

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Vliv velikosti výsevku, dusíkaté výživy a aplikace fungicidů
na výnos semen máku setého (*Papaver somniferum L.*)**

Bakalářská práce

Autor práce: Jana Hrušková, DiS.

Vedoucí práce: Ing. Pavel Cihlář, Ph. D.

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv velikosti výsevku, dusíkaté výživy a aplikace fungicidů na výnos semen máku setého (*Papaver somniferum L.*)" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Pavlu Cihlářovi Ph.D za odborné vedení mé bakalářské práce, za cenné rady pro její zpracování, za pomoc při hodnocení daného pokusu a hlavně za velmi pozitivní a přátelský přístup a ochotu. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za velkou podporu během studia.

Vliv velikosti výsevku, dusíkaté výživy a aplikace fungicidů na výnos semen máku setého (*Papaver somniferum L.*)

Souhrn

Pěstování a konzumace máku setého (*Papaver somniferum L.*) má v České republice dlouholetou tradici. Česká republika byla největším pěstitelem máku na světě a v současné době stále patří mezi jedny z nevýznamnějších producentů. V posledních letech se ale čeští pěstitelé potýkají s kolísáním cen máku a s tím souvisí jejich snaha o to, zajistit co největší a stabilní výnosy.

U máku jsou nejdůležitější výnosové parametry především množství a kvalita semen v tobolkách (pro použití v potravinářském průmyslu) a obsah alkaloidů v makovině (pro farmaceutické využití).

Na jednotlivé výnosové parametry má při pěstování máku vliv několik důležitých faktorů. Jsou to hlavně klimatické a půdní podmínky. Některé faktory, jako jsou aktuální teploty, povětrnostní podmínky a množství srážek, pěstitelé nemohou ovlivnit. Ale velké množství těchto faktorů mohou ovlivňovat správnými agrotechnickými zásahy.

Jedním z nedůležitějších parametrů pro správný růst máku je obsah jednotlivých prvků v půdě a to především dusíku, draslíku, fosforu, vápníku a mikroprvků jako je bór a zinek. Dalším důležitým faktorem je volba vhodného zpracování půdy, volba správného osiva a velikosti výsevku.

U intenzivních technologií pěstování máku setého je dále velmi důležitá ochrana před škůdci, chorobami a plevely. Jako prevence zde opět velkou roli hraje volba vhodného zpracování půdy. Dalším krokem je pak moření osiva a aplikace pesticidů, fungicidů a herbicidů do porostů máku setého.

V této práci je zpracován obecný přehled, který se týká pěstování máku setého a to především se zaměřením na dusíkatou výživu a jednotlivé významné houbové choroby. Dále byl k této práci proveden pokus, jehož smyslem bylo zjistit, jaký bude mít vliv na výnos máku velikost výsevku, použití různé dusíkaté výživy, fungicidní ošetření a aplikace stimulantů. Na tento pokus byly použity dvě různé odrůdy máku, u kterých byl posouzen vliv výše zmíněných faktorů s ohledem na původ odrůd i jejich vhodnost na zvolené stanoviště.

Předmětem sledování byly výnosové prvky, a to počet jednotlivých rostlin na 1m², váha máku, váha makovic a HTS – hmotnost tisíce semen.

Klíčová slova: mák, výsevek, výživa, výnos

Effect of size calibration, nitrogen nutrition and application of fungicides on seed yield of opium poppy (*Papaver somniferum L.*)

Summary

Cultivation and consumption of poppy (*Papaver somniferum L.*) have long-term tradition in the Czech republic. Czech republic was the world biggest producer of poppy seed. Currently, Czech republic is still one of the most important producers in the world.

In recent years, Czech growers are fighting with variation of poppy seed price and with that correspond effort of growers to have big and stable yields. The most important yield parameters for poppy are amount and quality of poppy seeds (for food industry) and volume of alkaloids in poppy (for pharmaceutical industry).

Several important factors influence yield parameters. Especially – conditions of environment, where poppy grows – climatic and soil conditions. Growers are not able to influence some of that factors – as weather conditions.

But some of them, they can influence by suitable agrotechnical operations. One of the most important parameters for good growth of poppy is volume of elements in soil, especially nitrogen, potassium, phosphorus, calcium and microelements – boron and zinc.

Another important factors are soil treatment, good seeds and calibration. For intensive producing of poppy is very important protection against pests, diseases and weed. Appropriate soil treatment is good prevention and another step is using of chemical substances – for seed dressing and application of pesticides, fungicides and herbicides.

This work includes general overview about poppy growing focusing on nitrogen nutrition and fungal disease.

For that work we did experiment. The goal of experiment were to find out influence of calibration, nitrogen nutrition and application of fungicides and stimulants on poppy yield. We use two different variety of poppy for that experiment. We investigated influence of that factors to variety and suitability of variety for that place.

Objects of research were yields parameters as – amount of plants on 1m², weight of poppy, weight of capsules and HTS – weight of thousand seeds.

Keywords: poppy, calibration, nutrition, yield

Obsah

Obsah	6
1 Úvod	7
2 Cíl práce.....	9
3 Literární přehled.....	10
3.1 Mák Setý	10
3.1.1 Historie pěstování máku setého	10
3.1.2 Pěstování máku setého.....	12
3.1.3 Morfologie	14
3.1.4 Požadavky na prostředí.....	16
3.2 Agrotechnika	21
3.2.1 Zpracování půdy při pěstování máku setého	21
3.2.2 Osivo a setí.....	23
3.2.3 Odrůdy	25
3.2.4 Výživa.....	26
3.3 Regulace a ochrana proti škodlivým činitelům	27
3.3.1 Škůdci a choroby	27
3.3.2 Plevel.....	35
3.3.3 Regulace růstu máku.....	37
4 Materiál a metody	39
4.1 Charakteristika pokusného stanoviště	39
4.2 Charakteristika pokusu	40
4.3 Charakteristika pokusného materiálu	42
4.3.1 Použité odrůdy	42
4.3.2 Použité přípravky	43
5 Výsledky.....	46
5.1 Statistické vyhodnocení	46
5.1.1 Výnos semen.....	46
5.1.2 Výnos makoviny	47
5.1.3 Počet rostlin na m ²	48
5.1.4 HTS	49
6 Diskuse	52
7 Závěr	53
8 Seznam literatury.....	54

1 Úvod

Mák setý je rostlina, která je využívána již několik tisíc let. Kulturní pěstování máku má velmi dlouhou historii. Jako kulturní plodina je pěstován od starověku až do dnešní doby.

Během starověku byl mák využíván především k léčebným účelům, protože obsahuje velké množství alkaloidů, které sloužili především ke zmírňování bolestí. V současné době se tyto alkaloidy používají ke stejným účelům.

Alkaloidy se získávají z makoviny. Makovinu tvoří celistvé či rozbité makovice (vyprázdněné tobolky), suché, bez semen, s co nejmenším zbytkem stonku (Mottl, 2008). Alkaloidy slouží jako analgetika, antitusika, popřípadě jako výchozí látky při přípravě dalších derivátů (Novák a Preininger, 1981). Skalický a kol. (2013) uvádí důležité alkaloidy obsažené v makovině, a to morfin, kodein, thebain, papaverin a narkotin, které, jak uvádí Bondarian (2013) patří do skupiny benzylisochinových alkaloidů. *Papaver somniferum* z ostatních alkaloidů obsahuje nejvíce morfinu, a to 45 – 90 % z celkového obsahu (Skalický, 2013).

Jak uvádí Vlk (2010), tak 2/3 z celkové světové výměry ploch oseté mákem, jsou použity k nelegální produkci opia. Jak uvádí Novák a Skalický (2009), tak opium vzniká ztuhnutím latexu, který vytéká po nařznutí nezralé makovice. Opium se dále využívá k výrobě polosyntetického diacetylmorfinu, čili heroinu. V současné době se mák pro výrobu drog ilegálně pěstuje v několika desítkách zemí, z nichž však přibližně šest má největší význam. Je to především Afghánistán, odkud pochází naprostá většina ilegálních opiátů na světovém trhu, dále je to Barma (Myanmar), Mexiko, Laos, Pákistán a Kolumbie (Lohr, 2014).

Kromě výše zmíněných účelů je mák ve velké míře využíván legálně ve farmaceutickém a potravinářském průmyslu. Ve farmacii se používá především morfin, který byl poprvé izolován ze surového opia na počátku 19. století. Morfin je používán v lékařství k tlumení bolestí a tlumení dráždivosti dýchacího centra.

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

Největšími pěstiteli máku pro legální využití jsou v současné době Turecko a Česká republika. Dalšími velmi významnými pěstiteli jsou Austrálie (Tasmánie), Španělsko, Francie a kromě České republiky i další slovanské země.

Česká republika byla do roku 2008 největším producentem máku na světě. Po roce 2008 je největším producentem Turecko, kde se zvýšila v letech 2009 – 2010 pěstitelská plocha na úroveň okolo 50 000 ha.

Naproti tomu v České republice z 69 793 ha v roce 2008 došlo ke snížení na 31 495 ha v roce 2011/2012 (Mottl, 2012).

V České republice je mák národní specialitou, má své nezastupitelné místo a dlouholetou tradici, a to především jako náplň sladkého pečiva jako jsou buchty, koláče, makovce a záviny, nebo také na slané pečivo, které je sypané makovými semeny.

Největší spotřeba máku na osobu bude pravděpodobně v Polsku. Odhadujeme ji asi na 400 g na obyvatele ročně. V Česku i na Slovensku a v Rakousku to bude kolem 300 g (Vašák, Vlček, 2010).

Pro české pěstitele je v současné době největším problémem kolísání cen, které velmi ovlivňuje dovoz levnějšího, ale méně kvalitního máku ze západní Evropy. Cena semene máku se pohybovala od 38 290 Kč/t v roce 2006 přes 68 822 Kč/t v roce 2007, dále 26 032 Kč/t v roce 2011 (Mottl, 2012) od kdy opět dochází ke zvyšování ceny na cca 60 000 Kč/t v listopadu roku 2013 (Vašák, 2014).

V oblastech zemí západní Evropské unie a Tasmánie se mák pěstuje prakticky výlučně jako farmaceutická plodina pro produkci makoviny. Konzumace semen v těchto oblastech není obvyklá a semeno je vlastně odpad (Vašák, 2013). Z tohoto důvodu je vyvážen do ČR za přibližně poloviční cenu a zde je míchán s kvalitním českým mákem a prodáván konečným spotřebitelům.

K tomuto Šimek (2014) dodává, že této situaci ovšem velmi silně nahrává bez přehánění zrušená „zemědělsko-energetická politika EU. Nesmyslné uplácení tak zvaných alternativních energetických zdrojů mrzačí cenovou strukturu nejen evropské polní produkce, ale deformuje samozřejmě i ekonomiku českého zemědělství a to nejen její rostlinné produkce.

Z výše zmíněných důvodů, je pro české pěstitele velmi důležité, mít co největší a hlavně stabilní výnosy.

A proto také součástí této práce je pokus, který by měl ukázat, jaký vliv bude mít na konečný výnos kombinace několika důležitých faktorů, a to velikost výsevu, dusíkatá výživa a aplikace zvolených fungicidů.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je posoudit a ověřit jaký mají vliv na jednotlivé výnosové parametry velikost výsevu, dusíkatá výživa a aplikace fungicidů.

Pro realizaci tohoto pokusu byla zvolena lokalita u obce Krucemburk, která se nachází v okrese Havlíčkův Brod v kraji Vysočina. Pozemky, na kterých pokus probíhal, jsou spravovány společností Zemědělská a.s. Krucemburk, která také provedla výsev a jednotlivá ošetření porostu.

Byly zvoleny dvě odrůdy máku setého. První byla slovenská odrůda Major, která byla vyseta ve dvou variantách výsevu a to 1,5 kg/ha a 1 kg/ha. Druhou odrůdou byla zvolena holandská Marianne, která tedy tvořila třetí variantu s velikostí výsevu 1,5 kg/ha.

Pokus byl zvolen jako křížový, kde napříč těmito třemi variantami proběhla aplikace různé formy hnojiv a fungicidů. Z fungicidních přípravků byla použita kombinace Dithane 2 kg/ha ve fázi dvou listů a Amistar Xtra 0.75 l/ha ve fázi butonizace a jako druhá možnost byl dvakrát použit přípravek Polyversum 0.1 kg/ha.

Plochy byly dále rozděleny na tři části, první část byla ponechána zcela bez jakékoliv aplikace dusíku. V druhé části byla použita následující kombinace – Urea Stabil 100 kg/ha – před setím, Dasa 150 kg/ha ve fázi osmi listů – butonizace. Třetí část byla hnojena dle Zemas a v poslední části byly použity stimulanty Enviproduct, Chemap a Biosfor a Atonik 0,2 v 5% roztoku urea.

Společně se třemi částmi, které byly vedeny jako kontrola, se tedy vytvořilo 12 různých variant, které byly v rámci pokusu hodnoceny. Sledovanými znaky při různé aplikaci hnojiv a fungicidů, byly především výnosové parametry, a to počet jednotlivých rostlin na 1m², váha máku, váha makovice a HTS.

Ze zjištěných výsledků by tedy mělo být stanoveno, do jaké míry ovlivňuje kombinace zvolených přípravků výnos semen máku setého, dále která z použitých odrůd je vhodnější do dané lokality a také, která z variant výsevu je ekonomicky výhodnější.

Posledním bodem by mělo být případné doporučení nejvhodnější kombinace výše zmíněných parametrů.

3 Literární přehled

3.1 Mák Setý

3.1.1 Historie pěstování máku setého

Mák setý (*Papaver somniferum L.*) správněji snodárný či spánkodárný (Vašák, Vlk, 2010).

Doložené nálezy máku pochází z neolitu, mladší doby kamenné, hlavně v kolových stavbách předhůří Alp (Vašák, Vlk, 2010). Mák je využíván již několik tisíc let. Prvně se nejspíše pěstoval již v 6. tisíciletí před naším letopočtem v oblasti Středomoří a o tisíc let později v Mezopotámii, kde sloužil jako zdroj opia.

Mák a především šťáva z makovic byl využíván pro jeho tlumící účinky. Od 1. století př. n. l. se z Řecka opium dále šířilo do Malé Asie a získalo velký ekonomický význam (Vašák, Vlk, 2010).

Opium se dále šířilo do Číny, kde kolem 17-18 století začalo velmi ovlivňovat společnost a jeho kouření bylo následně zakázáno císařem.

V Evropě se mák jako zahradní a okrasná plodina pěstuje od středověku. Vždy s oceněním jeho skvělých kulinářských a kuchyňských vlastností, ale i s povědomím o narkotických účincích bílé latexové šťávy, co vytéká z makovic. Na území Evropy zneužívání opia nikdy nedosáhlo takových rozměrů jako ve východoasijských a arabských zemích (Vašák, Vlk, 2010).

Jak již bylo zmíněno, v současné době je největším pěstitelem opiového máku Afghánistán. Tato země spadá do pásma, kde se mák pro výrobu opiátů pěstuje tradičně již po celá staletí – oblast se také nazývá Zlatý půlměsíc a spadal do ní rovněž Pákistán, Írán a Turecko (Lohr, 2014).

