

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



Využití přírodních látek při ošetření osiva máku setého

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Josef Molák

Obor studia: Rostlinná produkce

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

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Využití přírodních látek při ošetření osiva máku setého" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 2.7.2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval své rodině za velkou podporu během celého studia a také Ing. Pavlu Procházkovi, Ph. D. za odborné vedení, cenné rady při zpracování diplomové práce a za ochotu a přátelský přístup.

Využití přírodních látek při ošetření osiva máku setého

Souhrn

V této diplomové práci byl sledován vliv přírodních látek při ošetření osiva máku setého. Pro experimentální pozorování byly založeny dva jednoleté pokusy – maloparcelkový polní pokus a laboratorní pokus.

Maloparcelkový pokus byl založen na výzkumné stanici Červený Újezd v 11 variantách: hořčice, eleuterokok, bazalka, pelyněk, routa, vratič, paprika, kopřiva, tymián, neošetřená kontrola a Cruiser (kontrola). Výluhy přírodních látek byly použity k moření osiva máku a následně vysety. Sledovanými znaky byla vzcházivost rostlin, počet rostlin a makovic před sklizní, hmotnost tisíce semen a výnos semen.

Největší vliv na polní vzcházivost bylo dosaženo u variant mořených výluhy z papriky a bazalky. Nejvyšších hodnot při měření počtu rostlin před sklizní bylo dosaženo u osiva ošetřeného hořčicí. Z výsledků počtu makovic před sklizní vyšla nejlépe varianta ošetřená vratičem. Hmotnost tisíce semen zaznamenala téměř totožné výsledky u všech sledovaných variant pokusu. Dalším sledovaným parametrem byl výnos semen, kde nejvyššího výnosu dosáhla varianta ošetřena preparátem z bazalky.

Laboratorní výzkum probíhal na katedře agroekologie a rostlinné produkce na ČZU v Praze. K výzkumu bylo vybráno 14 variant: neošetřená kontrola, voda, sacharóza, přípravek Agrovital a výluhy z - pelyněk, tymián, vratič, kopřiva, routa, hořčice, bazalka, eleuterokok, paprika a mořidlo Cruiser (kontrola). Tyto látky byly také použity k moření osiva máku, které bylo následně uloženo do vaniček. U tohoto výzkumu jsme sledovali laboratorní klíčivost a energii klíčení semen máku.

Při sledování laboratorní klíčivost semen bylo dosaženo nejvyšší hodnoty klíčivosti osiva u varianty ošetřené biologickým přípravkem Agrovital. Výzkum sledující energii klíčení zaznamenal nejvyšší číslo u varianty ošetřené výluhem z tymiánu.

Klíčová slova: mák setý, přírodní látky, moření, osivo, klíčení, výnos

Use of natural substances in the treatment of poppy seed

Summary

In this diploma thesis, the effect of natural substances for treatment of poppy seeds was studied. Two one year experiments were set for experimental observations. One was small-plot field experiment and the other one was laboratory experiment.

The small-plot field experiment was based on the Červený Újezd research station. The seeds of poppy were treated by extract of 11 different natural substances – mustard, eleutherococcus, basil, wormwood, ruta, tansy, paprika, nettle, thyme, untreated control and Cruiser (also control). After the treatment, seeds were sown and several markers were observed during this experiment. Markers were plant emergence, number of plants and poppies before harvest, weight of thousand seeds and seed yield.

The highest plant emergence was observed in plant which were treated by extract of paprika and basil. Plants which were treated by mustard showed the highest number of plants before harvest. The higher number of poppies before harvest had plants treated by tansy. Weight of thousand seeds was similar at all observed variants. Another marker which was observed was seed yield where the extract of basil showed the highest yield.

The laboratory experiment took place at the Department of Agroecology and Plant Production at the Czech University of Life Sciences Prague. For this experiment was chosen 14 variants – untreated control, water, sucrose, the Agrovital and extracts of wormwood, thyme, tansy, nettle, ruta, mustard, eleutherococcus, paprika and Cruiser (control). These substances were used for treatment of seeds which were subsequently placed into the trays. In this experiment the laboratory germination and the energy of germination of the seeds were observed.

The highest value of laboratory germination was observed in variant treated by the biological Agrovital preparation. The research observing the energy of germination showed the highest value in variant treated by thyme.

Key words: poppy, natural substances, leachate, seed, germination, yield

Obsah

1	Úvod	9
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	10
3	Literární rešerše	11
3.1	Mák setý	11
3.1.1	Historie pěstování máku setého	11
3.1.2	Současnost pěstování máku setého	13
3.1.3	Požadavky na předplodinu a prostředí	14
3.1.3.1	Nároky na půdu	14
3.1.3.2	Nároky na světlo	14
3.1.3.3	Nároky na teplo	15
3.1.3.4	Nároky na vláhu	15
3.1.3.5	Nároky na živiny	16
3.1.4	Morfologie	16
3.1.4.1	Listy	16
3.1.4.2	Lodyha	16
3.1.4.3	Kořenová soustava	16
3.1.4.4	Poupata	17
3.1.4.5	Květy	17
3.1.4.6	Tobolka máku - makovice	17
3.1.4.7	Semena	18
3.1.5	Růst a vývoj	18
3.1.5.1	Makrofenologická stupnice máku setého (BBCH)	19
3.1.6	Legislativa pěstování	20
3.2	Klíčení semen máku setého	22
3.3	Agrotechnika	23
3.3.1	Zpracování půdy	23
3.3.2	Setí	24
3.3.3	Osivo a odrůdy	25
3.3.4	Výživa a hnojení	26
3.3.5	Osevní postup	27
3.4	Regulace a ochrana před škodlivými činiteli	27
3.4.1	Škůdci	28
3.4.2	Choroby	31
3.4.3	Plevele	33

3.4.4	Regulátory růstu	34
3.5	Použité látky	35
3.5.1	Paprika setá	35
3.5.2	Eleuterokok.....	35
3.5.3	Vratič obecný.....	36
3.5.4	Routa vonná.....	36
3.5.5	Bazalka pravá	37
3.5.6	Kopřiva dvoudomá.....	37
3.5.7	Pelyněk pravý.....	37
3.5.8	Tymián obecný.....	38
3.5.9	Hořčice setá	38
3.5.10	Cruiser.....	39
3.5.11	Agrovital.....	39
4	Metodika.....	40
4.1	Charakteristické údaje o pokusné lokalitě	41
4.1.1	Základní informace o stanici Červený Újezd.....	41
4.1.2	Půdní charakteristika	42
4.1.3	Povětrnostní podmínky	42
4.1.4	Průběh počasí v roce 2019-2020	43
4.1.5	Agrotechnika máku setého odrůdy Onyx	45
4.2	Charakteristika laboratorního pokusu	48
5	Výsledky pokusu	52
5.1	Laboratorní pokus.....	52
5.1.1	Laboratorní klíčivost semen.....	53
5.1.2	Energie klíčení semen	55
5.2	Polní pokus	57
5.2.1	Polní vzcházivost rostlin.....	58
5.2.2	Počet rostlin před sklizní.....	60
5.2.3	Počet makovic před sklizní.....	62
5.2.4	Hmotnost tisíce semen	64
5.2.5	Výnos semen.....	66
6	Diskuze.....	68
6.1	Laboratorní podmínky.....	68
6.2	Maloparcelkový polní pokus	69
7	Vědecké hypotézy.....	72
7.1	Hypotéza 1.....	72
7.2	Hypotéza 2.....	72

8 Závěr	73
8.1 Ekonomické zhodnocení	74
9 Literatura.....	75

1 Úvod

Mák setý (*Papaver somniferum* L.) je významná olejní a významná vývozní plodina České republiky. Česká republika je v celosvětovém měřítku největším legálním vývozcem makového semene s dlouholetou tradicí. Makové semeno vykazuje dobrou kvalitu, a proto je využíváno pro potravinářské využití. Semena slouží k výrobě buchet, koláčů, závinů a dalších výrobků. Dříve se u nás využívala i makovina, která obsahovala velké množství alkaloidů, především morfinu pro farmaceutický průmysl.

Při pěstování máku je důležité správně zvolit pozemek a věnovat se výživě po celou dobu vegetace, abychom dosáhli dobrého výnosu. Dlouhodobým cílem pěstitelů je snaha o navýšení výnosů, které se pohybuje kolem 0,7 t/ha, přestože výnosový potenciál může být až 3 t/ha. Mák citlivě reaguje na nevyrovnanost podmínek prostředí, počasí a při vzcházení se musí dbát na ochranu rostlin před houbovými chorobami. Jedním z nejdůležitějších opatření je správné ošetření osiva máku setého, které pomůže při vzcházení a zdravému růstu rostlin.

V diplomové práci jsme se zabývali využitím přírodních látek při ošetření osiva máku setého. K výzkumu byly vybrány tyto preparáty: cukr, Agrovital, pelyněk, tymián, vratič, kopřiva, routa, hořčice, bazalka, eleuterokok a paprika. Osivo máku setého odrůdy Onyx bylo namořeno výluhy rostlin (viz výše) a pro lepší účinnost přípravku byl přidán Agrovital.

