepšení konzistence a zvětšení hmotnosti a také ke zlepšení chuti. Díky vysokému obsahu oleje je mák významnou olejninou a nahrazuje se s ním dražší olivový olej. Okvětní lístky máku se po sběru suší a vzniklá droga se používá do čajů proti nachlazení. Mák se často využívá při dietách. Je vhodný například při bezlepkové dietě, dietě při osteoporóze nebo dietě při dně (www.o-maku.estranky.cz).

5.2 Průmyslové a jiné využití máku

Využití ve farmacii – Mák opiový

Stonek, listy a také nezralé makovice obsahují nebezpečné alkaloidy (např. morfin, kodein, thebain nebo papaverin). Semeno máku opiového se prakticky nevyužívá, protože vlivem poškození rostlin při získávání opia je semeno špatně vyvinuté.

Nejdůležitějším alkaloidem je morfin a ten působí:

- **analgeticky** – snižuje vnímání bolesti
- **narkoticky** – vyvolává spánek a pocity slasti

V lidském těle se morfin relativně dobře a rychle vstřebává. Ovlivňuje také centrální nervový systém a tím působí na svalová vlákna, tlumí pocit bolesti, ovlivňuje dýchání atd. V lékařství se morfin užívá jako silné analgetikum, ale při jeho užívání dochází ke vzniku návyku (tzv. morfinismus). Morfin působí stimulačně a neuroticky (www.o-maku.estranky.cz).

6 Ekonomika máku

Turecko je po České republice hlavním světovým producentem máku. Donedávna tomu bylo právě naopak. Teprve před třemi lety vystřídala naše republika Turecko na pozici největšího světového producenta. To mimo jiné znamená, že tyto dva státy jsou zároveň vzájemnými konkurenty na světových trzích s touto komoditou (Dvořáková a kol., 2008).

Míra rentability pěstování máku je od vstupu České republiky do Evropské unie velmi dobrá. Naše republika do velikosti pěstební plochy máku zaujímá vedle Turecka druhé místo v Evropě i ve světě. Postupně došlo k nárůstu ploch i zlepšení pěstitelské technologie a v důsledku kombinace těchto faktorů je téměř 2,5násobný nárůst produkce semen máku v posledním desetiletí.

Doposud více než 90% produkce je ubytováno do zahraničí a to především do slovanských zemí (Polsko, Rusko, Bělorusko, Ukrajina) a zemí, které jsou ovlivněné slovanskou kuchyní, případně zámořských států, kde žijí slovanští krajané.

V roce 2007 došlo k významnému nárůstu cen hlavních zemědělských komodit a tento vývoj zasáhl pozitivně i produkci semen máku. Závratné tempo růstu cen máku v současnosti by mohlo přinést i negativa ve formě ohrožení našeho trhu zeměmi schopnými plošně pěstovat semenný mák, jakými jsou například Maďarsko, Ukrajina, Francie, Rakousko nebo Afganistán. Naše postavení na trhu může také ohrozit konkurence v kvalitě produkce (Zukalová H. a kol., 2009).

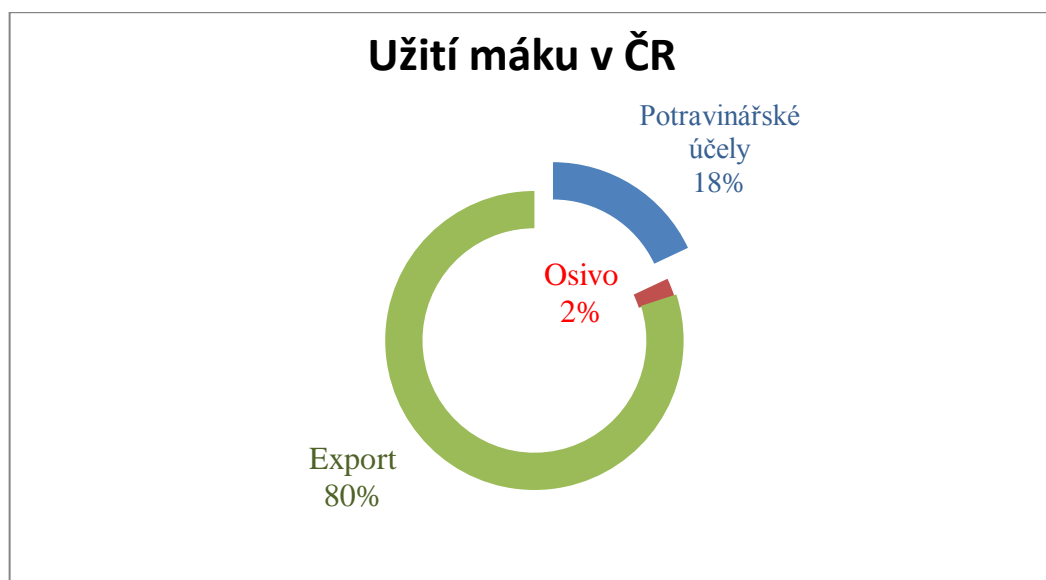
Tab. 11 – Porovnání cen semen máku v prvním čtvrtletí roku 2007 a 2008 (Kč/kg), (Zukalová H. a kol., 2009)