Lohr, 2014 uvádí, že na jihovýchodě Asie je významným producentem především tzv. Zlatý trojúhelník, který zaujímá horské oblasti Barmy (Myanmar), Thajska a Laosu. Z těchto tří zemí je v současné době největším producentem Barma (Myanmar).

Pro místní obyvatele bylo (a do jisté míry stále je) pěstování máku velkým zdrojem příjmů. I když se vlády těchto států snažili nahradit pěstování máku pro opium jinými plodinami, nemohou jimi dosáhnout takového zisku jako při nelegálním pěstování máku a následném prodeji opia.

Nebývalý „úspěch“ mohlo v posledních letech slavit Mexiko. V ilegální produkci opia se dostalo na třetí místo ve světě. Před pár lety se rozlohy máku pohybovaly na skromných několika tisících hektarů. Světová poptávka, reprezentovaná v tomto případě sousedními Spojenými státy, však i zde vykonala své. Rozlohy máku stouply na více než 20 tisíc hektarů (Lohr, 2014).

Na území České republiky se mák ve velkém jako olejnina začal pěstovat počátkem 19. století po katastrofálních škodách na olivových plantážích v jižní Francii (Wikipedia).

Pěstování této plodiny má na území ČR dlouholetou tradici. V sedmdesátých letech předminulého století byly velké plochy máku soustředěny ve středních Čechách, zejména kolem Prahy, Čáslavi a Tábora. Existují údaje o tom, že plochy oseté mákem dosahovaly kolem 200 ha a průměrné výnosy byly kolem 0,7 t/ha (Bechyně, 1993).

Od této doby dochází ke kolísání výměr ploch, na kterých se pěstuje mák. Do roku 1946 vzrostla plocha na 25,6 tisíc ha (dle ČSÚ). Od té doby postupně klesala na méně než 8 tisíc ha v roce 1989 a poté začala prudce vzrůstat k 300 tisícům ha v roce 1994. V roce 2007 evidoval ČSÚ 56914 ha, 2008 bylo rekordních 69793 ha, 2009 již pokles na 53623 ha, 2010: 51103 ha, návazně 2011 jen 31495 ha, rok 2012: 18363 ha a konečně 2013 zvýšení na 20250 ha. Původně (roky 2004 až 2008 včetně) měla ČR největší plochu i produkci (tab.3 a 4) potravinářského máku ve světě (Vašák, 2014).

K největšímu snížení výměry a produkce máku došlo na Moravě, hlavně v tradiční „makové obilnici“ ČR, tedy na Hané. V roce 2004 měl olomoucký kraj (Haná) 18,9% z výměry máku v ČR (27611 ha). Naproti tomu Vysočina zabírala pouze 11,8% a kraj střeďočekský 10,9%. V roce 2013 sklízeli olomouckým kraj jen 13,5% z výměry ČR (činila v ČR 20278 ha), Vysočina 18,7% a střední Čechy dokonce 19,3% (Vašák, 2014).

3.1.2 Pěstování máku setého

Mák setý (*Papaver somniferum L.*) z čeledi makovitých (*Papaveraceae*) řadíme do rodu *Papaver*, který zahrnuje dalších 120 druhů (Novák a Preininger, 1981). Je to jednoletá, diploidní bylina (Bondarian, 2013).

Mák setý má mnoho odrůd, které dělíme do dvou základních skupin (Novák, 1992).

Opiové máky – pro které je charakteristická především produkce bílého latexu – tj. opia, který vytéká z naříznutých zelených makovic. Produkce opia se dle Vašáka (2010) pohybuje od 5kg/ha do 40 kg/ha. Tyto máky mají hladké makovice, které mají velké množství mléčnic, které produkují latex s vysokým obsahem alkaloidů.

Olejnaté máky – nebo také semenné. Tyto máky nemají makovice tak hladké jako opiové a nemají takové množství mléčnic a jejich latex neobsahuje tolik alkaloidů. Na druhou stranu, makovice těchto odrůd obsahují kvalitnější semena určena především pro potravinářský průmysl.

Dále můžeme máky rozdělit na potravinářské a průmyslové.

Máky potravinářské – v rámci skupiny máků olejnatých mají barvu semen bílou, žlutou, okrovou, růžovou, červenou, hnědou, stříbrošedou či šedou, nejčastěji však modrou, která nejvíce garantuje „makovou vůni a chuť“ (Vašák, Vlk, 2010).

V Německu bylo prováděno několik pokusů na množství alkaloidů a především morfinu v makovicích. Od roku 2005 byl oficiálním dozorem nad kvalitou potravin v Baden-Württembergu analyzován obsah opiátových alkaloidů v semenech máku setého a také v jídle z nich vyrobeného. Byla zkoumána maková semena z pekáren a semena, která se prodávala přímo konečným spotřebitelům (Perz a kol., 2007). K tomuto Perz a kol. (2007) dále uvádí, že v roce 2005 obsah opiátů, především tedy morfinu, byl dost vysoký na to, aby mohl mít vliv na zdraví. Průměrné nálezy v roce 2006 byly poněkud nižší. Obsah morfinu ve vzorcích byl následující – v 76 % byl obsah okolo 4 mg morfinu/kg a v necelých 30 % se obsah pohyboval

nad 20 mg/kg. Dále uvádí, že semena máku pro pekárny měla v průměru větší obsah alkaloidů, než semena pro přímý prodej zákazníkům.

Máky průmyslové – nebo také technické se používají především pro získání alkaloidů. Pro tyto účely se tedy používá suchá makovina. Jednotlivé odrůdy mají rozdílný obsah alkaloidů od 1 % až do 3 % morfinu v suché makovině. Z máků, které jsou pěstované na našem území má nejvyšší obsah morfinu v suché makovině maďarská odrůda Budha a to kolem 1,5 – 2,5 % (Vašák, Vlček, 2010).

Přibližně 87,8 % objemu produkce makových semen v České republice je vyváženo. Asi 12 % nachází uplatnění v domácí potravinářské produkci a 0,2 % je užito jako osivo (Mottl, 2008).

Jelikož je mák setý stále chápán jako možný zdroj omamných látek, mají jeho pěstitelé dle zákona č. 167/1998 Sb. ohlašovací povinnost.

Hlava VI zákona č. 167/1998 Sb. Stanoví:

1. V § 29 Ohlašovací povinnost osob pěstujících mák setý nebo konopí, který říká, že osoby pěstující mák setý nebo konopí na celkové ploše větší než 100 m² jsou povinny předat hlášení místně příslušnému celnímu orgánu, podle místa pěstování, písemně, nebo v elektronické podobě, podepsané zaručeným elektronickým podpisem podle zvláštního právního předpisu (znění zákona č. 167/1998 Sb.)

3.1.3 Morfologie

3.1.3.1 Vegetativní orgány

Kořenová soustava – je tvořena hlubokým křovitým kořenem (kolem 750 mm) s několika silnými postranními kořeny a velkým množstvím vláscitých kořínků, které se tvoří mělce pod povrchem půdy (Bechyně, 2010). Hlavní kořen dosahuje délky 50 – 80 cm, u vzrůstnějších odrůd bývá i delší (Kutina, Novák, 1992). Hmotu kořene představuje přibližně jednu pětinu hmotnosti sušiny celé rostliny (Bechyně, Novák, 1987).

Lodyha - je jednoduchá, až bohatě větvená, lysá nebo řídce štětinatě chlupatá, modře ojíňená (Kubát, 1988). Výška rostliny je znakem kultivaru, dále je ovlivněna sponem, raností setby, výživou aj. U druhu se pohybuje v intervalu 0,50 – 2,0 m, při různé výšce prvního větvení nad zemí. Některé kultivary větví těsně nad zemí, některé až nad polovinou výšky stonku (Bechyně, Novák, 1987).

Prakticky důležitým znakem je počet větví a rozdíl jejich délky, tj. výšky nasazení květů a tobolek (Bechyně, Novák, 1987). Z hlediska moderní agrotechniky by bylo výhodné získat rostliny, které se vůbec nerozvětvuují (Bechyně, 2010).

Listy – mák setý je rostlina s ojíňenými, přisedlými listy se zubatým okrajem objímajícími stonek srdčitou bází (Novák, Skalický, 2009). Na rostlině se rozlišují listy spodní (od země k prvnímu větvení), střední (v jejich úžlabí vyrůstají větve) a horní (na větvích) (Bechyně, Novák, 1987). Listy jsou jednoduché, podlouhlé, mírně zvlněné a zubovité. Jsou pokryty jemnou voskovou vrstvičkou, jejíž síla kolísá podle kultivaru. Je významná při ochraně porostů herbicidy i listovými hnojivami (Bechyně, 2010).

3.1.3.2 Generativní orgány

Poupata – poupata máku jsou asi 30 – 50 mm dlouhá a 12 – 30 mm široká, tvaru podlouhlého, oválného až opak vejčitého a vejčitého. Zevní část poupěte tvoří dva kališní lístky. Poupata jsou lysá, ojediněle s několika trichomy, žlutozelená až zelená (Bechyně, Novák, 1987).

Květy – květ máku je oboupohlavní (Havel, 2010), mají dva lístky kališní, které při rozkvětu opadávají a čtyři plátky korunní. Korunní plátky jsou 50 – 110 mm dlouhé a 60 – 130 mm široké (Bechyně, Novák, 1987). Některé odrůdy mají květy celé bílé, ale ve většině případů se na bázi korunních plátků objevuje skvrna (Bechyně, 2010). Mák je většinou samosprašný, částečně entomofilní (Bechyně, Novák, 1987), čili hmyzosnubný, jeho pyl je přenášen hmyzem. Květ odkvétá rychle po 1 - 2 dnech, pak koruna opadá (Bechyně, Novák, 1987).

Tobolka – tobolka máku se nazývá makovice. Makovice může být téměř zcela uzavřená (mák slepák) nebo má pod paprsky blizny otvůrky, kterými se může semeno vysypat na zem (mák hledák) (Bechyně, 2010). Tvary tobolek různých kultivarů jsou rozmanité – úzce eliptické, široce oválné, kulovité a kuželovité. Povrch tobolky je ojíněný, hladký nebo více či méně žebnatý (Bechyně, Novák, 1987). Uvnitř tobolky je nejčastěji 9 – 15 neúplných přihrádek (plodolistů) (Havel, 2010).

V tobolkách může být až dvanáct tisíc semen. Obvyklý počet však je kolem čtyř až šesti tisíc a hmotnost semen 2 – 3 g na makovici. Množství a velikost semen závisí na velikosti tobolky, jejím tvaru a počtu lamel v tobolkách (Bechyně, 2010).

Semeno – 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 (Bechyně, 2010). Průměrná hmotnost tisíce semen – HTS se pohybuje kolem 0,55 g (Bechyně, Novák, 1987). Barva semene závisí na pigmentaci obalu a patří k nejvýznamnějším znakům kultivaru (Bechyně, Novák, 1987). Zralé semeno obsahuje 42 až 55 % polovysychavého oleje (Bechyně, 2010).

3.1.4 Požadavky na prostředí

Mák nemá zvláštní požadavky na prostředí a u nás se dá s úspěchem pěstovat zejména v řepařském a bramborářském výrobním typu (Bechyně, 1993) a to až do nadmořské výšky 700 m. n. m.

I přesto mají jednotlivé faktory vliv na výnosové výsledky a to především světlo, teplota, vláha, půda a živiny.

Světlo – naše odrůdy máku patří mezi rostliny dlouhodobní, tedy náročné na světlo. Nedostatek světla se na rostlinách projevuje celkovým oslabením, snížením výnosů semen i menším obsahem alkaloidů v tobolkách (Bechyně, 1993). Zastíněné květy a vyvíjející se tobolky vytvářejí drobná semena a při silném zastínění nemusí vytvořit semena vůbec (Bechyně, Novák, 1987). Jak uvádí Bechyně (1987 a 1993) tak v období kvetení a dozrávání tobolek je velmi důležité teplé a slunečné počasí.

Teplota – nároky máku na teplo se výrazně mění během vegetační doby (Bechyně, 2010). Mák velmi dobře snáší nízké teploty, ale pouze do doby rychlého růstu. Bechyně a Novák (1987) uvádí, že mladé, vzcházející rostlinky jsou schopny odolat mrazům do -6 až -8 °C. Tuto mrazuvzdornost rostliny ztrácejí, jakmile přijde fáze rychlého růstu stonku. Od této doby se rostlina máku stává náročnou na teplotu.

Vláha - mák jako jiné olejniny potřebuje pro vyklíčení málo vody, jen asi 90 % z hmotnosti suchého semene. S ohledem na jarní kondenzaci vlhkosti z výparu podzemní vody, bývá toto množství při raném setí vždy k dispozici (Bechyně, 2010). Rostliny máku se stávají náročnější na vláhu až po vyklíčení, jelikož v této fázi mají malý a slabý kořínek a jsou náchylné k zaschnutí. Od fáze plné růžice, tedy asi od poloviny května, má mák již asi 10 - 15 cm dlouhý kulový kořen a je poměrně suchovzdorný (Bechyně, 2010).

Půda – mák je plodina, která velmi citlivě reaguje na půdní podmínky, půdní nevyrovnanost a 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. (Bechyně, Novák, 1987).

Máku se nejlépe daří ve strukturní, kypré, hluboké půdě, která je dostatečně zásobena humusem a živinami. Nejvíce mu vyhovují středně těžké, hlinité až písčitohlinité nebo hlinitopísčité půdy, strukturní, dostatečně provzdušněné a s dostatkem vláhy (Bechyně, 2010). Na druhou stranu by se mák neměl pěstovat na půdách, které mají sklon ke kornatění, protože jak uvádí Bechyně (1993, 2010), dochází zde ke slévání a tvorbě půdního škraloupu a tím k poškozování především vzcházejících rostlin.

Půdní reakce by se měla blížit neutrálním hodnotám a půda by měla být dobře zásobena jak základními živinami (zvláště draslíkem a fosforem), tak i stopovými prvky (borem, molybdenem a zinkem) (Bechyně, 2010).

Živiny – mák patří ke středně náročným plodinám na živiny, má však omezenou schopnost osvojit si živiny, zvláště na počátku vegetace. Proto je předpokladem úspěšného pěstování dostatek přijatelných živin v půdě, případně dostatečný přísun živin v hnojivech, které zajistí dobrý počáteční růst máku (Vaněk, 2007). Mák vyžaduje vedle optimální půdní kyselosti dobrou zásobu živin v půdě během celé vegetace. Důležitým předpokladem úspěšného pěstování je vyrovnaná bilance všech biogenních prvků, která zajišťuje jak optimální výnos semene, tak i jeho kvalitu (Škarpa, 2012).

Nejdůležitějšími prvky pro správný růst máku jsou především dusík, fosfor, draslík a vápník. Při výnosu 1,2 t/ha odčerpá mák asi 60 kg N, 11,3 kg P, 61,4 kg K a 57 kg Ca (Bechyně, 1993).