V laboratorních podmínkách byla provedena výzkumná část diplomové práce, kde se hodnotila laboratorní klíčivost a energie klíčení namořeného osiva pomocí stresových testů. Na základě laboratorních výsledků byly vybrány přírodní látky použity pro moření osiva v polních podmínkách.

Tento výzkum se zabýval využitím přírodních látek při ošetření máku setého. V této práci jsem se zabýval problematikou moření osiva přírodními látkami, které je jednou z možností jak chránit semena před škodlivými činiteli (choroby a škůdci) a zároveň tak podpořit vzcházení a vitalitu osiva, počáteční růst a tím celkovou produkci máku. Využití přírodních extraktů má uplatnění nejen v ekologickém zemědělství, ale může být i náhradou v konvenčním zemědělství, kde je stále vyšší legislativní tlak na snižování pesticidů.

Další částí bylo vyšetření namořeného osiva formou jednoletého maloparcelkového pokusu v Červeném Újezdě. Při pokusu byl sledován počet vyklíčených rostlin, insekticidní účinky a vitalita osiva máku. Dále bylo zkoumáno, jaké mají vliv přírodní látky na produkční schopnost porostu a jeho výnos. Dále budou uvedeny výsledky s komentářem pro jednotlivé mořené varianty, hektarový výnos, hmotnost tisíce semen, počet rostlin na m² a počet makovic na m².

V diskuzi bude provedeno porovnání zjištěných výsledků z laboratorního a maloparcelkového pokusu s výsledky pokusů od jiných autorů.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce bude jednak zpracování literární rešerše na zvolené téma a jednak posouzení využití vybraných přírodních látek s insekticidním účinkem v rámci ošetření osiva máku.

Hypotézy:

- 1) Využití vybraných přírodních látek s insekticidním účinkem má vliv na vitalitu osiva máku.
- 2) Využití přírodních látek s insekticidním účinkem má vliv na produkční schopnost porostu máku a jeho výnos.

3 Literární rešerše

3.1 Mák setý

Mák setý (*Papaver somniferum* L.) je dlouhodobě bylina patřící do čeledi *Papaveraceae*. Botanická nomenklatura uvádí, že je známo 120 druhů rodu *Papaver* řazených do rodu makovitých rostlin. V Evropě má původ 7 druhů rostlin tohoto druhu (Bechyně a kol. 2001). Mák se řadí do omamných rostlin, protože obsahuje látky, které se využívají především jako léky proti bolesti. K těmto účelům se využívají odrůdy s vysokým obsahem omamných látek (Demir & Başayigit 2019).

Původ máku setého (*Papaver somniferum* L.) není zcela jasný, předpokládá se, že vývoj probíhal z divokého máku štětinkatého (*Papaver setigerum*) nebo probíhal samostatný vývoj rostliny již v třetihorách (Fuller a Hurýsek 2015). Mák setý se v některých literaturách pojmenovává jako mák snodárný či spánkodárný (Vašák a kol. 2013).

V České republice kromě máku setého rostou následující druhy: mák vlčí (*Papaver rhoeas*), mák bělokvětý (*Papaver maculosum*), mák Lecogův (*Papaver lecoqui*), mák časný (*Papaver confine*), mák pochybný (*Papaver dubium*) a mák polní (*Papaver argemone*) (Mrázek 2012).

3.1.1 Historie pěstování máku setého

Přesné zmínky, kde se mák poprvé objevil, nejsou z literatury zcela zřejmé. Podle Vašáka a kol. (2013) jsou nejstarší doložené zmínky o máku z Neolitu a doby kamenné. Počátky jeho pěstování jsou v oblasti Středomoří, kde se nacházel už 6000 let př. n. l. O tisíc let později byl zaznamenán na území tehdejší Mezopotámie, kde se používal k získávání opia. Podle Vašáka a kol. byla (2019) první zmínka o máku z roku 3000 př. n. l. z Nippuru v Iráku. Kolem roku 1500 př. n. l. se mák dostává z Kypru do Egypta, kde je pěstován pro olej a opiové účinky této rostliny (Valíček 2000). Egypťané používali k produkci opia nejprve mák vlčí (*Papaver rhoeas* L.), jehož šťáva však obsahuje méně morfinu než u máku setého. Získaná šťáva byla doporučována jako lék pro utišení pláče dítěte (Bryan & Smith 1930). Další starověké civilizace nacházející se v okolí Středozemního moře (Sumerové, Egypťané, Řekové a Římané) znali tišící účinky opia, které se získávalo z máku, a proto jej využívali k léčebným účinkům (Baranyk a kol. 2010). Od 1. století př. n. l. se opium dále rošířilo do Malé Asie a především do Číny, kde získalo opium veliký ekonomický význam. V Číně bylo tak oblíbené, že začalo ovlivňovat společnost a císař zakázal jeho kouření (Vašák a kol. 2013).

Mák setý (*Papaver somniferum* L.) je stará kulturní plodina, která se v Evropě začala pěstovat jako zahradní okrasná rostlina na území dnešní jižní Francie a Itálie (Valíček 2000). Jako plodina se začal pěstovat až koncem 17. století a jako olejnina dokonce až v 19. století. Nejstarší nález máku v České republice pochází z Ostrova u Stříbra a jeho stáří se odhaduje na 2800 let. Dnes jsou centrem pěstování a konzumace máku setého slovenské země a Turecko (Vašák a kol. 2019).

V současné době můžeme označit dvě oblasti za nejvýznamnější pěstitele opiového máku – Zlatý půlměsíc a Zlatý trojúhelník. V oblasti Zlatý půlměsíc se pěstuje mák už po staletí a do tohoto pásma řadíme Afghánistán, Pákistán, Írán a Turecko. Druhý zmiňovaný kraj se nazývá Zlatý trojúhelník, do kterého řadíme Barmu (Myanmar), Thajsko a Laos. Z těchto tří zemí je největším producentem Barma (Lohr a kol. 2014). Ve zmíněných částech světa se nejčastěji maková pole vyskytují v horských odlehlých oblastech, kde je špatná dostupnost, a políčka jsou skryta v lesích. Pěstování není legální, ale farmáři jsou chudí a nezbývá jim jiná možnost než pěstovat mák za účelem vyššího zisku peněz. Největším producentem opia, hlavní složkou heroinu, zůstává Afghánistán s více než 220 000 hektary. Na druhém místě figuruje Barma s 60 000 hektary makových polí (Fuller a Hurýsek 2015).

Na území nynější České republiky se mák začal pěstovat v 19. století. Pěstovali se různé odrůdy s různou barvou semene. Důležité je zmínit šlechtění máku setého v českých zemích, které začalo ve 30. letech 20. století. Šlechtitelské procesy máku cílily především na křížení. Nejrozšířenějšími odrůdami u nás jsou modrosemenné odrůdy Major, Marathon a Onyx. Český mák má významné obsahové složení, které jsou představovány na českém trhu, a tím je rozdílný od máku z jiných zemí. Podstatným ukazatelem kvality máku je obsah alkaloidu morfinu, který se pohybuje v našich podmínkách okolo 15 mg/kg semene (Chýlková 2017).

Vývoj pěstování máku v ČR v obdobích 1920-2018 (ČSÚ)

Období	1920 – 38	1946 – 70	1971 – 89	1990 – 99	2000 – 09	2010 – 18
Skliz. plocha (tis. ha)	5,4 – 10,7	6,0 – 25,6	4,4 – 7,9	8,8 – 45,5	27,6 – 69,8	18,4 – 51,1
Výnos semen (t/ha)	0,68 – 1,01	0,36 – 0,77	0,24 – 1,04	0,43 – 1,13	0,46 – 0,90	0,46 – 0,91
Produkce semen (tis. t)	3,9 – 10,6	3,1 – 13,6	1,1 – 7,9	6,9 – 28,5	13,6 – 49,4	12,8 – 28,6

Obr. 1: Vývoj pěstování máku setého v České republice (<https://ceskymodrymak.cz>)

Vývoj pěstování máku v ČR v posledních letech (ČSÚ)

Rok	2008	2012	2016	2017	2018	2019*)
Skliz. plocha (ha)	69 793	18 363	35 543	32 586	26 608	35 778
Výnos semen (t/ha)	0,71	0,70	0,80	0,62	0,51	0,60
Produkce semen (t)	49 428	12 814	28 574	20 048	13 666	

Obr. 2: Vývoj pěstování máku setého v posledních letech (<https://ceskymodrymak.cz>)

3.1.2 Současnost pěstování máku setého

Podle Kutiny a Nováka (1992) se rozlišují dva základní typy odrůd máku, a to semenný a opiový. Opiové odrůdy máku mají velmi dobře vyvinutý systém cévních svazků. Ve floému se nacházejí mléčnice, které obsahují veliké množství alkaloidů v latexu, nacházející se v makovicích. Opium je jedno z nejstarších, neúspěšnějších a nejsilnějších analgetik – usušená šťáva z nezralých a nařízlých makovic máku setého (Askitopoulou et al. 2000). Mák setý vyprodukuje za celé své vegetační období přibližně osmdesát alkaloidů. Hlavními alkaloidy v opiu máku jsou: morfin, kodein, thebain, narkotin, papaverin aj, (Shukla et al. 1995).