Rok	Leden	Únor	Březen
2007	39,1	40,9	45,8
2008	67,5	75,4	83,8
Zdroj: ČSÚ			

Klíčovým odbytištěm máku modrého je export. Mák modrý, společně s dalšími olejninami, zůstává především pro zemědělce, ale i exportéry máku, jednou z mála ziskových prodejních komodit.

Český mák je vzhledem ke své cenové dostupnosti a obvyklé výtečné kvalitě ve světě velice dobře hodnocen a často také preferován před máky jiných proveniencí, např. z Turecka, Holandska, Maďarska, Polska či Austrálie. Export sklizně českého máku se v největší míře realizuje v období od srpna (září) do prosince daného roku. V uvedeném období se obvykle vyváží až 2/3 celkového objemu máku určeného pro export. Zbylá část objemu máku pro vývoz se pak vyváží průběžně a pravidelně v období mezi lednem a červnem následujícího roku (Bechyně, 2001).

Graf 1 – Užití máku v ČR (Bechyně, 2001)



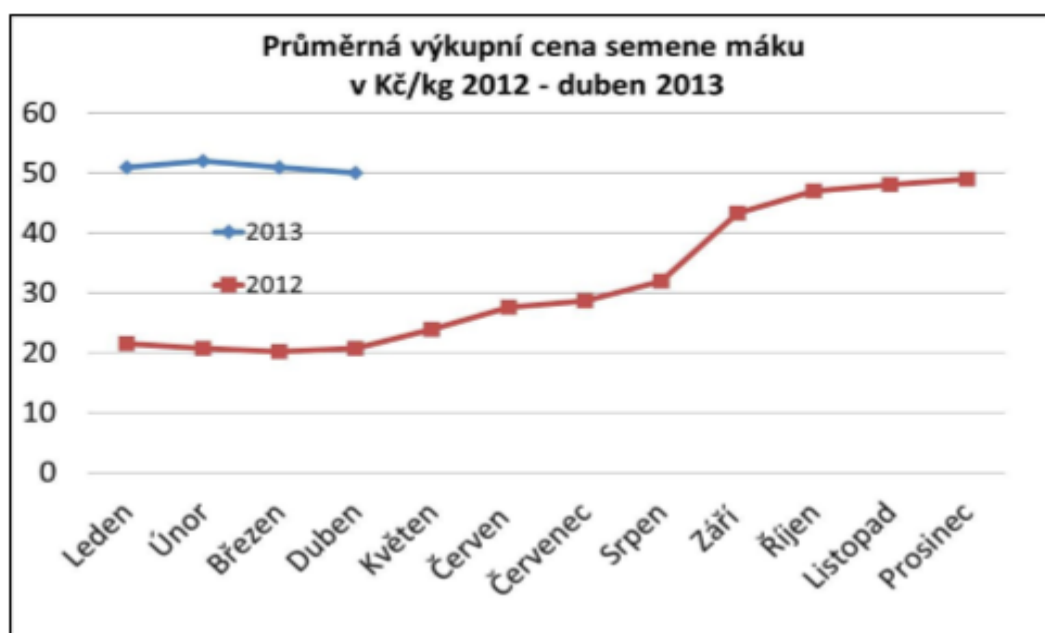
Mák setý v číslech za rok 2012 - 2013

Celkové množství sklizeného semene máku v roce 2011 bylo 26 918 tun. Oseto bylo 31 495 hektarů s průměrným výnosem 0,85 tuny z hektaru. Výkupní cena máku nepřesáhla v zimních měsících 2011/2012 22 Kč/kg. V období února 2012 byl vysoký tlak na snížení ceny máku, v tomto období byla zaznamenána nabídka okolo 16 Kč/kg. Rok 2012

Rok 2012

V roce 2012 byla osetá plocha mákem setým v ČR 18 363 hektarů. Což je snížení výměry o 13 132 hektarů (41,7 %) oproti roku 2011. Toto razantní snížení pěstitelských ploch je důsledek dlouhotrvajících nízkých výkupních cen máku a vyšších cen ostatních komodit. V roce 2012 většina pěstitelů začala se setím máku poměrně brzy, již okolo 20. března. V období vzcházení máku přetrvávaly poměrně nízké teploty (noční teploty i hluboko pod bod mrazu). Porosty vzcházely postupně, vlivem bylo také dlouho trvající sucho. Na některých pozemcích se vyskytly rostliny s děložními lístky, tak i rostliny, které začínaly tvořit čtvrtý pravý list. Tyto vlivy tedy měly negativní vliv na dobu vzcházení, která přesáhla v některých lokalitách i tři týdny. Porosty máku byly stresovány nejprve jarními mrazy, poté extrémním suchem. Počátkem července postihly porosty silné bouřky, které na některých místech poměrně dobře vypadající porosty silně poškodily.