Dusík – je základní prvek zemské atmosféry. Je to jeden z biogenních prvků, které jsou základními stavebními kameny veškeré živé hmoty na zemi.

Pro pěstování polních plodin, je to nejvýznamnější prvek, který má velký vliv na celkové výnosy. Jeho množství ovlivňuje míru fotosyntézy a také celkový příjem a nakládání s vodou a ostatními živinami. Na základě pokusu Shanguan (2000) uvádí, že nedostatek dusíku a nedostatek vody u rostlin silně redukoval fotosyntetickou aktivitu. Naopak při dostatečném zásobení rostlin dusíkem byl celkový výpar vody z rostlin nižší.

Pro mák setý taktéž platí, že dusík je nejvýznamnějším prvkem pro jeho správný růst a vysoké výnosy. Při intenzivní technologii jeho pěstování sehrává významnou úlohu právě hnojení dusíkem (Škarpa, 2012). Výnosy mohou být velmi ovlivněny jeho nedostatkem, ale na druhou stranu i jeho nadmírou. Jak uvádí Bechyně (1993), tak přehnaná aplikace N je pro porosty máku nebezpečná, protože snáze dochází k jejich poléhání a tím k nerovnoměrnému a dlouhému kvetení a dozrávání. K tomu dále uvádí, že při jednorázovém přehnojení dusíkem

dochází u rostlin k přílišnému větvení, a tím také většímu počtu malých tobolek, což je nežádoucí.

Dávka dusíku musí být volena tak, aby zajistila nerušený růst a vývoj máku, s ohledem na skutečnost, že jeho rostliny vyžadují dusík již krátce po vzejití a potřeba dusíku se zvyšuje a přetrvává od počátku dlouhivého růstu, přes kvetení až po období dozrávání (Škarpa, 2012).

V praxi je však stále opomíjeno stanovení dávek dusíkatého hnojení pro konkrétní pozemek na základě obsahu N_{\min} v půdě zjištěného cca 10 – 14 dní před setím, a na místo toho je množství aplikovaného dusíku voleno náhodně, nejčastěji v dávkách 90, 120 a 150 kg N/ha (Škarpa, 2014). Určení dávky hnojiva vychází z normativní potřeby (Cihlář a kol., 2010), která odpovídá výnosu 1,5 – 2,0 t/ha, tedy 105 – 140 kg N/ha (Škarpa, 2014). Racionální a skutečně potřebnou dávku dusíku stanovíme podle dusíku minerálního v půdě odebrané, již zmíněných 10 – 14 dní před setím. Po odpočtu této hodnoty v kg N/ha zjistíme skutečnou dávku, kterou rozdělíme na dávku základní a dávku k přihnojení během vegetace (Škarpa, 2012).

K dávkování dusíku uvádí Mráz (2012), že dle výsledků pokusů, které prováděli, se jeví jako optimální aplikace většiny dusíku před setím a následným dohnojením asi ¼ celkové dávky během vegetace. Tím dojde k zásadnímu omezení vlivu přísušku a podpoře rostlin v počátečních fázích růstu (Mráz, 2012). Dělené dávky dusíku tedy mají své opodstatnění zvláště v době sušších jarních měsíců, kdy pozitivně působí na velikost listové plochy, která ovlivňuje objem, tedy velikost tobolek a počet semen v nich (Škarpa, 2012).

Pozdní a zvláště vysoké dávky dusíku působí většinou nepříznivě na výnos i jakost semene (Vaněk a kol., 2007). K tomuto dále Cihlář a kol. uvádí, že je velmi důležité dostat dusík do aktivní zóny kořenového systému a proto se hnojivo aplikuje s předstihem před setím.

Při volbě hnojiva rozhoduje o jeho účinnosti forma použitých N hnojiv (Cihlář a kol., 2010). Rostliny přijímají dusík ve formě dusičnanové (NO_3^-) nebo amoniakální (NH_4^+). Čeleď *Fabaceae* je navíc schopna poutat přímo vzdušný dusík ve formě N_2 .

Dusíkatá hnojiva dělíme podle toho, v jaké iontové formě je dusík ve sloučenině přítomen. Mohou být nitrátová, amoniakální, amonná hnojiva a kombinovaná (Vaněk a kol., 2007). Cihlář a kol. (2010) nedoporučuje dusíkatá hnojiva ve formě dusičnanového N k základnímu hnojení, ale zároveň dodává, že jsou vhodná k přihnojení během vegetace. V tomto případě jde o ledek vápenatý a ledek draselný.

Ideálními hnojivy, které spojují vlastnosti dusičnanového a amoniakálního dusíku, jsou dusičnan amonný, LAV 27, LAD 27, LAS (24 N + 6 S), DASA (26 N + 13 S), DAM 390, SAM 240, DUSADAM 325 aj. Jsou proto vhodná k základnímu hnojení (Cihlář a kol., 2010).

V dusíkaté výživě máku je také zásadní používání močoviny. Močovina je minerální dusíkaté hnojivo, které je svým chemickým složením diamidem kyseliny uhličité. Lze ji použít ke hnojení valné většiny rostlin, s nejlepšími účinky při předsevovém použití se zapravením. Setí do takto připravené půdy by mělo následovat do pěti dnů (Vaněk a kol., 2007).

Při aplikaci močoviny na povrch půdy je nebezpečí ztrát dusíku těkáním čpavku (až 15 % z aplikovaného dusíku). Při teplotě nad 10 °C je močovina na půdě slabě kyselé až alkalické rychle rozkládána ureázou na amoniak (Cihlář a kol., 2010). V současné době se řada výrobců hnojiv vrací k výrobě močoviny obohacené buď o inhibitor ureázy (IU) nebo inhibitor nitrifikace (IN) (Cihlář a kol., 2010).

Inhibitor ureázy zpomaluje rychlou přeměnu močoviny na amoniak, CO₂ a vodu a tím zajistí proniknutí molekul močoviny hlouběji do půdy, tím se omezí únik N iontů do ovzduší a rostlina může využít větší množství dusíku. Hnojivo, které obsahuje inhibitor ureázy je Urea Stabil (46 % N).

Nejpoužívanější hnojivo obohacené o inhibitor nitrifikace je Alzon 46 (46 % N). Inhibitor nitrifikace sice neomezí přeměnu močoviny na uhličitán amonný a dále na amoniak, ale výrazně sníží rychlost nitrifikace (Cihlář a kol., 2010). Zpomalí přeměnu amonného dusíku na pohyblivou formu dusičnanového dusíku. Hnojivo Alzon 46 (46 %) tedy zajistí, že rostlina má dusík k dispozici po delší dobu.

Nedostatek dusíku poznáme podle světle zelené barvy rostlin, které mají úzké listy přitisklé ke stonkům (Bechyně, 1993). Dále se může projevit v celkově menším vzrůstu a tím i ve slabším průměru stonku (Cihlář a kol., 2010). Také dochází ke snížení HTS, počtu semen v tobolece a snížení morfinu v makovině. Zpravidla rostliny mají i zmenšenou kořenovou soustavu (Ryant a kol., 2003).

Mráz (2012) poukazuje na dvě možná rizika při hnojení dusíkem, která by se měla volbou správné technologie potlačit a to je:

- omezení dostupnosti dusíku vlivem proschnutí povrchové vrstvy půdy
- posunutí dusíku vlivem nadměrných srážek do podkořenové zóny.

V obou těchto případech se totiž dusík stává pro rostlinu nedostupným.

Draslík a fosfor – tyto prvky jsou důležité především v druhé fázi vegetace. Draselné a fosforečné hnojení podporuje odolnost rostlin proti poléhání tím, že zvyšuje pevnost stonků (Bechyně, 1993) a dále pozitivně ovlivňuje tvorbu tobolek a vývin semen (Vaněk, 2007). Cihlář a kol. (2010) uvádí, že nedostatek fosforu způsobuje omezený růst kořenů a tím i pomalejší vývoj rostlin a při nedostatku draslíku dochází k menší produkci sušiny a také klesá odolnost rostlin proti suchu. V obou případech jsou porosty náchylnější na poléhání.

Vápník – vápník je pro prosperitu máku také velmi důležitý. Jeho nedostatek způsobuje okyselování půd. Vápník je nutný pro rozvoj kořenového systému, zvyšuje odolnost k poléhání a lámání lodyh větrem. Při nedostatku dochází k ohýbání a lámání vegetačního vrcholu. Je nezbytně nutný i pro tvorbu pylu (Cihlář a kol., 2010).

Vedle základních živin mají ve výživě máku významnou úlohu mikroelementy. Mák je plodinou náročnou zejména na bór a zinek a podle konkrétních půdních podmínek i na další stopové prvky. Jejich příjem kořeny je závislý na půdních vlastnostech a půdní zásobě daného mikroelementu, které nejsou vždy na optimální úrovni. Z tohoto důvodu při aplikaci mikrobiogenních živin upřednostňujeme mimokořenovou výživu. Účinky listové aplikace bóru a zinku na růst a vývoj včetně habitusových změn jsou známy (Škarpa, 2013).

Bór – mák má vysokou spotřebu bóru, což zřejmě souvisí s tvorbou velkého množství meristematických pletiv (buněk mléčných žláz – mléčnic pro tvorbu latexu), pro které je bór nezbytným mikroprvkem (Vaněk, 2007). Při nedostatku postupně nekrotizuje, až úplně odumírá růstový vrchol. Na horních listech se objevuje chloróza a netvoří se květní pupeny (Cihlář a kol., 2010).

Zinek – mák vyžaduje také optimální obsah zinku. Příklad tohoto prvku je silně závislý na půdní vlhkosti a pH půdy, přičemž je značně omezený jeho pohyb v půdách neutrálních až alkalických (Škarpa, 2013). Zinek je nepostradatelný pro tvorbu růstových látek, které podmiňují dlouhý růst rostlin. U máku zinek pozitivně ovlivňuje vznik pylových tetrad a tím přispívá k lepšímu opylování a tvorbě semen.

3.2 Agrotechnika

3.2.1 Zpracování půdy při pěstování máku setého

Mák setý je svými požadavky na zpracování půdy velmi náročnou plodinou, protože jeho semena s velmi malou velikostí se sejí cca do 1cm hloubky (Hůla, 1997), má velké nároky na výběr stanoviště a především přípravu půdy (Michalíček, Vlk, 2010). Prvním krokem je tedy výběr vhodného stanoviště. Bechyně a Novák (1987) uvádí, že pozemek, který jsme vybrali pro pěstování, by měl být v předchozím roce odplevelen, jelikož plevelů v porostu máku se budeme následně velmi obtížně zbavovat a následkem toho bude sklizeň náročnější a výnosy snížené.

Předset'ová příprava půdy je dána rozdílnými podmínkami na různých stanovištích.

Způsob přípravy půdy:

- a) orební (tradiční či klasická) s hloubkou orby kolem 18 – 26 cm
- b) bezorební (minimalizační) s hloubkou přípravy do 10 – 12 cm
- c) bezorební (minimalizační) s hloubkou přípravy kypřením kolem 20 cm
- d) přímé setí do nezpracované půdy (pro zakládání porostů máku není vhodné)

(Michalíček, Vlk, 2010)

U všech technologií zahajujeme přípravu půdy mělkou podmítkou do hloubky 8 – 10 cm (Michalíček, Vlk, 2010). Podmítka se provádí po sklizni předplodiny a jedná se o mělké zpracování půdy, které by mělo přispět ke zlepšení půdních podmínek a omezit výskyt plevelů.

Orební technologie – tento způsob také nazýváme též tradiční, klasická či konvenční. Michalíček a Vlk (2010) uvádí výhody orby, a to, že je použitelná i při mokřem podzimu, kdy kypřiče nedokáží pracovat. Dále je to schopnost odplevelování, možnost pěstování strniskových meziplodin a dobré zpracování posklizňových zbytků. Roubal (2011) uvádí, že nejdůležitějším agrotechnickým opatřením, zvláště v boji proti hlubokokořenícím plevelům zůstává orba. Dále tvrdí, že minimalizační postupy bohužel přispívají k růstu zaplevelení, které je nutno v rámci osevního postupu řešit častějšími herbicidními vstupy, což je spojeno s vyššími náklady (Roubal, 2011).

Bezorební technologie – jinak také nazývaná minimalizační. Je to způsob zpracování půdy, který by měl být šetrnější a z hlediska ekologického i ekonomického výhodnější. Při používání minimalizační technologie zakládání porostů máku je nutné ihned po sklizni provést kypření ornice radličkovými kypřiči, které nahradí podmítku a podzimní orbu s

uovněním pozemku (Vlach, Javůrek, 2011). Vlach a Javůrek (2011) také uvádí, že výhodou minimalizace proti konvenčnímu způsobu je značná úspora pracovního času a to údajně při stejných nákladech – včetně ceny a aplikace neselektivního herbicidu.

Dalším faktorem, který úzce souvisí se zpracováním půd a má velký vliv na úspěšnost pěstování máku je zařazení v osevním postupu a volba správné předplodiny.

Předplodina máku musí zajistit čistý pozemek bez plevelů a dobrou zásobu pohotových živin (Bechyně, 1993). Dříve se za prvotřídní předplodinu pro mák považovaly okopaniny (Bechyně, Novák, 1987), ale jak uvádí Bechyně (1993), tak především v řepařské oblasti dochází k tomu, že v půdě je nadbytek dusíku a to může způsobovat poléhávání máku. Bechyně (1993) považuje za vhodné řadit mák po obilnině, ale zároveň v tomto případě upozorňuje na větší zaplevelení porostů. Vašák (2010) například doporučuje zcela vyloučit řepku z osevního postupu, kde se vyskytuje mák, protože je zde nebezpečí zaplevelení porostů výdrollem řepky. Dále doporučuje do osevního postupu k máku přidat hořčici (hlavně bílou) a kmín. Mák by měl být znovu zařazen po sobě nejdříve po 4– 5 letech. Nedoporučuje se pěstovat mák po čiroku, kukuřici, víceletých jetelovinách či slunečnici.

3.2.2 Osivo a setí

Po správné předset'ové přípravě přichází na řadu příprava kvalitního osiva a samotný výsev.

Osivo – biologicky hodnotné osivo s vysokou polní vzcházivostí je nezbytným předpokladem pro založení zdravých porostů s optimální hustotou rostlin (Bechyně, 1993).

U semen máku se běžně provádí moření. 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 škůdcům vzcházejících rostlin (Kosek, Pšenička, 2010). Jak uvádí Roubal (2011), je pro ochranu vzcházejících porostů vhodné použít insekticidní mořidla Chinook 200 FS a Elado FS 480 proti krytonosci kořenovému a také fungicidně – insekticidní mořidlo Cruiser, které je účinné jak proti krytonosci kořenovému, tak i proti patogenu *Pleospora papaveraceae*, který je původcem helmintosporiózy a proti plísni makové. Do loňského roku (2013) bylo možné používat uznané osivo ošetřené přípravkem Cruiser OSR. Protože v tomto přípravku jsou účinné látky na bázi neonikotinoidů, je ošetření osiva jarních plodin, včetně máku, tímto přípravkem až do případného odvolání (s malou pravděpodobností) na území EU zakázáno. Ze studie provedené (nejen) ve výzkumném ústavu včelařském vyplývá, že neonikotinoidy jsou skutečně reálným nebezpečím pro včelu medonosnou a další druhy včel (na území ČR se jedná o cca 450 druhů) (Prokinová, 2014).