V České republice se pěstuje převážně mák modrý, který se využívá k potravinářským účelům a dosahuje vysoké kvality semen (Vašák a kol. 2019). Pěstují se pouze nízkomorfinové odrůdy jako pochutiny s využitím makové slámy jako odpadního produktu (Zukalová 2016). Kromě běžně využívaných modrosemenných odrůd jsou využívány i méně pěstované bělosemenné a okrovosemenné odrůdy, které mají specifickou chuť po oříšcích (Větrovsová a kol. 2016). Naši farmáři pěstují modrosemenné odrůdy na 97 % ploch makového porostu, např. Major, Opál, Aplaus, Opex nebo Onyx. Tyto odrůdy jsou preferované kvůli výrazné chuti a barvě. Zbylé 3 % připadají na pěstování bělosemenných odrůd, které jsou určeny na vývoz zejména do Indie (<http://nas.modrymak.cz/>).

V České republice je mák významným olejnatým semenem a má u nás dlouholetou tradici. Semena českého modrého máku mají vysokou kvalitu a jsou upřednostňována před mákem z jiných částí světa. ČR je největším producentem a exportérem potravinářského máku na světě. Ve větším množství se potravinářský mák pěstuje ještě v Turecku, Španělsku, Maďarsku a slovanských zemích. Zmíněné země ale nedosahují takové kvality potravinářského semene, jako máme u nás (Prochazka a Smutka 2012).

Pěstování máku je zajímavé z ekonomického hlediska, protože v současnosti nedosahuje vysokých výnosů, a proto jsou výkupní ceny velmi příznivé. Při zařazení máku do osevního postupu získáváme výbornou předplodinu. Mák si zaslouží velikou pozornost především z výživářského a agrotechnického hlediska (Andielová a kol. 2015). S ohledem na přímé využití makového semene pro lidskou výživu je kladen důraz na kontrolu jakosti a nežádoucích látek v semenech a na jeho povrchu. Kontroly probíhají z důvodu, že v jiných částech světa se mák setý pěstuje pro obsah alkaloidů v makovině a semena těchto máku nedosahují požadované kvality (Větrovcová a kol. 2016).

V posledních 2 - 3 letech se pěstitelé máku potýkali s nedostatkem vláhy po velkou část jarní vegetační doby. Dešťové srážky se vyskytovaly jen lokálně. U máku se k tomu přidal kalamitní výskyt krytonosce kořenového, zjevně z důvodu absence moření osiva (Vašák a kol. 2019). Na úřední desce ÚKZÚZ byla zveřejněna informace o ukončení povolení přípravku Cruiser, insekticidního a fungicidního mořidla, které by mělo vzniklé škody na počátku vegetace eliminovat. Platnost přípravku byla ukončena k 31. 3. 2019, ale i v následujícím roce 2020 byla udělena výjimka k použití tohoto přípravku (<http://eagri.cz/>).

3.1.3 Požadavky na předplodinu a prostředí

V literaturách se uvádí, že mák v osevním postupu má po sobě následovat za pět let. Nejlepších podmínek pro pěstování dosáhneme, pokud budeme mák hnojit hnojem k předplodině nebo pokud ho budeme pěstovat po luskovině. Dobrymi předplodinami mohou být také okopaniny (brambory, cukrovka), ale v řepařských a bramborářských oblastech musíme dávat pozor na nadbytek dusíku v půdě, aby nedocházelo k poléhání máku. Velmi často mák řadíme po obilnině nebo kukuřici, protože působí jako přerušovač obilních sledů. Jedním z nejdůležitějších agronomických kroků je zajištění čistého pozemku bez plevelů a dobré zásoby živin (Baranyk a kol. 2010).

Mák setý lze pěstovat prakticky ve všech výrobních oblastech České Republiky. Nejvíce je pěstován zejména v řepařské a bramborářské výrobní oblasti. Optimální nadmořská výška pro pěstování je 300 – 600 metrů nad mořem. Ve středních polohách je pěstování máku jistější z hlediska vyšších srážek. Rostliny máku při setí musejí mít dokonale připravený povrch půdy, aby porost rovnoměrně vzcházel. Také musíme dávat pozor na povětrností podmínky při setí, protože by nám vítr mohl drobná a lehká semena odvanout. Problematické jsou oblasti s těžkými slévavými půdami a oblasti s jarními přísušky. Mák by se měl sít hned na jaře, jak to půdní a klimatické podmínky dovolí. Půda by měla být prohrátá a urovnána před setím (Cihlář a kol. 2007). Mák je kulturní plodina s malým semenem, a tudíž je velice náročná v počátečních vývojových fázích. Musíme správně hospodařit s půdní vláhou, dodržovat rovnoměrnou hloubku setí a půda musí mít správnou strukturu v době vzcházení (Čtvrtečka 2016).

3.1.3.1 Nároky na půdu

Mák je plodina, která velmi citlivě reaguje na půdní podmínky, zejména na půdní nevyrovnanost a změny, které během vegetace nastávají. Významné faktory ovlivňující vzcházení a počáteční růst jsou kvalitní agrotechnika, optimální výživa a příznivý průběh počasí. Proto klademe nejvyšší důraz na pečlivé a rovnoměrné zpracování půdy. Nejlepšími půdami pro pěstování jsou středně těžké, hluboké a hlinité půdy s dostatečným provzdušněním a vláhou. Mladým rostlinkám krátce po vzejití nejvíce škodí půdní škraloup, a proto by se mák neměl pěstovat na půdách, které mají sklon ke kornatění. Optimální půdy by měly dosahovat neutrální až mírně kyselé reakce (Kadar et al. 2001).

3.1.3.2 Nároky na světlo

Mák pěstovaný u nás řadíme mezi rostliny dlouhodobí (náročné na světlo). Pokud má rostlina nedostatek světla, tak dochází k oslabení rostliny, snížení výnosu semen a snížení obsahu alkaloidů v makovici. V období kvetení a dozrávání tobolek je velmi důležité teplé a slunečné počasí (Bechyně 1993).

Při ranném setí máku rostliny klíčí a vzcházejí v období prodlužujícího se dne, což urychluje postupný vývoj stonku. Kvetení, tvorba tobolek a zrání probíhají v období dlouhého dne. Mák je světlomilná rostlina, která potřebuje sluneční paprsky na zajištění silného růstu mladých rostlin do fáze růžice listů a na vytvoření postranních stonků a květů. Dostatečné osvětlení působí pozitivně na faktory výnosu a kvalitu semen (Fábry a kol. 1990).

3.1.3.3 Nároky na teplo

Nároky na teplo se v průběhu vegetační doby výrazně mění. Zatímco mladé rostlinky do fáze rychlého růstu snášejí nízké teploty (mrazy -6 až -8 °C) velmi dobře, bohužel, fáze rychlého růstu ztrácí schopnost odolávat nízkým teplotám (mrazům) – počátkem této fáze se rostlina stává náročnější na teplotu (Kamkar et al. 2012).

Semena máku klíčí již při 3 – 4 °C, tudíž je můžeme vysévat už v únoru či březnu. Do fáze listové růžice snášejí rostliny replotu až do -4 °C, na počátku stonkování se mrazuvzdornost sníží na -3 °C (Bernáth & Tetenyi 1981). Cihlář a kol. (2007) uvádějí, že do nástupu rychlého růstu snáší mák nízké teploty a vzešlé rostliny hynou (usychají) při teplotách kolem -6 až -8 °C. Mák s růžicí velkou 6 – 8 cm bez náznaku prodlužování vydrží holomrazy i -12 °C. V dalších fázích růstu a vývoje je rostlina velmi náročná na vyšší teploty.

Přesto, že je mák teplomilnou rostlinou, snáší dobře mrazíky, což je významným předpokladem pro pěstování ve vyšších nadmořských výškách (Fábry a kol. 1990).

3.1.3.4 Nároky na vláhu

Mák a ostatní olejniny potřebují pro vyklíčení semene velmi málo vláhy. Na vyklíčení mu postačí pouze 91 % vody z vlastní hmotnosti semínka. Vzhledem k tomu, že po zimě bývá dostatek vláhy v půdě, tak u jarních výsevů máku nebývají při vzcházení žádné problémy. U pozdějších výsevů může docházet k obtížnějšímu vzcházení semen, protože není dostatek vláhy a dalším faktorem může být absence jarní kondenzace vlhkosti z výparu podzemní vody. Rostliny začínají být náročnější na vláhu až po vyklíčení jelikož mají malý a slabý kořínek. Nedostatek vláhy po vzejití mladých rostlin vede k zasychání. Mák setý je náročný na vláhu až do fáze kvetení (butonizace). Od fáze plné růžice (polovina května) má mák až 15 cm dlouhý kořen a docela dobře snáší suchovzdornost. Spotřeba vody se snižuje od fáze kvetení do fáze technické zralosti tobolek. Pro vývin olejného máku je příznivější vyšší vlhkost a nižší teplota, u opiového máku je to přesně naopak (Kutina a Novák 1992).