Graf 2 – Průměrná výkupní cena semene máku (Čtvrtečka, 2013)



Během dubna 2012 se ustálila na ceně 25 Kč/kg, kde také poměrně dlouhou dobu ustrnula. Od počátku června cena neustále stoupala až na 37 Kč/kg na počátku sklizně. Při podpisu smlouvy v červenci na novou sklizeň jsme zaznamenali cenu okolo 40 Kč/kg. Tato cena byla od roku 2008 zatím nejvyšší. Na druhou stranu není vhodné pomýšlet na velmi vysoké ceny z roku 2008.

Na přelomu září a října 2012 začala cena máku po poměrně dlouhé době posilování výkupní ceny mírně stagnovat. V období listopadu 2012 se cena máku pohybovala mezi 46 - 48 Kč/kg. Byl to dočasný jev, kdy byl momentální dostatek máku k obchodování. Poptávka po kvalitním potravinářském máku nadále převyšovala nabídku. Na počátku roku 2013 cena osciluje okolo 50 Kč/kg. Tento trend přetrvává i v prvním čtvrtletí roku. Očekávaná produkce máku v roce 2012 meziročně klesla přibližně o polovinu, a to na 13 tis. tun v důsledku výrazného snížení osevní plochy na 18 tis. ha (-41,7 %) i nižšího odhadovaného výnosu 0,70 t/ha (-17,6%).

Rok 2013

V roce 2013 se osetá výměra máku mírně zvýší oproti minulému roku. Odhadem by mohlo být oseto okolo 23 tis. ha. Tato skutečnost bude přesně doložena prvními údaji z ČSÚ na počátku června. Tento vývoj naznačuje relativní jistotu v poptávce po kvalitním potravinářském máku. To potvrzuje i značný zájem jednotlivých obchodních a zpracovatelských firem o uzavření výkupních smluv na novou produkci máku za poměrně přijatelné ceny. V letošním roce většina pěstitelů máku začala s výsevem v polovině dubna. Dřívější termín setí (přelom března a dubna) mohl být proveden jen u zlomku pěstitelů. U ploch založených v polovině dubna bylo zaznamenáno vzcházení už týden od zasetí. To je výsledek poměrně vysokých denních i nočních teplot a dostatečné vlhkosti půdy. Velkým hráčem ve vývoji ceny je v neposlední řadě také průběh počasí během vegetačního období. Z minulých let to jsou mrazy během vzcházení, následná sucha a vydatné srážky během dozrávání (Čtvrtečka, 2013).