Prokinová (2014) současně uvádí, že tedy v tomto případě je nutné věnovat pozornost jiným možnostem ochrany a to především celkové technologii, včetně fungicidní ochrany semenných porostů, kalibraci osiva a ošetření osiva metodou E-ventus.

E-ventus je fyzikální metoda určená pro kontrolu patogenů semenáčků a využívá biocidní účinek akcelerovaných elektronů s nízkou energií (Röder a kol., 2004). Při této technologii jsou naproti sobě umístěny dva elektronové generátory. Každý produkuje jisté množství elektronů s nízkou energií. Každé ze semen projde skrz tento proces přesně definovanou rychlostí, což umožní elektronům působit na celý povrch každého semene. Díky jejich kinetické energii pronikají elektrony do osemení ze všech stran. Jakékoliv přítomné patogeny jsou zničeny ionizujícím účinkem elektronů (Röder a kol., 2009).

Jak shodně uvádějí Kosek a Pšenička (2010) a Roubal (2011), další možností ke zvýšení výnosnosti osiva je použití semen máku z podzimních výsevů. Osivo získané z

porostů založených na podzim je biologicky hodnotnější než z jarních osevů. Má obvykle vyšší klíčivost (Kosek, Pšenička, 2010).

Setí – při výsevu máku je třeba vhodně sladit dobu setí, velikost výsevku a způsob výsevu (Bechyně, 1993). Velikost výsevku je stále diskutovanou veličinou. V běžné praxi se používá kolem 1,5 kg/ha. Ukazuje se však, že při velmi dobrých podmínkách výsevu postačuje výsevek 0,8 kg/ha (Roubal, 2011).

Doba setí je rovněž diskutabilní a nepanuje zde jednotný názor. Většinou čím časnější výsevek (únorové a březnové výsevy), tím více je vzcházející porost náchylnější k poškození mrazem. Pokud však toto riziko mák ustojí, dosahují tyto porosty zpravidla vysokých až rekordních výnosů (Roubal, 2011). Ideální termín výsevu v podmínkách řepařského výrobního typu je rozmezí cca 10 dnů na konci března a začátku dubna (27.3. - 6.4.) (Roubal, 2011). Výkonné porosty lze získat asi do 20. dubna (Cihlár, Michalíček, Vlk, 2010). V posledních letech, vyznačujících se mírnými zimami, se osvědčili podzimní výsevy. Porosty z těchto výsevů jsou mohutnější, rostliny jak v nadzemní části, tak v kořenovém systému jsou dobře vyvinuté (Bechyně, 1993). Dle prováděných pokusů jsou výnosy máku z podzimních výsevů vyšší, ale na druhou stranu je zde velké riziko, že mák nepřezimuje.

Předpokladem rovnoměrného vzcházení máku je mělký výsev do hloubky 1 – 1,5 cm (Bechyně, 1993).

Při seřízení hloubky se snažíme, aby osivo leželo na vlhkém dně seťového lůžka. Takto uložené osivo dokáže využít půdní i vzdušné vlhkosti a bez problémů klíčí a vzchází (Cihlár, Michalíček, Vlk, 2010). Mák se seje pneumatickými, nebo mechanickými obilnými secími stroji „na široko“ do obilných řádků, nebo ob řádek (Roubal, 2011).

3.2.3 Odrůdy

Odrůdy - základním rozhodnutím při pěstování máku je výběr odrůdy (Vlk, 2014). Odrůda u všech plodin určuje kvalitu. U máku ale navíc odpovídá za odolnost k fyto toxicitě a k poléhání. Trojice těchto znaků je pro mák mimořádně důležitá, a proto ze škály zhruba šedesáti odrůd registrovaných v EU se dají s úspěchem pěstovat jenom některé (Zehnálek, 2010).

Systematické šlechtění začalo v českých zemích ve 30. letech 20. století. Do té doby se pěstovala řada velmi rozdílných krajových odrůd s různou barvou semene (Zehnálek, 2010). Tyto krajové odrůdy se staly základem pro šlechtění (Zehnálek, 2010).

Při šlechtění nových odrůd je potřebné se kromě hlavních šlechtitelských cílů jako jsou úroda semene a obsah alkaloidů v suchých tobolkách, zaměřit i na další hospodářsky důležité znaky. Těmi jsou úroda tobolek, celková stavba rostliny, odolnost proti poléhání, chorobám, abiotickým faktorům, nežádoucímu otvírání tobolek (hledáky) a odolnost proti herbicidům (Majdanová, Fejer, 2010). Většinou je uváděno, že bělosemenné kultivary obsahují méně morfinu a ostatních alkaloidů ve srovnání s modro a šedosemennými kultivary (Skalický a kol., 2013).

Jak uvádí Vlk (2013), nejpěstovanější odrůdy na našem území jsou Maraton, Opal a Major a dle pravidelně prováděných pokusů jsou to také odrůdy, které mají dlouhodobě nejvyšší výnosy. Tyto tři odrůdy jsou slovenského původu a byly vyšlechtěny v ŠS Malý Šariš. Odrůdy českého původu jsou například Sokol, Racek, Orel, Orfeus. Za zmínku také stojí polská odrůda Lazur, která má vyšší obsah morfinu a maďarská odrůda Buddha, která má nejvyšší obsah morfinu z máků, u nás pěstovaných.

3.2.4 Výživa

Čerpání živin v průběhu vegetace závisí na růstu a vývoji rostlin a ekologických podmínkách. Mák v závislosti na vnějších podmínkách vzejde asi za 15 – 20 dnů po setí. K vytvoření kořenového systému vyžaduje značné množství vláhy, přístupného fosforu a vápníku v půdě (Cihlář a kol., 2010). Při základním hnojení nesmíme podcenit výběr stanoviště, předplodiny a musíme zohlednit agrochemické vlastnosti půdy. Nejčastěji se mák zařazuje po obilnině, kde musíme pro rychlejší rozklad slámy upravit poměr C : N (Cihlář a kol., 2010). Poměr C : N můžeme upravit aplikací kejdy nebo močůvky na posklizňové zbytky.

Půdy s nízkou nebo vyhovující zásobou živin dohnojíme na podzim nebo výjimečně na jaře (co nejdříve) před setím (Richter, Škarpa, Lošák, 2011). Samotné použití minerálních dusíkatých hnojiv na podzim je pro jarní výsevy máku zakázáno. Použít můžeme jen hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem a to v období od 15.10. do začátku období zákazu hnojení. (Cihlář a kol., 2010).

Mák odčerpává na výnos 1,2 t semene sice značné množství dusíku (cca 60 kg), ale zároveň stejné množství draslíku (v poměru cca 1:1). Odběr fosforu je relativně nižší v porovnání s dusíkem a draslíkem (1:0,2). Důležitým prvkem je vápník, kterého mák odčerpává na stejný výnos semene zhruba stejně jako dusíku a draslíku (cca 60 kg Ca). Mák využívá živiny (kromě dusíku) zejména ze staré půdní zásoby (Roubal, 2011).

V běžné praxi při pěstování máku setého se tedy dle aktuální potřeby používá hnojení dusíkem, fosforečnými, draselnými a hořečnatými hnojivy, sírou, vápnění a případná aplikace mikrobiogenních prvků jako je bór a zinek.

3.3 Regulace a ochrana proti škodlivým činitelům

3.3.1 Škůdci a choroby

Při pěstování máku setého je nejdůležitějším parametrem výnos semen a makoviny. Výnosy mohou být negativně ovlivněny výskytem škůdců či chorob. Aby se předcházelo sníženým výnosům, začalo se používat množství různých přípravků, které by měly zamezit či snížit výskyt chorob a škůdců.

Kromě používání různých přípravků je velmi důležitá preventivní ochrana, která zahrnuje především dodržování střídání plodin, správné zpracování půdy, správné místo a také dobu výsevu. V případě použití přípravků je velmi důležitá jejich správná volba, množství a doba aplikace. Například některé z nich jsou škodlivé (Cyperkill 25 EC a Talstar 10 EC) nebo dokonce jedovaté (Nurelle D) pro včelu medonosnou.

V současnosti nejpoužívanější přípravky jsou tyto:

proti chorobám: na plošné postřiky Discus (0,2 – 0,25 kg/ha), Caramba (1 l/ha), Bumper Super (1 l/ha), Prosaro 250 EC (0,75 – 1 l/ha), Polyversum (0,1 kg/ha dvakrát až třikrát) (Bittner a kol., 2010)

proti škůdcům: Cyperkill 25 EC (0,1 l/ha), Fury 10 EW (0,1 l/ha), Mospilan 20 SP (150 – 180 g/ha), Nurelle D (0,6 l/ha), Pirimor 50 WG (0,3 – 0,5 kg/ha), Talstar 10 EC (0,1 l/ha), Chinook 200 FS (60 ml/kg + 30 – 60 g/kg Talkum Blue), Eldorado FS 480 (55 ml/kg + 30 – 60 g/kg Talkum Green) (Bittner a kol., 2010)

3.3.1.1 Škůdci

Mezi významné škůdce na máku setém patří:

bejlmorka maková (*Dasineura papaveris*)

bejlmorka poupatová (*Clinodiplosis cilicrus*)

mšice maková (*Aphis fabae*)

můra zelená (*Mamestra brassicae*)

klepuška dvoutečná (*Calocoris norvegicus*)

krytonosec kořenový (*Stanocarus ruficornis*)

krytonosec makový (*Neoglocianus macula alba*)

žlabatka stonková (*Timaspis papaveris*)

Krytonosec kořenový je nejvýznamnějším škůdcem na máku. Obvykle ve druhé polovině dubna se v porostech objevují dospělci. Silně poškozují drobným žírem malé vzcházející rostliny máku, které následně zasychají a hynou. Larvy se vyvíjejí v kúlovém kořenu a v období před květem silně poškozují rostliny (Kazda a kol. 2010). Rostliny postupně chřadnou, nekvetou a podléhají hnilobě. Na základě poškození krytonosem se na máku často vyskytuje helmintosporiová nekróza (Hudec, Gutten, 2007). Proti krytonosci může být použita preventivní a chemická ochrana.

Preventivní ochrana spočívá zejména v co nejranějším výsevu a v kvalitní přípravě půdy (Hudec, Gutten, 2007).

Chemická ochrana spočívá v preventivním moření přípravky Chinook 200 FS, či Elado FS 480. Pro plošný postřik se doporučuje Nurelle D či Cyperkill 25 EC. Proti larvám na kořenech jsou chemické přípravky neúčinné (Bittner a kol., 2010).

Mšice maková je dalším z významných škůdců na máku. Během celé vegetace je mák poškozován sáním mšice makové (Kazda a kol., 2010). Vegetační vrcholy se deformují, tobolky – makovice jsou špatně vyvinuté, zakrslé a deformované. Listy napadených rostlin žloutnou, na spodní straně listů lze pozorovat černohnědé kolonie mšic.

Chemická ochrana se provádí od doby, kdy více než 5 % rostlin je napadeno mšicemi. Používají se přípravky Cyperkill 25 EC (0,1 l/ha), Fury 10 EW (0,1 l/ha), Mospilan 20 SP (150 – 180 g/ha), Nurelle D (0,6 l/ha), Pirimor 50 WG (0,3 – 0,5 kg/ha) nebo Talstar 10 EC (0,1 l/ha) (Bittner a kol., 2010).

Krytonosec makovicový je další z řady významných škůdců máku setého. Ve fázi háčkování až počátku květu se v porostech máku, zejména v teplejších oblastech objevují velcí brouci krytonosce makovicového. Zpočátku poškozují žírem stonky a poupata, později malé makovice, kam kladou i vajíčka. Larvy využívají přepážky a v makovicích se nevyvíjí semena (Kazda a kol., 2010). V případě potřeby (v oblastech s častým výskytem škůdce) se chemická ochrana provádí v období před kvetením, ve stadiu háčkování máku (Hudec, Gutten, 2007). Používá se postřik přípravkem Cyperkill 25 EC (0,1 l/ha) a Mospilan 20 SP (150 – 180 g/ha) (Bittner a kol., 2010).

3.3.1.2 Choroby

K významným chorobám, které se vyskytují na máku setém, patří:

bakteriální skvrnitost máku (*Xanthomonas papavericola*)

stonková bakterióza máku setého (*Erwinia carotovora*)

bílá sklerociová hniloba máku (*Sclerotinia sclerotiorum*)

černání stonku máku (*Verticillium spp.*)

helmintosporiová nekróza máku (*Pleospora papaveraceae*)

spála a padání rostlin máku

plíseň maková (*Peronospora arborescens*)

šedá plísnovitost máku (*Botryotinia fucheliana*)

černí máku (*Alternaria spp.*, *Cladosporium spp.*, *Ulocladium spp.*)

(Bittner a kol., 2010)

Helmintosporiová nekróza máku (*Pleospora papaveracea*, *Dendryphion penicillatum*) – je v současnosti nejdůležitější choroba máku, působící škody nejen na výnosu, ale i na potravinářské a osivářské kvalitě (Zehnálek, 2010). Tuto chorobu způsobuje houba, která přežívá na posklizňových zbytcích a je také přenosná osivem (Bittner a kol., 2010). Přesněji se jedná o dva organismy *Pleospora papaveracea* a *Dendryphion penicillatum*, které jsou velmi dobře známé patogeny opiového máku (*Papaver somniferum*). Nepohlavní stádium *Pleospora papaveracea* bylo obvykle označováno jako *Dendryphion penicillatum*, avšak morfologické zkoumání a AFLP analýza odhalili, že *Dendryphion penicillatum* není nepohlavní stádium *Pleospora papaveracea* (Farr a kol., 2000). Metoda AFLP je moderní přístup, který slouží k získání multilokusových genetických dat na bázi DNA fingerprintingu. Využívá nejmodernějších metod vizualizace. Výhoda metody AFLP je opakovatelnost (a tím i publikovatelnost ve vědeckých časopisech) a moderní přístup vizualizace získaných fragmentů (web.natur.cuni.cz).

V tomto případě jde o dvě různé houby, které jsou obě pro mák patogenní a vyvolávají obdobné příznaky (Bittner a kol., 2010). Zatímco *Pleospora papaveracea* tvoří pohlavní stádium, u *Dendryphion penicillatum* pohlavní stádium není známé (Farr a kol., 2000). *Pleospora papaveracea* je známá jako velmi destruktivní patogen působící na osivu *Papaver somniferum*. Způsobuje plíseň semenáčků a listů a také hnilobu květů a tobolek (Farr a kol.,

2000). Ballarin (1950) tvrdí, že tato houba je pravděpodobně specializovaná na rod *Papaver* a podkládá to pokusy působení tohoto patogenu na jiné čeledi.

Pokusy byly provedeny například na brukvovitých, kde většina výsledků byla negativní, i když na některých semenáčcích se objevily hnědé skvrny, které daly vzniknout slabým konidíím (Ballarin, 1950).