3.1.3.5 Nároky na živiny

Spotřeba živin máku setého na 1 tunu semene se pohybuje v průměru okolo 50 kg N, 9,5 kg P (21,5 kg P₂O₅), 51 kg K (61,5 kg K₂O), 47,5 kg Ca, 4,8 kg Mg a dle Vašáka a kol. (2013) také 18 kg síry. Odběr živin je srovnatelný s řepkou olejkou, avšak má nižší výnosy, proto je středně náročný na živiny (Vašák a Kosek 2004).

3.1.4 Morfologie

Mák setý je jednoletá bylina s lodyhou dosahující 0,5 – 1,8 metru, která je uvnitř vyplněna dřevem. Zubaté až vykrajované listy objímají stonek, na kterém jsou nápadně bílé až temně rudé květy. Květy mohou být až 10 cm velké v průměru a plodem jsou mnohosemenné tobolky - makovice (Pyšek et al. 2002).

3.1.4.1 Listy

Na rostlině máku rozlišujeme 3 druhy listů: spodní (od země k prvnímu větvení), střední (v úžlabí vyrůstají listy) a horní (na větvích). Listy bývají poloobjímavé, podlouhlé mírně zvlněné a zubovité (Bechyně 1993). Barva listů je světlezelená až tmavězelená a na povrchu je jemný modrozelený povlak voskové vrstvičky (významná při ochraně porostů pesticidy a listovými hnojivy) s roztroušenými trichomy na žilnatině. Počet listů dosahuje nejčastěji 15 – 28, který je závislý na pěstované odrůdě, stanovišti a především na ročníku. Největší listové plochy dosahuje v době tvorby tobolek (Bechyně a Novák 1987).

3.1.4.2 Lodyha

Přímá lodyha je modře ojíňená, lysá nebo řídce štětinatě chlupatá, která dosahuje až 180 cm. Výška rostliny je ovlivněna dobou setí, odrůdou, sponem setí a především výživou. Důležitým znakem je počet větví, což je u máku setého odrůdový znak. U řídkých porostů jsou počty větví např. 6 a více a u kulturně pěstovaných rostlin je to okolo 2 větví na rostlinu. Z hlediska moderní agrotechniky by bylo výhodné, aby se rostliny vůbec nerozvětvovaly (Vašák 2010).

3.1.4.3 Kořenová soustava

Kořenová soustava je tvořena dlouhým kúlovitým kořenem dosahující délky až jednoho metru. Na bocích kúlového kořene vyrůstá několik silných postranních kořenů a velké množství vláscitých kořínků, které jsou těsně pod povrchem půdy. Celková hmotnost kořenové soustavy činí kolem 20 % z celkové hmotnosti nadzemní a podzemní biomasy rostliny (Bechyně a Novák 1987). Mohutnost kořenů je také závislá na vybrané odrůdě, době

setí, dostatku vláhy, hloubce zpracování půdy a dobré zakořeňování podporuje vápník (Kutina a Novák 1992). Při bezorebném zpracování je hlavní kůlový kořen výrazně zkrácen (Vašák 2010).

3.1.4.4 Poupata

Poupata máku jsou zelená až žlutozelená s podlouhlým, vejčitým až oválným tvarem. Rozměry pupat jsou 30 – 50 mm na délku a 12 – 30 mm na šířku. Povrch je lysý nebo může mít několik trichomů a poupě je složeno ze dvou kališních lístků, které jsou poloobjímavé. Kališní lístky jsou přisedlé ke krčku semeníku a pevně objímají stočené korunní plátky. Poupata jsou do doby před květem uhnutá dolů a začínají se napřimovat až jeden den před rozkvětem (Bechyně a Novák 1987).

3.1.4.5 Květy

Květy máku jsou oboupohlavní, mají dva kališní lístky, které později opadávají a čtyři korunní lístky (Kuchtová a kol. 2010). Korunní plátky jsou 50 – 110 mm dlouhé, 60 – 130 mm široké a různě zbarvené (nejčastěji bílá, růžová a různé odstíny fialové). Korunní plátky jsou celokrajné a na její bázi se nachází velká skvrna (Bechyně a Novák 1987). Bazální skvrna může zabírat až ½ lístků a u bělokvětých odrud zcela chybí (Kubát 1988). Mák je z větší části samosprašný a z menší části cizosprašný, což znamená, že pyl je přenášen hmyzem. Pestík vzniká srůstem více plodolistů (cenokarpní gyneceum), na nichž jsou hustě rozmístěná četná vajíčka. Válcovité tyčinky (150 – 250) jsou stočeny radiálně v pěti kruzích a nitky jsou bílé nebo fialové zbarvení. Prašníky jsou červenofialové, modrošedé, ale nejčastěji jsou jasně žluté. Dále se vytváří semeník z 5 – 24 plodolistů a vytváří přisedlou bliznu. Po 1 – 2 dnech po opylení koruna opadáva (Askitopoulou et al. 2000).

3.1.4.6 Tobolka máku - makovice

Plodem je mnohosemenná tobolka (makovice) kulovitého, ledvinovitého, srdčitého nebo vejčitého tvaru. Velikost a tvar makovice jsou ovlivněny pěstitelskými podmínkami, agrotechnikou a genotypem (Baranyk a kol. 2010). V České republice existují dvě registrované odrůdy máku setého. První z nich se nazývá „slepák“, tzn. Na tobolkách se pod bliznou neotevírají chlopně (otvory). Druhý se nazývá „hledák“ a tato odrůda má otevřené chlopně, což je z výnosotvorného hlediska nežádoucí, protože se semena při větších poryvech větru mohou vysypat na půdu (Amler a kol. 2011). Tobolka může být lysá, její povrch je hladký nebo žebrovaný a na povrchu mírně ojiněný (Bechyně a Novák 1987). Tobolka je zbarvena zeleně a uvnitř se nacházejí neúplné přehrádky, kterých tam může vyskytovat 9 – 15 (počet je shodný s paprsky blizny) (Kuchtová a kol. 2010). Na přehrádkách se vyvíjejí semena máku, které se v době žluté zralosti uvolňují do volného prostoru

makovice (Baranyk a kol. 2010). Na vrcholku makovice se nachází bliznový terč, který může být střešovitý, talířovitý nebo miskovitý. Nejlepší tvar je střešovitý, neboť se v korunce nemůže zdržovat voda a mák je méně náchylný na tvorbu chorob a černí (Fist et al. 2000).

Optimální počet makovic na jednu rostlinu je 1 – 2. Při počtu 65 – 70 rostlin na m² by mělo být ve fázi sklizně optimálně 100 makovic na m². Hmotnost plné zralé makovice se pohybuje od 4,5 g do 5,5 g, z toho 2,2 – 2,5 g semen. Počet semen v tobolce může dosahovat až ke dvanácti tisícům, ale obvyklý počet semen dosahuje čtyř až šesti tisíc (Vašák a kol. 2013).

3.1.4.7 Semena

Semena se uvolňují po dozrání z lamel do vnitřního prostoru tobolky (Walkowski & Budzianowsky 2006). Obvyklý tvar semen je ledvinovitý a olejnatost semen dosahuje 42 – 55 % polovysychavého oleje (Havel et al. 2001). Semínko je dlouhé asi 1,0 – 1,5 mm, povrch je tvořen šestiúhelníkovými ploškami, které jsou ohraničené vystouplými žebry. Největší zastoupení v ČR mají modrosemenné odrůdy, poté následují bělosemenné odrůdy a okrajově se pěstují semena okrové barvy. Hmotnost tisíce semen se pohybuje v kolem 0,55 g. V tobolkách se nachází v průměru 4 až 6 tisíc semen (Bechyně a Novák 1987).

3.1.5 Růst a vývoj

Odrůdy jarních máků mají vegetační dobu 125 – 140 dnů, ozimé odrůdy 250 – 270 dnů (Bernáth & Németh 1998). Růstové fáze máku setého máme 3 a dělíme je na: období pozvolného růstu, období největší asimilace a období tvorby makovic a zrání (Bechyně a kol. 2001).

1) Období pozvolného růstu

Toto období začíná klíčením semen, vzházením až po vytváření prvních pravých listů. Semena máku velmi pozvolně vzházejí, asi po 3 – 4 týdnech mají rostliny 4 – 5 pravých listů. V sedmém až osmém týdnu od vzejití začíná rychlý růst rostlin, lodyha mohutní, internodia se prodlužují a rostlina roste do výšky. Současně s rychlým růstem se vytváří silný křivoitý kořen (Bechyně a kol. 2001).