Výkup makoviny v ČR

Stále více pěstitelů máku se rozhoduje zlepšit ekonomiku pěstování máku tzv. bezzbytkovou technologií sklizně, kdy společně se semenem máku je sklizena i významná farmaceutická surovina – makovina. Na rozdíl od semene máku lze u makoviny počítat se stabilní cenou a realizací veškerého sklizeného množství.

Uvážíme-li, že z 1 ha můžeme sklidit 300 – 600 kg makoviny (obvyklý poměr u sklizeného semene a makoviny je 3:2) a počítáme-li s cenou 6 – 13,- Kč za 1 kg můžeme počítat se ziskem z 1 ha 2000 – 7500,- Kč. Rozhodně se vyplatí při sklizni máku pečlivě dbát na seřízení sklizňových mlátiček tak, aby množství a kvalita makoviny byly co nejvyšší (Bechyně, 2001).

7 Závěr

Mák setý má v českých zemích až tisíciletou tradici. Původně byl pěstován jako olejnina a později i jako pochutina. Nyní se pěstuje většinou jako potravina, v malém měřítku však i pro lisování oleje. Z makoviny se vyráběla léčiva, ale to byl jen druhořadý význam pěstování máku.

Mák se dá úspěšně pěstovat ve všech produkčních oblastech ČR. Je vhodné se vyvarovat lokalit s jarními přísušky. Mák je na vodu v počátečních vývojových fázích velmi náročný. Půdy jsou nejlepší strukturní, humózní, drobtovité.

Jednoznačně lze doporučit osivo od renomovaných množitelů. Na výběr je mnoho odrůd. Nejběžnější a nejuniversálnější jsou odrůdy Major, Maraton a Opal, které vykazují i vyšší odolnost k herbicidnímu poškození, poléhání a mají nejlepší modrosemennou barvu i chuť. V každém případě je vhodné mořené osivo.

Pro mák jsou vhodné orební i bezorební předseťové přípravy půdy. Při použití minimalizace doporučujeme závěrečné kypření na minimální hloubku 15 cm. Při orebním zpracování doporučujeme podzimní urovnání povrchu půdy, abychom omezili jarní přípravu na minimum. Na jaře připravujeme půdu pouze branami do hloubky 5 cm. Vyséváme do prohřáté a strukturní půdy. Setí nesmíme uspěchat, jelikož hrozí zamazání a tím pádem nevzejítí. Výsevek je obvykle od 1,2 až 1,7 kg/ha a do hloubky max. 2 cm.

Mák je náročný na živiny. V půdě musí být dostatečná zásoba. Při nedostatku fosforu dáme před předseťovou přípravou Amofos v dávce 100 – 150 kg/ha. Při preemergentním postřiku herbicidem Callisto 480 SC je možné dát tank mix s DAM 390 v dávce 200 l/ha. Dohnojíme ve fázi cca 6 listů dalších 40 kg N pevnými hnojivy nebo DAM 390. Mikroprvky jako bór aplikujeme ve fázi 4 – 8 plně vyvinutých listů.

Základem ochrany proti chorobám je moření Cruiserem OSR. Na list doporučujeme aplikovat registrované fungicidy a to Caramba 0,8 l/ha, čímž se zpevní a mírně zkrátí stonek a zamezí se tak poléháním. Po objevení požerků nebo brouků uděláme plošný postřik insekticidem. Ošetřovat je ekonomické do 8 listů máku

a výšky cca 10 cm. V teplejších oblastech škodí krytonosec makovicový. Chemická ochrana se doporučuje podle napadení ve fázi háčkování poupat.

Pokud se v porostu objeví pozdní zaplevelení nebo je porost řídký a nadměrně větvený, dedikujeme. Registrována je Basta 15 v dávce 2,5 – 3 l/ha – je vhodné přidat lepidlo Spodnam DC. Aplikaci provádíme, kdy se semena na hlavním stonku oddělila od přepážek v tobolce.

Mák je nejvhodnější sklízet při vlhkosti semen 10% a to pouze ve směsi semen a makoviny.