Helmintosporiová nekróza máku byla poprvé popsána Sawadou v roce 1917 (O'Neil a kol., 2000). Tyto osivové patogeny se vyskytují téměř po celém světě, z toho nejvíce jsou hlášeny v Evropě a v Asii (Bailey, 2000). Zvára (1981) uvádí, že na území České republiky se tato choroba vyskytuje od padesátých let minulého století a také ji označuje za nejnebezpečnější chorobu máku setého.

Helmintosporiová nekróza máku je patogen, který se vyskytuje na všech částech rostliny (Bittner a kol., 2010). Symptomy zahrnují nekrózy semenáčků, listů, stonků a plíseň vzrostlých rostlin (Bailey a kol., 2000). První symptomy helmintosporiízy se objevují už na mladých klíčících rostlinách. Kořenový krček napadených rostlin hnědne, zaškrcuje se a celá rostlina postupně odumírá (Hudec, Gutten, 2007). Jak uvádí Benada a kol. (1965), tak díky působení houby není rostlina dostatečně zásobena vodou a živinami, zároveň na ni působí toxiny houby a tím dochází ke žloutnutí listů a rostlina ztrácí spojení s kořenem a vlastní vahou padá a odumírá.

U starších rostlin se napadení projevuje tím, že se objevují modročervené pruhy (pásky), dlouhé i několik centimetrů. Symptomy se na listech tvoří až v pozdějších růstových fázích, hlavně před kvetením. Jsou ve formě hnědých hranatých skvrn, ohraničených listovou žilnatinou. Za sucha skvrny zasychají a při vlhkém a deštivém počasí se pokrývají šedým povlakem mycelia a fruktifikačních orgánů houby (Hudec, Gutten, 2007).

Pokud má houba příznivé podmínky pro svůj růst, napadá i makovice. Jak uvádí Kazda a kol. (2010), takto napadené makovice jsou menší, deformované a napadené pletivo má fialově hnědé zbarvení. Uvnitř makovic houba napadá semena. Prostřednictvím napadených semen a rostlin se při sklizni spóry dostávají na zdravá semena a pokud jsou použita jako osivo, pak se cyklus patogena uzavírá (Bittner a kol., 2010).

Napadení je nejdříve viditelné na jednotlivých rostlinách nebo v ohniscích. Později se šíří na celý porost (Bittner a kol., 2010). A jak uvádí Benada a kol. (1958), pokud má houba dobré podmínky pro svůj vývoj (teplo a vlhko), může dojít k tzv. totální infekci, kdy je napadena báze stonku, odkud se nekróza šíří do celé jeho délky, ucpávají se cévy, houbové

toxiny způsobí zhnědnutí a zaschnutí listů, ale stonek a makovice zůstávají zelené. Při takové infekci je průběh velmi rychlý a může způsobit úhyn celých makových porostů.

Pro ochranu máku před helmintosporiovou nekrózou by měla být dodržena správná agrotechnická opatření, použito ošetřené osivo a využita aplikace fungicidních přípravků.

Z agrotechnických opatření je důležité dodržet tři až čtyřletý odstup pěstování máku po sobě a likvidovat posklizňové zbytky podzimní orbou (Bittner, 2007). Při kratším intervalu nejsou ještě rozložené všechny posklizňové zbytky máku, a tedy bude i vyšší pravděpodobnost přežití (a schopnost vyvolat infekci) u patogenů, kteří přežívají právě na rostlinných zbytcích. Především tedy u původců helmintosporií máku (Prokinová, 2014). Jak uvádí Prokinová (2014), zatím nejsou k dispozici odrůdy, které by byly odolnější k helmintosporií a plísni máku.

Dalším stupněm v ochraně makových porostů je ošetření použitého osiva. Do loňského roku se na moření osiva proti helmintosporií používal přípravek Cruiser OSR. Jak bylo výše uvedeno, tento přípravek byl zakázán. V současné době tedy připadá v úvahu zmíněná metoda E-ventus.

Další možností je fungicidní ošetření porostů. Fungicidní ochrana v počátečních fázích vývoje rostliny je pro dosažení vysokého výnosu rozhodující (Vlk, 2014). Jak uvádí Prokinová (2014), od 23. 1. 2014 jsou pro fungicidní ošetření porostů proti helmintosporií registrované přípravky s účinnými látkami picoxystrobin, kresoxim-methyl, prochloraz + propiconazole, metconazole, prothioconazole + tebuconazole, čili přípravky Acanto 250 SC, AV Kreso, Discus, Discus 500 WG, Pixanto 250 SC, Apel, Bumper Super, Caramba a Prosaro.

Největší efekt má časně ošetření. Obvykle se provádí na počátku kvetení, v případě napadeného osiva by bylo účinnější provést ošetření ještě dříve. V současné době lze fungicidní ošetření doporučit jako samozřejmou součást pěstební technologie (Prokinová, 2009).

Dále je registrován biologický přípravek obsahující houbu *Pithyium oligandrum* s komerčním názvem Polyversum, u kterého jsou doporučeny dvě až tři aplikace během vegetace. První dvě do vytvoření listové růžice, poslední před květem (Bittner a kol., 2010).

Plíseň maková – infekce je způsobena organismem *Peronospora arborescens* (Bittner a kol., 2010). Je to velmi jemný mikroskopický organismus s myceliem bez příhrádek. Dříve byl řazen do říše hub, současné poznatky potvrdili jeho příslušnost k říši *Chromista* (Prokinová, 2006b).

Tato choroba se vyskytuje ve všech oblastech pěstování máku. Asi do roku 2005 bylo napadení rostlin jen ojedinělé (Bittner a kol., 2010). Za posledních deset let se pěstitelům máku poměrně dobře podařilo zvládnout napadení helmintosporiózou. Opačný trend ovšem nastal u plísně makové (Vlašný, 2012).

Peronospora arborescens je řazena do řádu Peronosporales. Je to skupina organismů označovaná jako nepravá padlí (Lebeda, Meislerová, 2006). Tyto patogeny mohou na rostlině vyvolat lokální nebo systémové infekce. Produkují oospory a velké množství krátkověkých sporangií (Renfro a Shankara Bhat, 1981, Davis 1987). Jak uvádí Cihlář (2014), jedná se o velmi adaptabilní patogen, který se může šířit několika cestami. *Peronospora arborescens* díky své schopnosti napadnout mák čtyřmi různými cestami způsobuje závažné hospodářské škody. Dvě z těchto cest (oospory na pozemku a napadené osivo) způsobují tzv. primární infekci. Ta působí chlorózy a zduření tkání děložních listů, listů, stonků, pupat a makovic spolu s jejich silnou deformací. Na spodku listů se pak nachází zřetelně viditelný šedivý povlak mycelia plísně makové. Rostliny takto napadené umírají předčasně (Vlašný, 2012). Druhými dvěma cestami je potom přenos konidii buď z primárně napadených rostlin máku setého, a nebo z napadených rostlin máku vlčího. Tyto infekce se pak projevují ohraničenými skvrnami na listech. Tyto skvrny mohou snadno srůst a i když je napadení listů značné, rostlina dosahuje své plné zralosti (Vlašný, 2012).

Plíseň maková má pak další nevýhodu a to je její latentnost. Je totiž schopná v rostlině být, ale příznaky napadení se mohou projevit později, a nebo také vůbec. Pro pěstitele je tedy velmi obtížné určit, zda ošetření, které v průběhu vegetace provedl, mají vůbec smysl (Cihlář, 2014).

Mladé rostliny napadené plísní makovou vypadnou z porostu a nepřinesou žádný výnos. Rostliny napadené v pozdějších fázích vegetace z porostu zcela nevypadnou a projeví se pouze sníženým výnosem (Vlk, 2014).

Ochrana makových porostů před touto chorobou je nejlepší pomocí agrotechnických opatření. Bittner a kol. (2010) doporučuje v osevním postupu dodržovat odstup v pěstování máku setého 4 – 5 let. Při kratším sledu hrozí při každém dalším zařazení máku v intervalu kratším než 4 roky na daný pozemek vyšší infekční tlak a tedy vyšší napadení plísní

makovou, která přežívá ve formě oospor v půdě minimálně 4 roky s tím, že ve čtvrtém až pátém roce je v půdě již malé množství životaschopných oospor (Prokinová, 2014).

Dále Bittner (2010) doporučuje nakupovat osivo ze zdravých porostů, nepěstovat ozimý a jarní mák vedle sebe, nedávat vedle sebe porosty z neproověřených partií osiva a mořit osivo Cruiserem OSR. Ale jak bylo již výše uvedeno, od roku 2014 již není možné toto mořidlo na území Evropské unie používat a Prokinová (2014) doporučuje jiné, výše zmíněné možnosti ochrany.

Dalším opatřením je důkladné čištění osiva tak, aby v něm nezůstaly zbytky makoviny, která může být také infikována *Peronosporou arborescens* (Prokinová, 2006b).

Fungicidní ochrana je značně problematická. Aplikace do máku neregistrovaných fungicidů (např. Dithane, Bravo, Casoar) zatím nemá zcela uspokojivou účinnost (Bittner a kol., 2010). Fungicidní přípravky registrované proti plísni makové jsou ke dni 23. 1. 2014 Acanto a Acanto 250 SC s účinnou látkou picoxystrobin, Pixanto 250 SC (= Acanto 250 SC) a účinnou látkou picoxystrobin, Prosaro 250 EC s účinnou látkou prothioconazole + tebuconazole, Amistar Xtra a účinnou látkou azoxystrobin + cyproconazole a Dithane DG Neotec s účinnou látkou Mancozeb (Prokinová, 2014).

Pro fungicidní ošetření porostů proti plísni makové byl stejně jako u helmintosporiázy registrován biologický přípravek Polyversum, který obsahuje houbu *Pythium oligandrum* (Prokinová, 2014).

Je velmi pravděpodobné, že aplikace fungicidů v počátku vegetace zbrzdí samotné projevy napadení až do doby prodlužovacího růstu nebo po odkvětu (Cihlář, 2014). K tomuto Cihlář (2014) dále uvádí, že plíseň maková je patogen, který není příliš vzdálen plísni bramborové, z tohoto důvodu byly provedeny pokusy s tzv. „bramborovými fungicidy“ u kterých byly výsledky velmi dobré. Výsledky z roku 2012 potvrdili trend let předchozích, tedy že aplikace fungicidů v raných růstových fázích se velmi pozitivně projevila na výnose. Dle provedených pokusů je zřejmý výnosově pozitivní efekt „bramborových fungicidů“ aplikovaných na počátku vegetace. Velmi dobře vyšla i kombinace časně aplikace Dithanu DG Neotec s přípravkem Amistar Xtra (Cihlář, 2014).

Spála a padání rostlin máku – tato choroba se často vyskytuje u nemořeného osiva, které bylo vyseto na těžkých půdách. Klíčící rostliny před vzejitím a při vzcházení padají a hynou. Přeživší vzešlé rostliny jsou povadlé a mají zaškrcený krček (Bittner a kol., 2010). V tomto případě je nejúčinnější ochranou nepěstovat mák na těžkých slévavých půdách a používat osivo ošetřené metodou E-ventus.

3.3.2 Plevelle

Přítomnost plevelů v porostech je jedním z faktorů, který může velmi ovlivnit konečné výnosy. Havel a kol. (2010) uvádí, že díky malé konkurenceschopnosti máku je zaplevelení opravdu jedním z největších problémů u velkovýrobní pěstitelské technologie. Nejdůležitějším agrotechnickým opatřením, zvláště v boji proti hlubokokořenícím plevelům, zůstává orba (Roubal, 2011). V případě volby minimalizace je míra zaplevelení vyšší a musí se řešit použitím herbicidů.

Bechyně (1993) uvádí, že základní ochrana proti plevelům by měla začít v předplodinách, a to především z toho důvodu, že mák je proti herbicidům méně odolný a může dojít k jeho poškození. S tím je spojena i správná volba předplodiny a zařazení do osevního postupu. V tomto případě asi největší problémy dělá výdrol řepky a obecně se doporučuje odstup při pěstování 4 – 5 let.

Co se týká samotných herbicidů používaných v máku, tak specifický vývoj herbicidů do máku neprobíhá a probíhat asi nebude vzhledem k celosvětově nízké rozloze pěstování máku. Proto jsou využívány herbicidy vyvinuté do jiných plodin a teprve dodatečně registrované do máku (Cihlář a kol., 2010). Pokud při jejich aplikaci nejsou dodrženy předepsané zásady, většinou dojde k těžkému poškození nebo i zničení porostu (Havel a kol., 2010)

I při uplatnění agrotechnických zásad nelze plevelle v máku úspěšně regulovat jedním herbicidním zásahem, ale musí být prováděn systém zpravidla 2 – 3 ošetření. K tomu se přidává speciální ošetření např. proti trávovitým plevelům, svízeli a rdesnům, výdrolu řepky apod. V systémech regulace plevelů v máku nacházíme dvě základní varianty:

- a) systém regulace založený na preemergentním ošetření
- b) systém s výhradně postemergentními aplikacemi (Cihlář a kol., 2010)

K tomuto uvádí Roubal (2011), že v současné době již ustal boj mezi čistě preemergentní a postemergentní metodou regulace plevelů v máku a ve většině případů dochází k propojení a kombinování obou.

Pro preemergentní aplikaci jsou registrovány herbicidy Merlin, přípravky na bázi chlorotoluronu (např. Lentipur), přípravek Command 36SC a herbicid Callisto 480 (Cihlář a kol., 2010).

Pro postemergentní ošetření se používají např. Lentipur 500FW, Starane 250 EC, Callisto 480 nebo Tolurex.

Nejčastěji se vyskytující plevele v máku setém jsou následující – při špatném osevním postupu to může být výdrol řepky, dále lebedy, pcháče, pýr, zemědým, mléče, mák vlčí, rdesna, rozrazil rolní, pohanka opletka, lebeda rozkladitá, kostival a další (Roubal, 2011)

3.3.3 Regulace růstu máku

Mák je velmi citlivá plodina, kterou snadno poškodí nepřízeň klimatu i postřiky. Proto potřebuje podporu. Jednou stimulací, jindy retardací, či regulací, často postupně všechny zákroky (Roubal, 2010).

Stimulátory - jak uvádí Gross a Parthier (1994), bylo objeveno a popsáno více než 300 mikrobiálních, tak zvaných druhotných rostlinných produktů, které umožňují bioregulační aktivity v rostlině. Jsou to především dobře známé rostlinné hormony, jako jsou auxiny, cytokininy, gibbereliny, kyselina abscisová, ethylen a další (Gross, Parthier, 1994). Rostlinné hormony se dělí na stimulátory nebo inhibitory (Gross, Parthier, 1994).

Jak shodně uvádějí Roubal, Zedník a Petrásek (2010), rostlinné stimulátory jsou látky, jejichž aplikací se zvyšuje u rostlin odolnost vůči nepříznivým vnějším podmínkám, podporuje se jejich růst a tvorba kořenového systému, zlepšuje se příjem a využití živin a také podporuje využitelnost hnojiv.