2) Období největší asimilace

Období začíná tvorbou stonku a trvá až do úplného vývoje zelených tobolek. Rostlinky celkově mohutní a nabývají na organické hmotě. V této fázi růstu probíhá nejintenzivnější asimilace. Následuje postupné odumírání listů, a tím se asimilační plocha snižuje, tento jev má za následek postupné zrání. Do období největší asimilace spadá i kvetení. Kvetení je doprovázeno pohybem poupěte, nejprve je vzpřímené v paždí vrcholových listů, poté se osa prodlužuje o několik centimetrů a ohýbá se a nakonec je poupě skloněno k zemi (háčkování). V další fázi se poupě napřimuje a květ se rozevírá. Při napřimování poupěte dozrávají

generativní orgány a dochází k samoopylení. Na hlavním stonku dozrává poupě první a poté dozrávají okolní poupata (Bechyně a kol. 2010).

3) Období tvorby makovic a zrání

Během kvetení se začínají utvářet tobolky, při kterém zvětšují svůj objem. Asi 16 – 21 dní po odvětu dorůstají makovice do konečné podoby. Následně dochází k vývoji semen uvnitř tobolek. Během dozrávání tobolka dřevnatí a zároveň se snižuje její hmotnost i objem (hmotnost se sníží asi o 15 %). Pět až šest týdnů po odkvětu obsahují tobolky nejvíce morfinu (Bechyně a kol. 2010).

3.1.5.1 Makrofenologická stupnice máku setého (BBCH)

Bechyně a Novák (1987) uvádějí přesné vývojové fáze rostlin máku setého v průběhu vegetace.

Tab. 1: Makrofenologická stupnice máku setého (*Papaver somniferum* L.) – růstové fáze (Bechyně a Novák 1987)

Kód:	Růstová fáze
I. fáze	KLÍČENÍ
01	Suché semeno
03	Nabobtnalé semeno
05	Prasknutí osemení
07	Vyrašení zárodečného kořínku ze semene
II. fáze	VZCHÁZENÍ
12	Objevení hypokotylu se složenými dělohami (na povrchu půdy) - začátek vzcházení
14	Dělohy vidlicovitě rozevřené
III. fáze	VYTVÁŘENÍ PRVNÍCH PRAVÝCH LISTŮ
22	Fáze 1. a 2. pravého listu
24	Fáze 3. a 4. pravého listu
25	Fáze 5. pravého listu
26	Fáze 6. pravého listu
27	Fáze 7. pravého listu
IV. fáze	PŘÍZEMNÍ LISTOVÁ RŮŽICE
35	Fáze růžice
V. fáze	STONKOVÁNÍ A BUTONIZACE
41	Objevení mladého poupěte na krátkém stonku mezi listy přízemní růžice
43	Stonk s poupětem je kratší než listy přízemní růžice
45	Fáze mladého poupěte - převislé poupě na stonku nepřevyšuje horní lodyžní listy

47	Stonek s převislým poupětem převyšuje všechny listy
49	Květní stopka přímá, poupě vzpřímené
VI. fáze	KVETENÍ
52	Začátek kvetení - do rozkvětu prvních květů u 10 % rostlin
54	Plné kvetení - kvete většina rostlin
56	Odkvět - většina (90 %) květů odkvetlých
VII. fáze	VÝVOJ TOBOLKY
62	Fáze mladé tobolky - dosažení konečného tvaru a velikosti u prvních (10 %) tobolek
64	Fáze vyvinuté tobolky ve tvaru a velikosti (u většiny tobolek) - zelená zralost
VIII. fáze	ZRÁNÍ TOBOLKY
72	Začátek zrání (žloutnutí) tobolky
74	Vysychání a zrání tobolky - žlutá zralost
76	Dozrávání tobolky a semen - tobolka kožovité konzistence
IX. fáze	PLNÁ ZRALOST
81	Plná zralost tobolky a semen
X. fáze	DORMANCE SEMEN
91	Dormance semen
93	Ztráta dormance semen



Obr. 3: Růstové fáze máku setého (<http://chemapagro.cz>)

3.1.6 Legislativa pěstování

Pěstitel je povinen splnit ohlašovací povinnost podle § 29 písm. a) zákona 167/1998 Sb., o návykových látkách do konce května toho kalendářního roku, v němž proběhne sklizeň máku. Pěstitel je povinen splnit ohlašovací povinnosti, pokud pěstuje mák na celkové ploše větší než 100 m², a to i pokud toto pěstování provádí na několika místech, jejichž jednotlivá výměra tuto celkovou plochu nepřesahuje (<http://celnisprava.cz>). Dále je farmář povinen

uvést název pěstované odrůdy, číslo parcely, název a číslo katastrálního území a odhad výměry pozemku, na nichž bude mák setý pěstován. Povinné hlášení se předává příslušnému celnímu úřadu podle místa pěstování v písemné nebo elektronické podobě podepsané uznaným podpisem (<https://ceskymodrymak.cz>).

Ohlašovací povinnost podle § 29 písm. b) zákona č. 167/1998 Sb., o návykových látkách říká, že v průběhu vegetace a sklizně nebo při zneškodňování makoviny je pěstitel povinen uvést název pěstované odrůdy, číslo parcely, název a číslo katastrálního území a odhad výměry pozemku, na nichž bude mák setý pěstován, způsob zneškodnění makoviny nechané na pozemku a to nejpozději do 5 dnů před provedením jejich zneškodnění. Pokud osoba pěstující mák setý zpětně neodebere makovinu pocházející z vyčištěných semen, přechází povinnost předat hlášení při zneškodňování makoviny na osobu, která provedla čištění makových semen (<https://ceskymodrymak.cz>).

Ohlašovací povinnost podle § 29 písm. c) zákona č. 167/1998 Sb., o návykových látkách říká, že pěstitel musí předat hlášení o sklizni do konce kalendářního roku, v němž sklizeň máku nebo makoviny proběhla. Pěstitel musí uvést výměru oseté plochy, výměru sklizené plochy, množství sklizené makoviny a semen máku a hmotnost, sklizňový rok makoviny prodané nebo jinak převedené a identifikační údaje nového nabyvatele (<http://celnisprava.cz>).

Vyhláška č. 399/2013 Sb. S účinností od 1. ledna 2014 stanovuje maximální obsah morfinových alkaloidů na povrchu semene máku setého semenného pro použití v potravinářství na 25 mg/kg tj. 0,8 % morfinových alkaloidů v sušině tobolky (§ 12) a stanovuje fyzikální a chemické požadavky na jakost olejnatých semen (příloha č. 9 k vyhlášce č. 329/1997 Sb.). (<https://ceskymodrymak.cz>).

Tab. 2: Fyzikální a chemické požadavky na jakost olejnatých semen máku setého (Papaver somniferum L.) (<https://zakonyprolidi.cz>)

Barva semen	modrá	nejvýše 0,2 % hmotnosti máku bílého
	bílá nebo směs barev	nad 0,2 % hmotnosti máku bílého
Vlhkost	1. jakost	nejvýše 8,0 % hmotnosti
	2. jakost	nejvýše 10,0 % hmotnosti
Semena nevybarvená tmavá až černá		nejvýše 5,0 % hmotnosti
Příměsi a nečistoty celkem		nejvýše 8,0 % hmotnosti
z toho:		
a)	semena nevyzrálá rezavé barvy	nejvýše 5,0 % hmotnosti
b)	poškozená semena	nejvýše 3,0 % hmotnosti
c)	nečistoty	celkem 1. jakost
		celkem 2. jakost
d)	semena blínu černého (Hyoscyamus niger L.)	nejvýše 0,0 % hmotnosti
e)	semena laskavce a merlíku	nejvýše 0,2 % hmotnosti
f)	anorganické nečistoty	nejvýše 0,0 % hmotnosti
g)	obsah kadmia	nejvýše 0,8 mg/kg
h)	obsah arsenu	nejvýše 0,1 mg/kg
i)	obsah rtuti	nejvýše 0,012 mg/kg
j)	obsah olova	nejvýše 1,0 mg/kg
k)	obsah morfinových alkaloidů	nejvýše 25 mg/kg

3.2 Klíčení semen máku setého

Základním životním projevem semen je schopnost klíčit. Klíčení semen zahrnuje řadu složitých biochemických, fyzikálních a biologických procesů (hydratace proteinů, buněčné změny, dýchání, makromolekulární syntézy a prodlužování buněk), jejichž vlivem embryo přechází z dehydratovaného klidového stavu do stadia s aktivním metabolismem, který je završen růstem. Z fyziologického hlediska je snížená klíčivost osiva přisuzována výskytu semen dormantních a semen neživých (Copeland & McDonald 1995).

Významným faktorem je velikost semen a jejich hmotnost, protože rychleji přijímají vodu a obvykle mají větší obsah zásobních látek, což kladně ovlivňuje energii klíčení a celkovou klíčivost (Copeland 1976). Klíčivost semen máku setého je ovlivněna především vnitřní kvalitou osiva (vitalitou) a podmínkami prostředí. Základními podmínkami pro klíčení patří teplota, množství přijaté vody a dostatek vzduchu. Primárním faktorem regulujícím klíčení semen je teplota půdy (Alvarado & Bradford 2002).