Zralá semena máku slouží k výrobě makového oleje, jako náplň do moučníků a koláčů a ke zvýraznění chuti při vaření i pečení. Mák řadíme mezi chlebová koření – používá se k sypání sladkého i slaného pečiva. Díky vysokému obsahu oleje je mák významnou olejninou.

Stonek, listy a také nezralé makovice obsahují nebezpečné alkaloidy (např. morfin, kodein, thebain nebo papaverin). V lidském těle se morfin relativně dobře a rychle vstřebává a působí na centrální nervový systém. Morfin se používá jako silné analgetikum.

Míra rentability u máku je od vstupu České republiky do EU velmi dobrá. Naše republika je po Turecku druhou největší zemí v míře pěstování máku. Postupně došlo k nárůstu ploch a k zlepšení pěstitelské technologie. Doposud více než 90% produkce je odbytováno do zahraničí a to zejména do slovanských zemí. V roce 2007 došlo k významnému nárůstu výkupních cen hlavních zemědělských komodit, hlavně máku. V období od ledna 2007 do března 2008 vzrostla cena máku z 39,1 Kč na 83,8 Kč. Klíčovým odbytištěm máku je export. 80% z vyprodukovaného máku je určeno pro export, 18% pro potravinářské účely a zbylá 2% slouží jako osivo. V roce 2012 byla výkupní cena máku mezi 46 – 48 Kč/kg. Na počátku roku 2013 byla cena okolo 50 Kč/kg.

8 Použité zdroje

Anonym (2010) Falscher Mehltau an Wintermohn (Peronospora arborescens) AGES, Wien [cit dle 12. 12. 2010] [online] Dostupné na <
<http://www.ages.at/ages/landwirtschaftlichesachgebiete/pflanzengesundheit/feldbau/falscher-mehltau-an-wintermohn/>

Anonym (2011-2) Krytonosec kořenový, Syngenta [cit dle 2. 1. 2011] [online] Dostupné na <
<http://www.syngenta.com/country/cz/cz/resenisyngenta/skudci/Pages/krytonosec-korenovy.aspx>

Anonym (2013) Mák setý, Wikipedia [cit dle 1. 3. 2014] [online] Dostupné na <
http://cs.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1k_set%C3%BD

Anonym (2014) Využití máku, Vše o máku [cit dle 30. 3. 2014] [online] Dostupné na <
<http://www.o-maku.estranky.cz/clanky/vyuziti-maku.html>

Baranyk P. a kol., (2010): Olejniny, Vydavatelství Profi Press s.r.o., Praha, 206 s.

Bechyně M. (1993): Pěstování máku. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, Praha, 36 s.

Bechyně M., Kadlec T., Vašák J. a kolektiv (2001): Mák, Ing. František Savov v edici SEMAFOR, Praha, 127 s.

Bergmann (1986): Výživa rostlin. In Mák, Powerprint s.r.o., Praha, 352 s.

Cihlář P., Vašák J., Kostek Z., Zukalová H. (2006): Technologie máku setého v letech 2000 – 2005. In: 4. Makový občasník, ČZU Praha, KRV, Libčany, Větrný Jeníkov, Vsisko, 36 s.

Costes, Milhet, Candillon, Magnier (2006): Mineral nutrition and morphine production in Papaver Somniferum, [cit dle 10. 4. 2014] [online] Dostupné na <
onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-3054.1976.tb03936.x/abstract

Čača a kol. (1981): Zemědělská patologie, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 336 s.

Čtvrtečka (2013): Semináře pro pěstitele máku, slunečnice a řepky olejné s exkurzí na polní přehlídky odrůdových pokusů; Sborník vzdělávacích materiálů pro účastníky seminářů v rámci Programu rozvoje venkova České republiky; r.č. 11/013/1310b/163/00809, [cit dle 10. 2. 2014] [online] Dostupné na <<http://www.spzo.cz/wp-content/uploads/2013/05/Sbornik-mak-slunecni2013.pdf>

Dvořáková a kol. (2008): Ekonomika pěstování máku, Úroda 11/2008, str. 33 – 35.