Khan a kol. (2007) uvádí, že pokusy, které provedli s regulátory růstu, prokázaly, že regulátory mají příznivý vliv na růst, výnos, kvalitu porostu a obsah morfinu v makovicích. Dále Khan a kol. (2007) uvádí, že testované regulátory podporovaly větvení a také pozitivně ovlivnily vývoj makovic ve stejné výšce.

Rozlišují se stimulátory auxinového typu a stimulátory na bázi huminových látek. K auxinovým stimulátorům Roubal (2010) uvádí, že zvýšení obsahu auxinů můžeme dosáhnout aplikací některých synteticky vyrobených látek. Nárůst auxinů se pozitivně projevuje zvýšením odolnosti vůči stresu postemergentně aplikovaných herbicidů, suchu a také stimulací výnosu po jejich aplikaci Roubal (2010). K těmto stimulátorům patří například výrobky M-Sunagreen, Hergit nebo Atonic Pro.

Jak uvádí Petrásek (2013), proauxinový přípravek M-Sunagreen se používá pro moření osiva a po jeho aplikaci dochází ke zlepšení funkce kořenové soustavy, tím ke zlepšení osvojení živin a omezení vlivu stresu, a to celé vede k větším výnosům. Dále Petrásek (2013) popisuje velmi příznivý vliv použití přípravku Hergit (působí na principu prekurzoru auxinů) v kombinaci se zinkem v chelátové formě. K tomu Petrásek (2013) doplňuje, že kombinace auxinového stimulantu a zinku posiluje vegetativní orgány.

K použití stimulantů na bázi huminových látek Zedník (2013) uvádí, že je všeobecně známo, že intenzivním využíváním zemědělské půdy dochází k vyčerpání přírodního půdního potenciálu a půda se stává „vyhospodařenou“ a proto je nutno chybějící látky k dosažení dobrých výnosů doplňovat (Zedník, 2013). Zedník (2012, 2013) dále uvádí, že neúrodnější

částí půdy je humus, na něm tedy závisí úrodnost. Humus vniká procesem humifikace, což je proces kdy jsou látky v půdě rozkládány mikroorganismy. Dále je Zedník (2012) toho názoru, že dlouhodobým používáním chemických přípravků jako jsou pesticidy, herbicidy a fungicidy dochází k úbytku mikroorganismů a tím i humusu.

Aplikace huminových látek by měla tento stav zlepšit. Huminové látky jsou především huminové a fulvinové (fulvové) kyseliny. Huminové kyseliny mají hlavní podíl na příznivé struktuře půdy a jsou špatně rozpustné až nerozpustné. Fulvinové (fulvové) kyseliny plní funkci transportní, tedy nosiče živin a jsou velmi dobře rozpustné (Zedník, 2012, 2013). Jak dále uvádí Zedník (2013), dříve se huminové přípravky aplikovali do půdy, dnes se aplikují foliárně. Mezi huminové přípravky, které se v současnosti používají, patří Lignohumát. Lignohumát přirozeně obsahuje minimálně 3 % síry, je obohacen o stopové prvky v chelátové formě Mg, Si, Cu, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo a má stimulační a regenerační účinky. Rostlinám dodává v půdě chybějící huminové látky, zajišťuje lepší využitelnost živin a hnojiv a zlepšuje strukturu půdy (Zedník, 2014). K tomu Zedník (2014) dále uvádí výrobky, které Lignohumát obsahují, a to Lignohumát MAX, Lignohumát AM, Ligno Super NPK 7,5-8-6, Vitalit, Ligno Aktivátor a Lexin.

Retardandy - brzdí (retardují) dlouhivý růst regulací hladiny giberelinů (blokuje jejich syntézu a ovlivňuje poměr nativních hormonů auxinů, giberelinů a cytokininů (Roubal, 2010). Rademacher (2000) uvádí, že růstové retardandy aplikované na polní plodiny, redukuje nechtěný přílišný dlouhivý růst bez snižování výnosů. Většina retardandů funguje na bázi inhibice biosyntézy giberelinů (Rademacher, 2000). Podle místa, kde tuto biosyntézu blokuje, se dělí do 3 hlavních skupin na oniové, cyklohexantriony a látky s dusíkatým heterocyklem (Roubal, 2010). Roubal (2010) uvádí přípravky, které se používají jako retardandy a jsou to například Metconazol, Caramba a nebo regulační fungicid Prosaro 250 EC.

4 Materiál a metody

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Pokus byl založen jako jednoletý, poloprovodní, na pozemku, který obhospodařuje společnost Zemědělská a.s. Krucemburk. Pozemek se nachází vedle komunikace, která spojuje obce Chlum a Košínov, které leží u města Krucemburk v okrese Havlíčkův Brod v kraji Vysočina. Pole je v nadmořské výšce 620 m. n. m.

V kraji Vysočina převládá půdní typ kambizem (<http://mapy.geology.cz>). Na pokusném poli se jedná o středně těžkou mezobazickou kambizem (<http://mapy.geology.cz>, <http://kartografie.fsv.cvut.cz>). Dle výpisu z katastru nemovitostí nemá tento pozemek evidované BPEJ (www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti.aspx).

Dle Quitta (1971), se pokusné pole nachází ve studené oblasti CH7, která má následující klimatické charakteristiky. Počet letních dnů 10-30, počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více 120–140, počet mrazových dnů 140–160, počet ledových dnů 50–60, průměrná teplota v lednu (°C) –3 až –4, průměrná teplota v červenci (°C) 15–16, průměrná teplota v dubnu (°C) 4–6, průměrná teplota v říjnu (°C) 6–7, průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více 120–130, srážkový úhrn ve vegetačním období (mm) 500–600, počet dnů se sněhovou pokrývkou 100–120, počet dnů zamračených 150–160, počet dnů jasných 40–50 (cs.wikipedia.org). V roce 2013 byla průměrná roční teplota na stanovišti 7-8 °C a průměrný úhrn srážek 800 – 1000 mm (<http://portal.chmi.cz>).

4.2 Charakteristika pokusu

Pro realizaci pokusu byly použity dvě odrůdy Major a Marianne. Odrůda Major byla vyseta ve dvou variantách výsevku, a to 1 kg/ha a 1,5 kg/ha a Marianne v jedné variantě 1,5 kg/ha. Tímto vznikly 3 řady Major 1,5 kg, Major 1 kg a Marianne 1,5 kg. Napříč těmito třemi řadami byla použita různá výživa, fungicidní ochrana a růstové stimulanty. Společně s třemi kontrolami vzniklo 12 různých variant, u kterých byl hodnocen výnos semen, výnos makoviny, počet rostlin na m² a HTS.

Plán pokusu

Kombinací různého hnojení a aplikací fungicidů a stimulantů růstu vzniklo 12 variant číslovaných od 1 do 12. Těchto 12 variant bylo aplikováno napříč třemi různými odrůdami, respektive dvěma odrůdami Major a Marianne, kde odrůda Major byla použita ve dvou variantách velikosti výsevku, a to 1,5 kg/ha a 1 kg/ha. V níže uvedené tabulce nejsou tyto odrůdy uvedeny.

Tabulka č. 1 Plán pokusu

Varianta	Hnojení	Fungicidní ochrana	Růstové stimulanty
1	0 kg N	Dithane 2 kg/ha 2 listy, Amistar Xtra 0,75l/ha butonizace	
2		Kontrola	
3		Polyversum 0,1 kg/ha 2x	
4	Urea stabil 100 kg/ha před setím, DASA 150 kg/ha 8 listů, butonizace	Dithane 2 kg/ha 2 listy, Amistar Xtra 0,75l/ha butonizace	
5		Kontrola	
6		Polyversum 0,1 kg/ha 2x	
7	dle Zemas - NP 20:20 0,2 t/ha, Hořká sůl 5 kg/ha, LAD 27 0,15 t/ha, Zink 700 1,2 l/ha, Envifit 2 l/ha	Dithane 2 kg/ha 2 listy, Amistar Xtra 0,75l/ha butonizace	
8		Kontrola	
9		Polyversum 0,1 kg/ha 2x	
10			Enviproduct – Envifit
11			M-Sunagreen
12			Atonik 0,3 v 5% roztoku urea

Jako předplodina byla ozimá pšenice, poté byly provedeny následující úkony, 12.11.2012 orba, 22.4.2013 příprava půdy kompaktozem, 24.4.2013 setí mák 1 kg, 1,5 kg Major, 1,5 kg Marianne mořeno Cruiser OSR + M Sunagreen, 24.4.2013 postřik Callisto 480 SC 0,25 l/ha + Command 36 SC 0,15 l/ha, 12.6.2013 Agil 0,5 l/ha, 12.6.2013 1. aplikace fungicidů, 7.6.2013 Laudis OD 1,8 l/ha + Tomigan 250 EC 0,3 l/ha (tm), 1.7.2013 2. aplikace fungicidů, 16.9.2013 odběr makovic a následné posklizňové rozbory v průběhu měsíce října na Výzkumné stanici v Červeném Újezdě. Sklizeno bylo vždy 1 m² z každého opakování každé varianty.

4.3 Charakteristika pokusného materiálu

4.3.1 Použité odrůdy

K realizaci pokusu byly použity dvě odrůdy máku, a to odrůdy Major a Marianne.

Major - modrosemenná odrůda, vyšlechtěná na Výzkumno-šlechtitelské stanici Malý Šariš, registrovaná v roce 2002. Vznikla křížením materiálů Svalöfs Soma x Bibbi s následným výběrem na požadované hospodářské znaky a vlastnosti.

Odrůda je středně raná (vegetační doba 126 dní), středně vysoká (1,11m). Vyznačuje se robustnějším habitem, to jí dává předpoklady pro dobrou odolnost proti vyvracení a polehání. Odolnost proti nežádoucímu otvírání tobolek po dozrání je velmi dobrá (0,5 %). Barva semena je modravá s dobrou barevnou vyrovnaností. Hmotnost tisíce semen je 0,55 g.

Major má vysoký úrodný potenciál. Je to odrůda univerzálního typu, určená pro potravinářské využití semene a zpracování makoviny farmaceutickým průmyslem. Obsah morfinu se pohybuje na úrovni 0,45 – 0,50 %. Obsah oleje v semeni je 48,3 %. Zdravotní stav je dobrý. Vyznačuje se střední odolností proti plísni makové a helmintosporióze. Je to odrůda přizpůsobivá půdním a klimatickým podmínkám. Nejvíc jí vyhovují humidnější oblasti řepařské, ale i bramborové výrobní oblasti (<http://www.agro2000.cz/mak-sety.html>).

Marianne – je odrůda vyšlechtěná v Holandsku, jak uvádí Vlk a kol. (2009). Dle pokusů z roku 2009 se jedná o odrůdu, která má ve srovnání s ostatními odrůdami dobré výnosy máku i makoviny a menší obsah morfinu a jelikož byla vyšlechtěna v Holandsku, hodí se spíše do nižších teplejších poloh.

4.3.2 Použité přípravky

Na ošetření pokusného porostu byly použity následující přípravky.

Herbicidy

Callisto 480 SC je postřikový herbicidní přípravek ve formě suspenzního koncentrátu pro preemergentní a postemergentní hubení jednoletých dvouděložných plevelů a ježatky kuří nohy (<http://www.syngenta.com/>).

Command 36 SC je postřikový herbicidní přípravek ve formě suspenze kapsulí určený k preemergentní aplikaci proti jednoletým dvouděložným plevelům v řepce olejce, bramborách, hrachu, máku, okurkách, tykvi a fazolu. Účinná látka je klomazon 360 g/l ; 35% (<http://www.fnagro.cz/>).

Laudis je herbicidní přípravek k postemergentnímu ošetření kukuřice a máku proti jednoletým travám a dvouděložným plevelům. Účinné látky jsou tembotrine 44 g/kg a isoxadifen-ethyl 22 g/kg (<http://www.bayercropscience.cz/>).

Starane je postřikový herbicidní přípravek ve formě emulgovatelného koncentrátu k postemergentnímu hubení odolných dvouděložných plevelů v obilovinách bez podsevu, kukuřici, máku, kmínu, cibuli, semenářských porostech mrkve, petržele, zelí a pažitky, v travách na semeno, loukách a pastvinách, okrasných trávnicích, travnatých hřištích, tulipánech, narcisech, jádrovinách a peckovinách (<http://www.e-agro.cz/>).

Agil 100EC je selektivní postřikový graminicid ve formě emulgovatelného koncentrátu určený k postemergentnímu hubení jednoděložných jednoletých a vytrvalých plevelů v cukrovce, bramborách, lnu, hrachu, řepce ozimé i jarní, jeteli, vojtěšce, sóji, jahodníku, rajčatech, cibuli, zelí, paprice, mrkvi, slunečnici, bobu, peluše, kmínu, svazence, hořčici, máku, sadech, lesních kulturách a lesních školkách (<http://www.inpest.cz/>).

Tomigan je postřikový herbicidní přípravek ve formě emulgovatelného koncentrátu k postemergentnímu hubení odolných dvouděložných plevelů v obilninách bez podsevu, kukuřici, máku, kmínu, cibuli, semenářských porostech mrkve, petržele, zelí a pažitky, travách na semeno, loukách a pastvinách, okrasných a účelových trávnicích, tulipánech, narcisech a jádrovinách (<http://www.agrovita.cz/>).

Insekticidy

Cyperkill je insekticid na bázi syntetického pyrethroidu, který hubí široké spektrum savých a žravých škůdců jako dotykový a požerový jed. Vůči působení světla je přípravek stabilní, po zaschnutí je odolný proti dešti. Účinkuje spolehlivě při teplotách do 25 °C, při vyšších teplotách po aplikaci účinnost klesá a obnovuje se opět při poklesu teplot. Působení je velmi rychlé (knockdown efekt). (<http://www.e-agro.cz/>)

Fungicidy

Dithane DG Neotec je kontaktní fungicidní přípravek ve formě ve vodě dispergovatelných mikrogranulí proti širokému spektru houbových chorob polních plodin, zeleniny, ovocných dřevin, révy vinné, okrasných rostlin a lesních dřevin (<http://www.e-agro.cz/>).

Amista Xtra je dvousložkový fungicid, který obsahuje účinné látky s rozdílným způsobem účinku a rozdílným stupněm systemicity. Poměr obou účinných látek v produktu zabezpečuje optimální fungicidní účinek se zachováním výrazného vlivu na výnos a kvalitu produkce (<http://www.syngenta.com/>).

Polyversum je mikrobiální fungicidní přípravek na ochranu rostlin ve formě smáčitelného prášku. Polyversum je mikrobiologický fungicidní preparát používaný v ochraně rostlin proti houbovým chorobám napadajícím především kořeny, kořenové krčky či paty stébel. Jeho účinnou složkou je mikroskopický houbový organismus (*Oomyceta*) *Pythium oligandrum* (<http://www.biozahrada.cz/>).