Krátce po zasetí dochází k fázi klíčení a vzcházení semen. Osivo začíná klíčit při optimální teplotě, dostatku vláhy a dostatečnému množství vzduchu. Vlastní hodnota je vyjádřitelná v procentech nebo váženým průměrem. Dostatečné množství vláhy je důležité

pro nabobtnání semene, jelikož semena neobsahují velké množství vody. Zásadní vliv na klíčení osiva má včasná předseťová příprava půdy. Optimální příprava seťového lůžka se provádí do hloubky 4 cm, čímž docílíme různými kombinátory a válci (Bechyně a kol. 2010).

Mák je otužilou rostlinou, kdy semena klíčí již při teplotě 3 – 4 °C a proto se může vysévat už koncem února a v březnu. Při teplotě pohybující se kolem 8 °C porost vzejde za 14 – 21 dní – závisí však na zásobě vláhy v půdě (Fábry a kol. 1990). Kamkar (2012) uvádí, že teplota patří k rozhodujícím faktorům ovlivňující klíčení semen. Při teplotě 10 °C začínají semena klíčit po 5 – 6 dnech, při teplotě 18 – 20 °C začínají semena klíčit již po 2 – 4 dnech. Teploty nad 20 °C už nemají vliv na urychlení klíčení, ale mohou podstatně snížit celkovou klíčivost. Při optimálních podmínkách jsou rychle vyvíjející rostlinky odolnější vůči chorobám a škůdcům, kterým „utečou“ a jsou vitálnější. Také se lépe vyrovnávají se stresovými faktory a to má za následek vyšší výnos.

Vysoké procento klíčivosti vyprodukovaného osiva je nejlepší vizitkou semenářské firmy. Kvalita osiva se při certifikaci řídí stanovenými limitními hodnotami, které jsou specifické podle botanického druhu a rodu. Semenářská hodnota se nejčastěji vyjadřuje pomocí klíčivosti, čistoty a hmotností tisíce semen (Hosnedl 2003).

3.3 Agrotechnika

Agrotechnika je pojem používaný v rostlinné výrobě při obdělávání půdy. Jedná se o hospodaření na polích a snaží se udržovat správný stav a kvalitu zemědělské půdy. Velmi náchylný na agrotechniku je mák, u něhož bývá podmínkou precizní založení porostu, které má vliv na následné vzejití. Plodina je velmi citlivá na nedostatek vláhy a jeho pěstování je značně rizikové (Pinke et al. 2011).

3.3.1 Zpracování půdy

Mák setý je svými požadavky na zpracování půdy velmi náročnou plodinou, protože jeho semena dosahují velmi malé velikosti a hmotnosti. Veliké nároky jsou kladené na výběr stanoviště a kvalitní předseťovou přípravu půdy. Pozemek vybraný k pěstování této plodiny by měl být v předchozím roce důkladně odplevelen. Plevelé vyskytující se v porostu máku by byly velmi obtížně hubitelné v následujícím roce. Jako následek zapleveleného pole bude obtížnější sklizeň a nižší výnosy makového semene (Bechyně a Novák 1987).

Podzimní příprava půdy by měla začínat podmítnutím půdy po předplodině. Mělkou podmínkou do hloubky 8 – 10 cm zapravíme semena výdrolu a plevelů do půdy, kde dojde k jejich vzejití. Po podmítce následuje orba do hloubky 18 – 26 cm. Orba má za úkol obracení povrchu půdy. Hluboké zpracování půdy má schopnost odplevelit pozemek od plevelů, které vzešly po podmítce a další schopností je zapravení vedlejších posklizňových zbytků. Orba zůstává nejdůležitějším agrotechnickým opatřením, především proti hlubokokořenícím plevelům. Bezorebné technologie (minimalizace) je zpracování půdy do hloubky 10 – 12 cm nebo použití kypřiče, který nakypří ornici do hloubky max. 20 cm. Uvádí se, že minimalizační

operace jsou šetrnější z ekologického a časového hlediska než orba. Minimalizační postupy přispívají k růstu zaplevelení, které se musí řešit častějšími vstupy herbicidů a to má za následek vyšší náklady (Gruber et al. 2012). Před zimou se nedoporučuje urovnání povrchu půdy. Taková půda snadno kornatí, hůře přijímá vláhu a na jaře pomaleji vysychá. Hrubě urovnaná půda lépe přijímá vodu, provzdušňuje se a mráz napomáhá k rozdrobení hrud ornice (Vašák a Kosek 2004).

Jarní příprava půdy je jedním z nejdůležitějších cílů jak upravit půdu tak, aby při setí nedovolovala zapadnout semenu do příliš velké hloubky. Příliš hluboko nakypřená půda bývá příčinou nerovnoměrného, nebo nedostatečného vzcházení rostlin. Pokud je půda příliš nakypřená, doporučuje se převálení válcem. Půda by měla být nakypřená do hloubky 4 – 5 cm, urovnána s pevnějším seťovým lůžkem. Nedoporučuje se připravit příliš jemný povrch půdy, protože taková půda se snadno slévá a může vytvořit škráloup, který brání vzcházení rostlin (Toro & Arvidsson 2003).

3.3.2 Setí

Správný termín setí máku je diskutabilní. Časný výsev (únor a březen) je náchylný na poškození mrazem a porost hůře vzchází nebo může být spálen. Pokud však toto období přečká, dosahují tyto porosty vysokých až rekordních výnosů (Roubal 2011). Ideální období výsevu je konec března až začátek dubna. Během posledních let, kdy jsou mírnější zimy, se osvědčily podzimní výsevy. Porosty těchto máků jsou dobře vyvinuté a dosahují vyšších výnosů. Rostliny mají mohutnější nadzemní i podzemní části, ale hrozí zde veliké riziko, že mák nepřezimuje (Bechyně 1993).

Hloubka setí by se měla pohybovat od 0,5 do 2,0 cm. Předpokladem rovnoměrného vzcházení máku je mělký výsev do hloubky 0,5 – 1,5 cm. Při teplém a suchém počasí je vhodné mák zasít hlouběji okolo 2 cm, aby semena dosáhla na půdní vlhkost. Stroje musíme seřídit, tak aby osivo leželo na vlhkém dně seťového lůžka. Takto uložené osivo využívá půdní a vzdušnou vlhkost a bez problémů vyklíčí (Tétényi 1997).

Běžně se používá výsev 0,8 – 1,5 kg/ha. Nižší hranice výsevu se využívá při velmi dobrých podmínkách. Při výsevu 1,5 kg/ha a HTS 0,5 g vyséváme na 1 m² 300 semen máku a i když dodržíme všechny pěstitelské zásady, tak sklízíme porosty, které mají okolo 55 – 60 rostlin na m². To znamená, že výsledný výnos tvoří něco okolo 20 % zasetých rostlin. Úbytek takového množství rostlin mají na svědomí houbové choroby, škůdci (krytonosec kořenový) a nezejítí osiva důsledkem sucha. Mák se seje pneumatickými nebo mechanickými secími stroji do řádků 12,5 cm nebo ob řádek (25 cm). Nejvýnosnější makový porost dosahuje 55 – 65 rostlin na m², což představuje 90 – 120 makovic na metr čtvereční (Németh 1999).

3.3.3 Osivo a odrůdy

Nezbytným předpokladem pro založení porostu s optimální hustotou rostlin je biologicky hodnotné osivo s vysokou polní vzcházivostí. U kvalitního osiva je dobré zvolit moření máku. V minulých letech a i letos (rok 2020) byla schválena výjimka pro používání přípravků na ochranu rostlin k moření osiva máku setého. Moření je chemické ošetření semen, potlačující houbové patogeny přenosné osivem (helminosporióza) či vyskytující se v půdě a škůdcům vzcházejících rostlin (krytonosec kořenový) (Cihlář a kol. 2007).

Zvýšit výnosnost osiva je možné použitím semen máku z podzimních výsevů. Osivo získané z porostů založených na podzim je biologicky hodnotnější než z jarních výsevů, protože má vyšší klíčivost (vitalitu) semen (Cihlář a kol. 2007).

Tab. 3: Faktory ovlivňující polní vzcházivost osiva (Copeland & McDonald 1995; Delouche 1980)

Vlastnosti semen a kvalita osiva:
Specifické vlastnosti odrůdy
Chemické a fyziologické vlastnosti semen
Klíčivost
Vitalita semen
Velikost semen
Mikroflóra semen
Podmínky prostředí:
a) Abiotické
Půdní a klimatické (vláha, teplota, vzduch v půdě, fyzikální a chemické složení půdy, koncentrace půdního roztoku aj.)
b) Antropogenní
Předplodiny
Příprava půdy a způsob setí
Hnojiva a pesticidy
Výsevek
Setí: termín, hloubka, kvalita
Orientace semen v půdě
c) Biotické
Půdní mikroflóra
Půdní škůdci

Správný výběr odrůdy (viz Tab. 4) určuje kvalitu sklizně a následný vliv na konečný výnos. Různé odrůdy mají odlišné morfologické vlastnosti jako je např. odolnost proti poléhání. V Evropské unii je registrováno kolem šedesáti odrůd máku setého. Pro pěstování máku v ČR je důležitý správný výběr odrůdy, protože u nás se dají pěstovat jen některé (Šerá et al. 2013).