E. Matyášová, J. Novák, I. Stránská, A. Hejtmanová, M. Skalický, K. Hejtmánková, V. Hejnák (2011): Production of morphine and variability of significant characters of *Papaver somniferum* L., Agriculture Journals [cit dle 16. 3. 2014] [online] Dostupné na <<http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/47529.pdf>

Fábry A. (1992): Olejniny. MZe ČR, Praha, 332 s.

Fábry A. a kol. (1975): Řepka, hořčice, mák a slunečnice. VŠZ Praha, 358 s.

Hudec, Guten (2007): Encyklopedie chorob a škůdců, Copmuter Press, Brno, 359 s.

Hunter (1982): Dusík v půdě. In Mák, Powerprint s.r.o., Praha, 352 s.

Chung B. (2013) The effect of irrigation on the growth and yield components of poppies (*Papaver somniferum* L.) [cit dle 30. 3. 2014] [online] Dostupné na <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=4809176>

Kazda J., Prokinová E., Ryšánek P. (2010): Encyklopedie chorob a škůdců, polní plodiny, Profi Press, Praha, 399 s.

Knop K. (1971): Agrochemie 10, č. 5, str. 148 – 151.

Kumhála a Vlk (2001): Sklizeň máku s makovinou. In Mák, Powerprint s.r.o., Praha, 352 s.

Lošák, Páleníček (2005): Using nitrogen and sulphur for the poppy (*Papaver somniferum* L.) nutrition. [cit dle 10. 4. 2014] [online] Dostupné na <http://scholar.google.cz/scholar?rlz=1C1AVSX_enCZ413CZ413}&espv=2&es-sm=122&um=1&ie=UTF-8&lr=&cites=3273029588886141

Lošák, Richter (2004): Split nitrogen doses and their efficiency in poppy (*Papaver somniferum* L.) nutrition, [cit dle 10. 4. 2014] [online], Dostupné na < www.agriculturejournals.cz/publicFiles/52791.pdf

Pazdera J., Pšenička P., Kettnerová J. (2013): Pre-sowing treatments of poppy (*Papaver somniferum* L.) seed, *Scientia agriculurae bohémica*, volume 38, Czech university of Life Sciences Prague, str. 123 – 127, [cit dle 16. 3. 2014] [online] Dostupné na < <http://www.czu.cz/cs/?r=319&mp=sab.detail&sab=14#76>

Prokinová E. (2006): Plíseň máku. In Sborník odborných seminářů Mák, 5. makový občasník, ČZU v Praze, str. 46 – 48.

Prugar J. a kol. (2008): Kvalita rostlinných produktů, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., Praha, 327 s.

Pšenička P., Vašák J., Cihlář P. (2007): Nové trendy v úpravě osiva máku. In: Sborník odborných seminářů Mák v roce 2007, 6. Makový občasník, ČZU v Praze, str. 22 – 25.

Richter R., Lošák T., Škarpa P. (2007): Výživa máku vyžaduje komplexní přístup. In: Sborník z konference Mák v roce 2007, Praha, ČZU v Praze, str. 28 – 34.

Richter R., Lošák T. (2004): Aktuální otázky výživy máku. In: Sborník odborných seminářů Mák v roce 2004, 3. Makový občasník, ČZU v Praze, 43 s.

Schreier (2001): Hnojení rostlin. In Mák, Powerprint s.r.o., Praha, 352 s.

Subrahmanyam, Verma, Naqyi, Singh (1992): Effect of forms of sulphur on yield and quality of seed, oil and alkaloids of Opium Poppy (*Papaver Somniferum* L.) [cit dle 10. 4. 2014] [online] Dostupné na < www.actahort.org/books/306/306_57.htm

Vašák J. (2010): Mák, Powerprint s.r.o., Praha, 352 s.

Zukalová H. a kol. (2005): Hodnocení makoviny. In: Kvalita rostlinných produktů, 2008, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., Praha, str. 232 – 234.

Zukalová H. a kol. (2008): Odbyt máku limituje jeho kvalita, Úroda 11/2008, str. 33 - 36.

Zukalová H. a kol. (2009): Perspektiva odbytu semen máku a jeho rizika, Úroda 2/2009, str. 24 – 26.