Mořidlo

Cruiser SR je insekticidní a fungicidní přípravek ve formě kapalného suspenzního koncentrátu pro moření osiva řepky olejky proti škůdcům a houbovým chorobám. Účinné látky jsou thiamethoxam 280 g/l, fludioxonil 8 g/l, metalaxyl-M 32,3 g/l (<http://www.syngenta.com/>).

Hnojiva

Urea Stabil je nové moderní koncentrované hnojivo na bázi amidického dusíku s obsahem inhibitoru ureázy (NBPT). Granule hnojiva jsou velikostně tříděny, což zaručuje vyšší rovnoměrnost aplikace a téměř vylučuje přítomnost prachového podílu. Inhibitor ureázy, kterým je granule na povrchu obalena, oddaluje po rozpuštění přeměnu $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ na NH_4^+ a zvyšuje tak přímou účinnost aplikovaného dusíku (<http://www.agra.cz/>).

Dasa je dusíkaté hnojivo s obsahem síry, které obsahuje třetinu dusíku ve formě nitrátové a dvě třetiny ve formě amonné. Hnojivo je vyráběno ze směsi dusičnanu amonného se síranem amonným do podoby bělavých až světle hnědých granulí. Hnojivo je povrchově upraveno proti spékavosti (<http://www.adw.cz/>).

Stimulátory

Envistart je přípravek, který působí jako stimulátor růstu a zakořenění. Má antistresový a regenerační účinek - regeneruje porosty během sucha, přebytku srážek a po chemickém či mechanickém poškození. Působí na molekulární úrovni díky účinným složkám koherentním s metabolismem rostlin. Účinek je založený na přítomnosti přírodně identických stimulátorů růstu, huminových kyselin a aminokyselin, doplněných o kvalitní chelát (<http://www.enviprodukt.cz/>).

M-Sunagreen je pomocný rostlinný přípravek používaný jako rostlinný stimulátor s formulací vyhovující použití jako součást kapaliny určené pro ošetření osiva. Aplikace na osivo se projeví ve zvýšení objemu kořenové soustavy (lépe vyživený vitálnější porost), v rovnoměrnějším a rychlejším vzcházení (<http://www.vpagro.cz/>).

Atonic je rostlinný stimulátor pro omezení stresů během vegetace, pro rychlejší regeneraci poškozených kultur a celkově vyšší výnos plodin. Aplikace se provádí postřikem na list, odkud je přípravek rychle vstřebáván do rostlinných pletiv. Účinné látky urychlují transportní procesy v jednotlivých buňkách a následně anabolické pochody v rostlinách (<http://www.agromanual.cz/>).

5 Výsledky

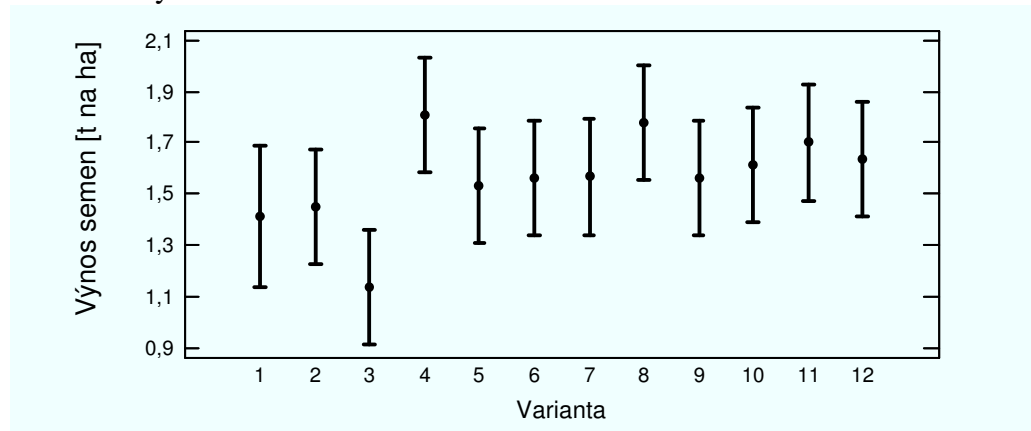
5.1 Statistické vyhodnocení

Data byla vyhodnocena metodou Analýzy rozptylu, hladina významnosti 95 %, podle metody LSD. V grafickém znázornění body znázorňují průměr a úsečka hodnotu minimální statistické difference. Pokud se úsečky nepřekrývají v horizontální rovině, pak se jedná o statisticky významný rozdíl mezi skupinami. Pod grafem je uvedena tabulka, kde kromě variant je hodnota průměru a sloupec homogenních skupin. Pokud jsou křížky v tabulce pod sebou, skupiny jsou homogenní, tj. nejsou od sebe stat. průkazně odlišné.

V níže uvedených výsledcích statistického hodnocení vlivu výživy, fungicidní ochrany a aplikace stimulátorů na výnosové prvky nebyly brány v potaz jednotlivé odrůdy, hodnoty jsou získané ze všech tří odrůdových možností.

5.1.1 Výnos semen

Graf č. 1 Výnos semen t/ha



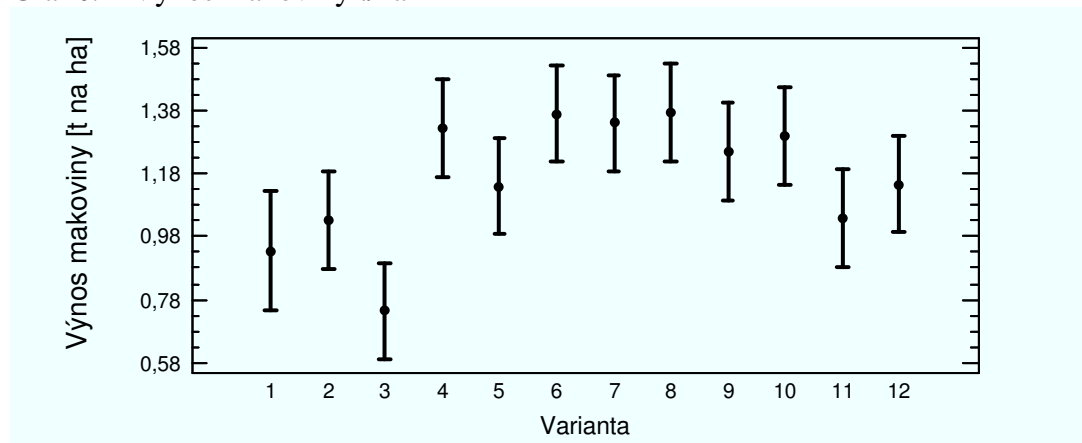
Tabulka č. 2 Výnos semen [t/ha]

Varianta	Průměr	Homogenní skupiny
3	1,13667	X
1	1,415	XX
2	1,45	XX
5	1,53333	XX
6	1,56333	XX
9	1,56333	XX
7	1,56667	XX
10	1,61333	X
12	1,63667	X
11	1,7	X
8	1,78	X
4	1,81	X

Z výše uvedené tabulky je patrné, že dva různé typy dusíkaté výživy neměly vliv na konečný výnos semen (výsledky jsou téměř shodné), zároveň je zřejmé, že první tři varianty (hnojení 0 kg N a fungicidní ochrana Dithane 2 kg/ha 2 listy, Amistar Xtra 0,75l/ha butonizace, kontrola, Polyversum 0,1 kg/ha 2x), které nebyly hnojeny, se liší ve výnosech od variant, které byly hnojeny a kde byly použity růstové stimulanty. Nejlepší výnos semen měly varianty s použitím stimulantů společně s variantou **4** (hnojení Urea stabil 100 kg/ha před setím, DASA 150 kg/ha 8 listů, butonizace a fungicidní ochrana Dithane 2 kg/ha 2 listy, Amistar Xtra 0,75l/ha butonizace) a **8** (hnojení dle Zemas - NP 20:20 0,2 t/ha, Hořká sůl 5 kg/ha, LAD 27 0,15 t/ha, Zink 700 1,2 l/ha, Envifit 2 l/ha a fungicidní ochrana, část kontrola).

5.1.2 Výnos makoviny

Graf č. 2 Výnos makoviny t/ha



Tabulka č. 3 Výnos makoviny [t/ha]

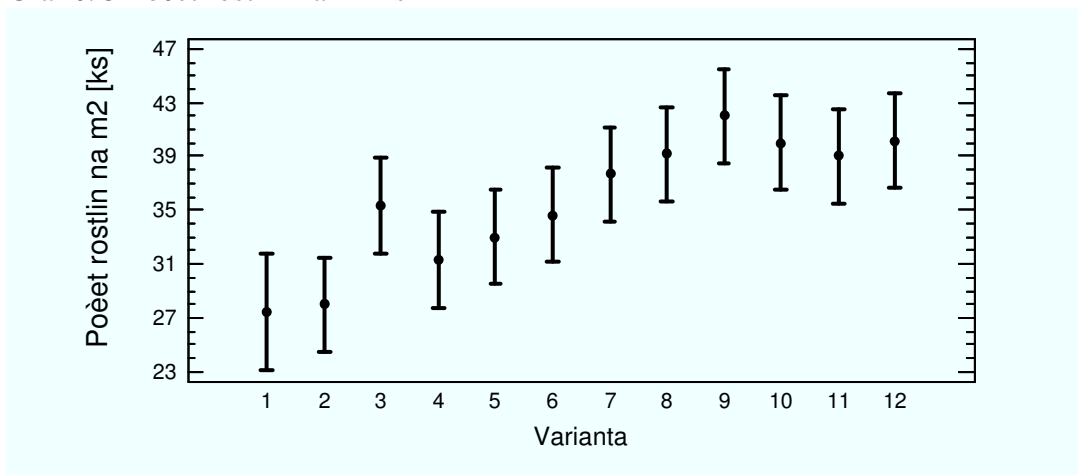
Varianta	Průměr	Homogenní skupiny
3	0,743333	X
1	0,935	XX
2	1,03333	XXX
11	1,04	XXX
5	1,14	XXX
12	1,14667	XXX
9	1,25	XXX
10	1,3	XX
4	1,32333	XX
7	1,34	XX
6	1,37	X
8	1,37333	X

Dle naměřených hodnot je zřejmé, že nejlepších výsledků na výnos makoviny bylo dosaženo u variant **6** (hnojeno Urea stabil 100 kg/ha před setím, DASA 150 kg/ha 8 listů, butonizace, fungicidní ochrana Polyversum 0,1 kg/ha 2x), **7** a **8**, které byly hnojeny podle Zemědělské a.s. NP 20:20 0,2 t/ha, Hořká sůl 5 kg/ha, LAD 27 0,15 t/ha, Zink 700 1,2 l/ha,

Envifit 2 l/ha a z fungicidních variant to bylo Dithane 2 kg/ha 2 listy, Amistar Xtra 0,75l/ha butonizace a kontrola. Nejhuře opět dopadly varianty nehnojené.

5.1.3 Počet rostlin na m²

Graf č. 3 Počet rostlin na m² ks



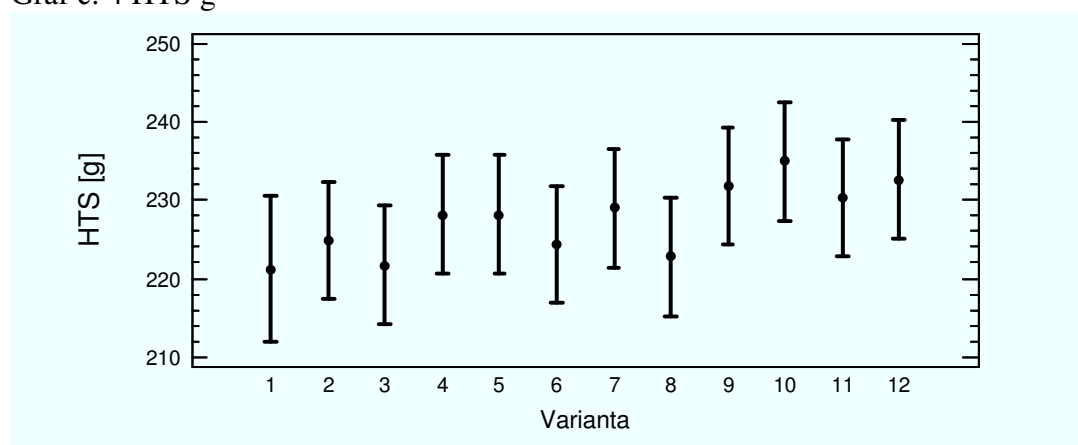
Tabulka č. 4 Počet rostlin na m² [ks]

Varianta	Průměr	Homogenní skupiny
1	27,5	XX
2	28,0	X
4	31,3333	XXX
5	33,0	XXXX
6	34,6667	XXXXXX
3	35,3333	XXXXXX
7	37,6667	XXXX
11	39,0	XXX
8	39,1667	XXX
10	40,0	XXX
12	40,1667	XX
9	42,0	X

Z naměřených hodnot je patrné, že na počet makovic na m² měla výživa a použití stimulantů velký vliv. U nehnojených variant je počet makovic výrazně nižší než u variant hnojených dle Zemědělské a.s. a variant se stimulanty růstu.

5.1.4 HTS

Graf č. 4 HTS g



poznámka: v grafu je uvedena hodnota hmotnosti 500 semen a pro lepší přehlednost je posunuta o 4 řády

Tabulka č. 5 HTS [g]

Varianta	Průměr	Homogenní skupiny
1	0,4425	X
3	0,4433	X
8	0,4456	X
6	0,4486	X
2	0,4496	X
5	0,4563	X
4	0,4563	X
7	0,458	X
11	0,4606	X
9	0,4636	X
12	0,4653	X
10	0,470	X

Hmotnost tisíce semen se u variant téměř neliší, z toho je zřejmé, že dusíkatá výživa a použití stimulatorů nemělo žádný vliv na konečný výsledek.

Z výnosových parametrů byl tedy hodnocen výnos semen, výnos makoviny, počet rostlin na m² a HTS. Dle získaných výsledků je zřejmé, že na výnos semene, výnos makoviny a počet rostlin na m² měla výživa a použití stimulatorů velký vliv. Na druhou stranu u HTS se ukázalo, že výše zmíněné parametry na tuto hodnotu žádný vliv nemají.

Statistické výpočty byly prováděny programem Statgraphics Centurion XVI for Windows, v.15.2.05

V níže uvedené tabulce jsou uvedeny hodnoty, které byly naměřeny ke každé

z dvanácti variant a zároveň ke každé odrůdě a velikosti výsevku. Kombinací těchto možností vzniklo 36 možných variant. Pro každou z uvedených veličin bylo provedeno více měření, konečná hodnota v tabulce je jejich průměrem. U varianty 1 nejsou uvedeny hodnoty k možnosti 1M 1,5 (odrůda Major, velikost výsevku 1,5 kg/ha, nehnojeno, fungicidní ochrana Dithane 2 kg/ha 2 listy, Amistar Xtra 0,75l/ha butonizace). Tato část nebyla měřena a hodnocena z toho důvodu, že porost byl v této části zcela polehlý.