V českých zemích začalo v 30. letech 20. století systematické šlechtění, které mělo za úkol zvýšit výnosnost a jednobarevnost semen. V současné době se především čeští a slovenští šlechtitelé zaměřují při šlechtění nových odrůd na: výnos semen, barva semen, obsah alkaloidů (morfin), odolnost vůči patogenům (choroby a škůdci), odolnost proti poléhání a výskytu hledáku. V neposlední řadě je důležité šlechtění vůči abiotickým vlivům a odolnost proti herbicidům (Lohr 2014).

Výběr odrůdy máku je velmi důležitý podle toho za jakým účelem se bude pěstovat. Rozlišujeme semena využívaná pro potravinářský, kosmetický a farmaceutický průmysl. Nejrozšířenější využití je v potravinářském průmyslu, kde se semena využívají k posypu pekařských výrobků a výrobě oleje. Farmaceutický průmysl používá základní surovinu (makovinu) pro výrobu alkaloidů (<https://oseva.cz>).

Současná odrůdová skladba máku setého je tvořena výhradně liniovými odrůdami. Hybridní odrůdy se v současnosti nešlechtí (<https://eagri.cz>).

Bělosemenné odrůdy obsahují méně morfinu a ostatních alkaloidů ve srovnání s modrosemennými kultivary (<https://eagri.cz>).

Tab. 4: Nejpěstovanější odrůdy máku setého v České republice a na Slovensku

České odrůdy	Slovenské odrůdy
Aplaus (m)	Bergam (m)
Onyx (m)	Maratón (m)
Opex (m)	MS Harlekyn (m)
Orbis (m)	Opal (m)
Gerlach (m)	Major (m)
Akvarel (o)	Albín (b)
Orel (b)	
Racek (b)	
Sokol (b)	

M – modrosemenné, B – bělosemenné, O – okrové semeno (<https://eagri.cz>)

3.3.4 Výživa a hnojení

Mák během vegetace reaguje velmi citlivě na půdní podmínky, výživu, počasí a agrotechnické zásahy. Proto je kladen velký důraz na rovnoměrné zpracování půdy před setím (Bechyně a Novák 1987).

Spotřeba živin máku setého je uvedena výše v textu (kapitola 3.1.3.5). Mák setý patří mezi náročné plodiny na hnojení. Vzcházející mák má slabě vyvinutý kořenový systém a tím i snížený příjem živin. Proto volíme dostatečné množství hnojiv, které mají snadno přístupné živiny. Od fáze vzcházení do fáze 3 – 4 listů má mák největší nároky na draslík → dusík → vápník → fosfor → draslík (Richter 2010). Ve fázi stonkování vytváří silný hlavní stonek, postranní větve, listů a pupat, které vyžadují více dusíku a méně draslíku a fosforu. Ve fázi

kvetení až po tvorbu semen a tobolek je zvýšený odběr fosforu a draslíku (Lošák a Richter 2004).

Hnojení dusíkem a jeho celková dávka by se měla řídit stavem půdy a pěstováním plodin v předešlých letech. Základní dávka by měla být okolo 60 % z celkového dusíku dodaného rostlinám a 40 % dodat později. K hnojení před setím jsou vhodná hnojiva s amonnou formou dusíku. Velmi oblíbeným dusíkatým hnojivem je DAM 390 (200 l/ha), které je možno použít k základnímu hnojení. Přihnojení během vegetace se provádí ve fázi listové růžice s dusičnanovou formou (LAV, LAD), a pokud je potřeba přihnojíme ještě jednou před kvetením pro zvýšení výnosu. Dávky dusíku musíme hlídat, abychom porost nepřehnojili (Richter 2010).

Fosforečná a draselná hnojiva by se měla aplikovat k předplodině, abychom omezili příjem těžkých kovů a kadmia. Nejčastěji používaný je Amofos (100 – 150 kg/ha) při předsetové přípravě. Pokud bude porost přehnojen dusíkem a zároveň bude nedostatečné množství fosforu a draslíku v půdě, tak riskujeme, že nám rostliny polehnou a budou nestejně dozrávat (Lošák a Richter 2004).

Významné je hnojení mikroelementy (bór a zinek) → Bór 150 (0,5 l/ha), které aplikujeme ve fázi 4 – 8 plně vyvinutých listů (cca 10 dní po aplikaci postemergentního herbicidu). Bór příznivě ovlivňuje transport cukrů a metabolismus fosforu a jeho nedostatek se projevuje nekrózami vegetačního vrcholu. Zinek podporuje tvorbu pylových zrn (Chizzola 2001).

3.3.5 Osevní postup

V osevním postupu se mák setý pěstuje s odstupem 4 – 5 let, protože je citlivý na rezidua pesticidů a zaplevelení. Nejvhodnější předplodinami pro mák jsou organicky hnojené předplodiny okopanin (brambory, cukrová řepa), luskovin nebo jetelovině. Nejčastěji se však v osevním postupu zařazuje mák mezi dvě obilniny jako zlepšující plodina (Kuchtová a kol. 2010). Při kratším sledu hrozí na daném pozemku vyšší infekční tlak plísně makové, která přežívá v půdě ve formě oospór po dobu minimálně 4 -5 let, s tím že ve 4 roce je malé množství životaschopných oospór (Lohr a kol. 2014).

3.4 Regulace a ochrana před škodlivými činiteli

Syntetické pesticidy jsou považovány za nejúčinnějším a přístupným prostředkem k regulaci škodlivých činitelů. Existují však globální obavy ze syntetických pesticidů, protože mohou negativně ovlivňovat ozonovou vrstvu, znečišťovat životní prostředí a mohou být toxické na necílové organismy (Sendi & Ebadollahi 2014). Jejich příliš časté používání způsobilo v minulosti vážná zdravotní a environmentální rizika. Nová legislativa EU a USA vedla k drastickému poklesu počtu schválených výrobků a k výraznému zlepšení bezpečnosti aplikace syntetických pesticidů (Damalas & Eleftherohorinos 2011).

Existuje více než 2400 rostlinných druhů, které jsou bohaté na sloučeniny fenolů, terpenů a alkaloidů (Rao et al. 2005). Aromatické vlastnosti poskytují rostlinám různé funkce včetně přitahování nebo odpuzování hmyzu, ochranu před teplotními výkyvy a využití chemických složek v oleji jako obranný materiál (Koul et al. 2008). Znalosti toxických rostlin, jejich toxických zásad a jejich biologické aktivity má prvořadý význam nejen pro to, aby mohly být využity jako přírodní látky proti škodlivým činitelům a nahrazeny komerčními syntetickými pesticidy. Botanické insekticidy se na vzduchu a při vyšší vlhkosti rychle rozkládají a snadno se odbourávají. To je velmi důležité, protože rychlé odbourávání znamená menší přetrvání v životním prostředí a snížení rizika pro necílové organismy (Rajendran & Sriranjini 2008; Devi & Maji 2011). V posledních letech se řada odborníků zabývá využitím esenciálních olejů a jejich hlavními složkami, které by mohly být použity pro nakládání se škodlivými činiteli s cílem snížit ekologicky škodlivé syntetické pesticidy (Sendi & Ebadollahi 2014). V tomto ohledu přípravky na rostlinné bázi představují malé riziko, vzhledem k jejich přírodnímu původu, který je ekologicky šetrnou alternativou k chemickým přípravkům na ochranu rostlin (Rozwalka et al. 2008). Tyto přípravky jsou vhodné pro implementaci do integrovaných systémů ochrany rostlin (Ribeiro et al. 2010), a to zejména v ekologickém zemědělství, kde je použití synteticky chemických látek zakázáno (Isman 2006).

3.4.1 Škůdci

Nejvýznamnější škůdci napadající rostliny máku setého:

- Krytonosec kořenový (*Stenocarus ruficornis*)
- Mšice maková (*Aphis fabae*)
- Krytonosec makovicový (*Neoglocianus macula alba*)
- Bejlmorka maková (*Neoglocianus maculaalba*)
- Bejlmorka poupatová (*Clinodiplosis cilicrus*)
- Můra zelná (*Mamestra brassicae*)
- Klopuška dvoutečná (*Calocoris norvegicus*)
- Žlabatka stonková (*Timaspis papaveris*) (Baranyk a kol. 2010)

Krytonosec kořenový je nejčastější a nejvýznamnější škůdce máku setého. Nálet dospělců krytonosce nastává zhruba v polovině dubna po periodě teplot nad 15 °C, kdy poškozují vzcházející rostliny žírem (Stanev 1960). Nejčastěji do čepelí listů vyžírají dírky, malá okénka a mladé listy sežírají zcela. Bělavé larvy poškozují kůlový kořen rostlin, do kterého vykusují rýhy (chodbičky). Rostlinky poškozené krytonoscem kořenovým špatně kvetou, zakrňují a podehnívají (Kazda a kol. 2007). Poškozené rostlinky následně zasychají a hynou. Při velké intenzitě náletu je nutné použít foliální insekticid nebo moření osiva (Stanev 1960). Pokud se nepovede krytonosce kořenového vyhubit, tak jeho larvy přezimují v rostlinných zbytcích (Kazda a kol. 2007).