Z naměřených hodnot je patrné, že velikost výsevku se příliš neprojevila v prvních šesti variantách, které nebyly hnojeny nebo byly hnojeny Urea stabil 100 kg/ha před setím, DASA 150 kg/ha 8 listů, butonizace. V druhých šesti variantách, které byly hnojeny dle Zemědělské a.s. (NP 20:20 0,2 t/ha, Hořká sůl 5 kg/ha, LAD 27 0,15 t/ha, Zink 700 1,2 l/ha, Envifit 2 l/ha) a byly zde použity stimulanty růstu, se vliv velikosti výsevku projevil na výnosových parametrech. U většího výsevku 1,5 kg/ha je zřejmý větší počet rostlin na m² než u výsevku 1 kg/ha. Na druhé straně u výnosu máku a makoviny bylo lepších výsledků dosaženo u výsevku 1 kg/ha.

Pokud bude hodnocena vhodnost použitých odrůd Major a Marianne, je z naměřených hodnot naprosto evidentní, že odrůda Major dosáhla lepších výsledků ve všech parametrech.

1, 2, ..., 12 – číslo varianty

M – odrůda Marianne, výsevek 1,5 kg/ha

M1 – odrůda Major, výsevek 1 kg/ha

M1,5 – odrůda Major, výsevek 1,5 kg/ha

Tabulka č. 6 Výsledky pokusu

Varianta	Počet rostlin na m ²	Výnos máku t/ha	Výnos makoviny t/ha	HTS g
1 M	27	1,65	1,22	0,402
1 M1	28	1,18	0,65	0,482
2 M	23	0,98	0,69	0,412
2 M1	33,5	1,28	0,97	0,452
2 M1,5	27,5	2,09	1,44	0,484
3 M	38,5	0,78	0,65	0,408
3 M1	32,5	1,29	0,77	0,446
3 M1,5	35	1,34	0,81	0,476
4 M	26	1,95	1,19	0,440
4 M1	30,5	1,57	1,54	0,452
4 M1,5	37,5	1,91	1,24	0,476
5 M	32	1,52	0,95	0,424
5 M1	26,5	1,94	1,39	0,472
5 M1,5	40,5	1,14	1,08	0,469
6 M	29,5	1,64	0,99	0,425
6 M1	39,5	1,9	1,82	0,440
6 M1,5	35	1,15	1,3	0,481
7 M	32,5	1,29	0,98	0,432
7 M1	43	0,99	1,13	0,466
7 M1,5	37,5	2,42	1,91	0,476
8 M	29,5	1,17	0,74	0,420
8 M1	40	2,3	1,75	0,435
8 M1,5	48	1,97	1,63	0,482
9 M	38,5	1,73	1,09	0,448
9 M1	39,5	1,52	1,72	0,423
9 M1,5	48	1,44	0,94	0,470
10 M	34	1,63	1,1	0,443
10 M1	37,5	2,02	1,67	0,488
10 M1,5	48,5	1,19	1,13	0,439
11 M	34	1,28	0,82	0,430
11 M1	40,5	1,99	1,49	0,484
11 M1,5	42,5	1,83	0,81	0,468
12 M	40,5	2,03	1,35	0,436
12 M1	33,5	1,67	1,1	0,483
12 M1,5	46,5	1,21	0,99	0,475

lepší výsledek odrůdy Marianne
lepší výsledek u velikosti výsevku 1 kg/ha
lepší výsledek u velikosti výsevku 1,5 kg/ha

6 Diskuse

V provedeném pokusu bylo zjišťováno, jaký vliv na výnosové prvky bude mít zvolená výživa, stimulatory růstu, velikost výsevku, fungicidní ochrana a zvolené odrůdy.

V pokusu byly použity 3 možnosti hnojení. U prvních třech variant bylo použito 0 kg N/ha. V tomto případě byly výnosy nejnižší. Výživa dusíkem je tedy velmi důležitá pro dobré výnosy, toto potvrzuje i Škarpa (2012).

Druhé tři varianty byly hnojeny Urea stabil 100 kg/ha před setím, DASA 150 kg/ha 8 listů, butonizace. V tomto případě byly výsledky průměrné a to také ve srovnání s výsledky odrůdových pokusů, které provedl Vlk a kol. (2013).

Varianty 7 – 9 byly hnojeny NP 20:20 0,2 t/ha, Hořká sůl 5 kg/ha, LAD 27 0,15 t/ha, Zink 700 1,2 l/ha, Envifit 2 l/ha podle Zemědělské a.s.. Toto hnojení se na pokusu ukázalo jako nejúčinnější, protože společně s variantami 10 – 12, kde byly použity růstové stimulatory, měly nejvyšší výnosy. Z toho vyplývá, že použité stimulatory růstu mají prokazatelně velmi pozitivní vliv na výnosy. Toto tvrzení potvrzuje i Petrásek (2013).

U variant 7 – 12, čili hnojených podle Zemědělské a.s. a ošetřených stimulatory se při porovnání výsledků s použitím různé velikosti výsevku ukázalo, že větší výsevek 1,5 kg/ha znamená více rostlin na m². Na druhou stranu u menšího výsevku 1 kg/ha byly zjištěny vyšší výnosy makoviny a máku. Dle mého názoru je to způsobeno tím, že jednotlivé makovice mají více prostoru na svůj vývoj, čili výnosy semene a makoviny jsou vyšší. U prvních šesti variant se žádné větší rozdíly ve výnosech neprojeví. Z toho je tedy zřejmé, že pokud má mák zajištěny dobré podmínky pro svůj růst, je výsevek 1 kg/ha dostačující. Toto zjištění potvrzuje i Roubal (2011).

U zvolených odrůd se předpokládaly lepší výsledky u odrůdy Major. To především proto, že odrůda Marianne je holandského původu a tudíž se očekávalo, že ve vyšší nadmořské výšce nebude tak dobře prosperovat jako odrůda Major, která byla vyšlechtěná na Slovensku a dlouhodobě má vyšší výnosy než Marianne. Tato domněnka se potvrdila, odrůda Major měla, až na výjimky, ve všech parametrech a měřeních lepší výsledky. Vlk (2014) provedl odrůdové pokusy, které potvrzují, že odrůda Major má dlouhodobě vyšší výnosy.

7 Závěr

Získané hodnoty z jednoletého poloprovozního pokusu ukazují následující poznatky.

- Vliv různého typu hnojení a použití růstových stimulátorů má vliv na výnosové parametry. Varianty, kde bylo použito 0 kg N/ha měly nejmenší výnosy ze zvolených možností. Nejlepších výsledků dosáhly varianty 6 – 12, které byly hnojeny dle Zemědělské a.s. a varianty, kde byly použity stimulátory růstu. Tímto se prokázala nutnost správné dusíkaté výživy a také se ukázal pozitivní vliv zvolených stimulátorů na konečný výnos.
- U velikosti výsevku výsledky ukázaly, že pokud je porost vhodně hnojen a jsou použity růstové stimulátory, tak lepších výsledků dosahuje varianta s velikostí výsevku 1 kg/ha. Na m² je sice méně rostlin, ale rostliny mají více prostoru na vývoj makovic, čili produkují více máku a makoviny.
- U nehnojených variant se různá velikost výsevku příliš neprojevila. Naměřené hodnoty jsou různé a neprokazují žádný určitý závěr.
- Ze zvolených odrůd dosáhla lepších výsledků odrůda Major, která se tedy jeví jako vhodnější do podmínek zvoleného stanoviště, čili do vyšší nadmořské výšky.

8 Seznam literatury

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

Ballarin, C. 1950. Studies on *Helminthosporium papaveris*, *Phytopathologische Zeitschrift*. Vol. 16, s. 400-442

Bechyně, M., Novák, J. 1987. Biologie máku a systém jeho produkce. VŠZ v Praze, 94 s., s. 7-23

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

Benada, J., Šedivý, J., Špaček, J. 1965. Atlas chorob a škůdců olejnin. SZN Praha. 208 s.

Bondarian, F., Torabi, S., Omid, M., Behreini, M. 2013. Study of cyklus induction and regeneration of *Papaver somniferum L.* Vol. 24, s. 41

Farr D.F., O'Neil, N.R. 2000. Morphological and molecular studies on *Dendryphion penicillatum* and *Pleospora papaveracea*, pathogens of *Papaver somniferum L.* Vol. 92, s. 145-153, ISSN: 0027-5514

Gross, D., Pathier, B. 2000. Growth retardants, *Annual review of plant physiology and plant molecular biology*. Vol. 51, s. 501-531

Havel, J. a kol. 2010. Mák setý, ozimý, jarní forma. In: Barany, P. a kol. (eds.) *Olejniný*. Profipress s.r.o. Praha. 206 s., s. 81-112. ISBN: 978-80-86726-38-0

Hudec, K., Gutten, J. 2007. *Encyklopedie chorob a škůdců*, Computer Press Brno. 395 s. ISBN: 978-80-251-1768-3

Hůla, J. 1997. Půda, operace a postupy zpracování půdy. In: Hůla, J., Abraham, Z., Bauer, F. (eds.) Zpracování půdy. Brázda s.r.o. Praha. 144 s. ISBN: 80-209-0265-1

Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profipress s.r.o. Praha. 399 s. ISBN: 978-80-86726-34-3

Khan, M.M.A., Khan, R., Singh, M., Nasir, S. 2007. Gibberellic acid and triacontanol can ameliorate the opium yield and morphine production in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). s. 289-298

Kolektiv autorů pod vedením Jana Vašáka, Bechyně, M., Vlk, J., Vašák, J., Cihlář, P., Kosek, Z., Pšenička, P., Zehnálek, P., Roubal, T., Mák. Powerprint, Praha. 352 s. ISBN: 978-80-904011-8-1

Kubát, K. 1988. Papaveraceae. In: Hejný, S., Slavík, B., (eds.) Květena České socialistické republiky 1. Praha. s. 482-494

Kutina, J., Novák, J. 1992. Morfologie a anatomie máku setého a růst s vývoj rostlin. In: Fábry, A. (eds.) Olejny. MZ ČR, Praha. s. 269-278, ISBN: 80-7084-0439

Lebeda, A., Mazáková, J., Táborský, V. 2006. Protozoa a chromista. Taxonomie, biologie, hospodářský význam. Česká fytopatologická společnost. Praha. 92 s., s. 35-36, ISBN: 80-903545-1-3

Lohr, V., Vašák, J., Škarpa, P., Prokinová, E., Vlk, J., Cihlář, P., Zedník, Z. 2014, 13 Makový občasník, Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2014“, ČZU v Praze, ISBN: 978-80-213-2443-5

Mottl, V. 2008. 7 Makový občasník, Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2008“, ČZU v Praze, ISBN: 978-80-213-1741-3

Mottl, V., Škarpa, P., Mráz, J., Vlažný, P., Zedník, Z. 2012. 11 Makový občasník, Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2012“, ČZU v Praze, ISBN: 978-80-213-2248-6

Novák, J. 1990. Genetické zdroje *Papaver somniferum L.* a příbuzných druhů, VŠZ v Praze. 74 s., s. 3-11, ISBN: 80-213-0062-0

Novák, J., Preininger, V. 1981. Taxonomické a fotochemické hodnocení rodu *Papaver* (*Papaveraceae*). VŠZ v Praze. 157 s., s. 15-17

Novák, J., Skalický, M. 2009. Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Powerprint, Praha. ISBN: 978-80-090401-15-0

Perz, R.C., Scroll, C., Buschmann, R. 2007. Guidelines for reduction of morphine in poppy seed intended for food purposes. Vol. 226, s. 307-310

Prokinová, E. 2006. 5 Makový občasník, Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2006“, ČZU v Praze, ISBN: 80-213-1443-5

Rademacher, W. 2000. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolit pathways. Vol. 51, s. 501-531

Richter, R., Lošák, T. 2004 Split nitrogen doses and their efficiency in poppy (*Papaver somniferum L.*) nutrition. Vol. 50, s. 484-488.

Roubal, T. 2011. 10 Makový občasník, Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2011“, ČZU v Praze, ISBN: 978-80-213-2151-9

Roder, O., Jahn, M., Shroder, T., Stahl, M. 2009. Die E-Ventus Technologie – eine Innovation zur nachhaltigen Reduction von Pflanzenschutzmitteln mit Empfehlung für Bio-Saatgut. Vol. 4, s. 107-117

Shangguan, Z.P. 2000. Nitrogen nutrition and water stress effects on leaf photosynthetic gas exchange and water use efficiency in winter wheat. Vol. 44, s. 141-149

Shankara Bhat, S., Renfro B.L. 1981. Role of wild hosts in downy mildew diseases.

Skalický, M., Stránská, I., Novák, J., Matyášová, E., Hejník, V. 2013. Analysis of selected poppy (*Papaver somniferum L.*) cultivars: Pharmaceutically important alkaloids. Vol. 41, s. 120-126

Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profipress s.r.o. Praha, s. 138, 139. ISBN: 976-80-86726-25-0

Vašák, J., Vlk, J., Petrásek, J., Zedník, Z. 2013. 12 Makový občasník, Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2013“, ČZU v Praze, ISBN: 987-80-213-2354-4

Elektronické zdroje

Agil 100EC. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://generator.citace.com/dok/mO7w4Scrq5qFPtJw?kontrola=1>

Agil 100EC. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://generator.citace.com/dok/mO7w4Scrq5qFPtJw?kontrola=1>

CALLISTO® 480 SC. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: http://www.syngenta.com/country/cz/cz/syngenta/ke-stazeni/produkty/Documents/etk_callisto_480_sc_2013.pdf

Command 36 CS. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.fnagro.cz/command36cs>.

Cruiser SR. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: www.syngenta.com/country/cz/cz/ochrana.../cruiser-350-fs.aspx

CYPERKILL 25 EC. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.e-agro.cz/cyperkill-25-ec/d-70324/>

DASA. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.adw.cz/cs/274-dusikata.aspx?sid=22&lid=341#DASA>

DITHANE DG Neotec. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.e-agro.cz/dithane-dg-neotec-10-g-nahrada-za-novozir/d-70354/>

- ENVISTART. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.enviprodukt.cz/produkty/envistart>
- Kambizem. In: [online]. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz>
- Laudis. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.bayercropscience.cz/produkty-a-reseni/ochrana-rostlin/herbicity/laudis.aspx>
- Mák setý - Major. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.agro2000.cz/mak-sety.html>
- Mezobazická kambizem. In: [online]. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz>, <http://kartografie.fsv.cvut.cz>
- Močovina a vliv inhibitorů na její uplatnění. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.agra.cz/aktualni-informace/mocovina-a-vliv-inhibitoru-na-jeji-uplatneni.html>
- M-Sunagreen. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.vpagro.cz/>
- [online]. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti.aspx
- [online]. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz>
- POLYVERSUM. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.biozahrada.cz/polyversum-50-g>
- Průběh počasí. In: [online]. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: cs.wikipedia.org
- STARANE 250 EC. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.e-agro.cz/starane-250-ec-50-ml-proti-dvoudeloznym-plevelum/d-70874/>
- TOMIGAN 250 EC. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.agrovita.cz/?url=pripravky/herbicity/&detail=:12-tomigan-250-ec>
- Vlach, M., Javůrek, M. 2011. Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin, Výzkumný ústav rostlinné výroby. In: [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: www.vurv.cz