K chemické ochraně můžeme použít moření osiva, které je neúčinnější, ale v současnosti je zakázané a musí se čekat na schválení výjimek. Poslední přípravek k moření

osiva mohlo být použito Elado FS 480 (beta-cyfluthrin a klothianidin), kterému byla ukončena platnost k 19. 12. 2019 (<https://eagri.cz>). Jediná možnost je preventivní ochrana, zejména ranný výsev, kvalitní příprava půdy a biologické přípravky (Sharangi et al. 2018).

Na vzrostlé rostliny proti dospělcům krytonosce kořenového můžeme použít foliální insekticidy Cyperkill 25 EC (cypermethrin), Durban Delta (chlorpyrifos), Nexide (gamma-cyhalothrin), Nurelle D (chlorpyrifos a cypermethrin) a Rapid (gamma-cyhalothrin) (<https://eagri.cz>).



Obr. 4 a 5: Krytonosec kořenový a způsobené škody na kořenu (<https://www.agro.basf.cz>)

Krytonosec makovicový se v porostu máku setého objevuje v době háčkování a začátkem kvetení. Příznaky, že je porost napaden dospělci krytonosce poznáme podle tmavých jizev nebo kruhových otvorů na makovicích. Déle může pozorovat na povrchu stonku jizvy, které mají podlouhlý charakter. Samičky krytonosce makovicového kladou vajíčka do mladých makovic, kde později larvy vyžírají přepážky makovic a semena – červivost makovic. Na konci vývoje se larvy prokousají z tobolek a kuklí v půdě v hliněném kokonu (Fejér & Salamon 2011).

V lokalitách s výskytem krytonosce makovicového je nutné škůdce hlídat již před květem a v případě náletu provést insekticidní ošetření. Na krytonosce makovicového můžeme použít jeden z těchto insekticidů: Cyperkill 25 EC (cypermethrin), Nexide (gamma-cyhalothrin), Rapid (gamma-cyhalothrin), Decis Forte (deltamethrin) a Proteus 110 OD (deltamethrin, thiaklopid) (<https://eagri.cz>).



Obr. 6 a 7: Krytonosec makovicový a způsobené škody na makovici (<https://www.agro.basf.cz>, Kolařík a Rotrekl 2014)

Mšice maková škodí především v teplých a suchých letech. Jasně patrné jsou kolonie černých mšic na spodních stranách listů, na stoncích i na zelených makovicích. Mšice napadají rostliny od fáze přízemní růžice do fáze tvorby zelených makovic. Škůdce poškozuje mák sáním na mladých rostlinkách, kde může zapříčinit přenos viróz a také se snižuje výnos makového semene. Napadené rostliny jsou slabé a tvoří se menší makovice (Dixon & Dharma 1980).

Abychom zamezili výskytu mšic, můžeme použít preventivní opatření jako je střídání plodin, včasné setí nebo provést hlubokou orbu. Přírozenými nepřáteli mšic jsou larvy pestřenek, sluněčka a larvy zlatooček. Pokud přesáhl počet mšic kritickou hranici, tak ošetřujeme porost chemicky těmito přípravky: Cyperkill 25 EC (cypermethrin), Fury 10 EW (zeta-cypermethrin), Nexide (gamma-cyhalothrin) a Nurelle D (chlorpyrifos a cypermethrin) (<https://eagri.cz>).



Obr. 8: Mšice maková na rostlině (<https://www.agro.basf.cz>)

Nakládání se zemědělskými hmyzími škůdci v posledním půlstoletí do značné míry závisí na používání syntetických chemických pesticidů pro ochranu plodin v průběhu

vegetace a i po sklizni. Na základě zdravotního nebezpečí pro teplokrevná zvířata, vodu a znečištění životního prostředí se vyvolal tlak na rozvoj alternativních přístupů k tlumení hmyzích škůdců (Isman 2000).

3.4.2 Choroby

Fungicidní ochrana máku setého je nutností a první aplikaci provádíme od fáze dvou listů. Kontaktní fungicid výrazně zvyšuje počet rostlin při sklizni. Dále by měla následovat aplikace v dlouživém růstu – opět regulace plísně a dalších listových a stonkových chorob. V období před květem bychom měli chránit zejména makovici a horní listy (Vašák a kol. 2019).

Zde jsou choroby máku setého (*Papaver somniferum* L.), které se u něj nejčastěji vyskytují v průběhu roku:

- Alternariová skvrnitost máku (*Pleospora herbarum*)
- Bílá plísnovitost máku (*Sclerotinia sclerotiorum*)
- Černání stonku máku (*Verticillium spp.*)
- Čerň máku (*Alternaria spp.*)
- Pleosporová hnědá skvrnitost (*Pleospora papaveracea*, *Helmintosporium papaveris*)
- Plíseň maková (*Peronospora arborescens*)
- Spála máku (*Pythium ultimum*)
- Šedá plísnovitost máku (*Botryotinia fuckeliana*) (Kubelkova & Spak 1999)

Helmintosporiová nekróza (Pleosporová hnědá skvrnitost) je v současnosti nejvýznamnější chorobou máku, která působí škody na výnosu a jeho kvalitě. Tato choroba je způsobena dvěma původci a to houbami *Pleospora papaveracea* a *Dendryphon penicillatum* (Farr & O'Neil 2000).

Pleosporová hnědá skvrnitost napadá rostliny od vzcházení až do sklizně a vyskytuje se na všech částech rostliny. U klíčících rostlinek je napaden kořenový krček, který se zaškrcuje, hnědne a postupně odumírá. Na stoncích se mohou vyskytovat modročerné podélné pruhy, což má za následek lámání lodyh při silném větru. Před fází kvetení choroba napadá listy a způsobuje jim tmavohnědé hranaté skvrny, které jsou ohraničené žilkami. Při vlhkém počasí se vytváří šedé až černé mycelium. Na makovicích je patrné, že dosahují menšího objemu a semena jsou pokryta hustými chuchvalci mycelia (drobnější a deformovaná semena) (Bailey et al. 2000). Zdrojem nákazy je infikované osivo. Helmintosporiáza přežívá na rostlinných zbytcích a také na plevelných rostlinách. Rozvoj patogenu podporuje vlhké, teplé počasí a také pozdní výsevy (Bailey et al. 2004).

Preventivním opatřením, abychom předešli výskytu Helmintosporiázy je: výsev zdravého osiva, odolné odrůdy, hustota porostu, vyrovnaná výživa, střídání plodin v osevním postupu (mák 1 x za 3 – 4 roky), nesít do těžkých půd, zapravení a podpora rozkladu posklizňových zbytků (Bailey et al. 2000).

Dalším způsobem ochrany makového porostu je moření osiva proti Helmintosporiíze přípravkem Cruiser (Fludioxonyl, metalaxyl – M, thiamethoxam), který byl v minulosti zakázán, ale dnes se může používat, protože mu byla poskytnuta výjimka (<https://eagri.cz/>).

Další možností je ošetření porostu fungicidy v počátečních fázích vývoje, pokud je osivo napadené. Obvykle se ošetření provádí na počátku kvetení. Registrované přípravky proti helmintosporiíze jsou: Caramba (metkonazol), Discus (kresoxim-methyl) a Prosaro 250 EC (prothiokonazol a tebukonazol) (https://eagri.cz).

V současnosti je registrován biologický přípravek Polyversum (houba *Pythium oligandrum*), u kterého jsou doporučeny 1 – 2 aplikace při vzházení až do tvorby listové růžice a třetí před květem (https://eagri.cz).



Obr. 9 a 10: Helmintosporiíza máku na rostlinách (Pozděna a kol. 2019)

Plíseň maková je další významná choroba máku při pěstování v našich podmínkách. Infekce je způsobena organismem *Perenospora arborescens*, který je označován jako nepravá plíseň. Houba přezimuje v napadeném osivu a na rostlinných zbytcích (Landa et al. 2007).

Při primárním napadení rostlin dochází ke zpomalení růstu, deformacím rostlin do tvaru „S“, chlorózy na listech a poškození vegetačního vrcholu. Na spodní straně listů se nachází bělavé až šedivé povlaky mycelia. Při silném napadení se lodyha neprodukuje, nevětví, a pokud vytvoří poupata, zpravidla nevykvetou. Pokud je porost napaden slaběji, tak se vytvářejí deformované makovice a semena jsou drobná a nevyzrálá. Sekundární infekce bývá pro rostliny méně škodlivá. Na listech se vytvářejí žluté ohraničené skvrny, které později hnědnou a nekrotizují (Landa et al. 2007). Nevýhodou plísně makové je její latentnost, protože se dokáže schovat v rostlině a nijak se neprojevuje nebo se projeví později (Lohr a kol. 2014). Rostliny napadené do fáze listové růžice odumírají nebo nám nedají žádný výnos. Porost máku napaden v pozdějších fázích se projevuje pouze sníženým výnosem makového semene. K infekci dochází v období od května až do sklizně. Plísně makové pro napadení vyhovují nižší teploty, ovlhčení, vysoká vlhkost vzduchu a hustý porost (Thines & Choi 2016).

Preventivní opatření je totožné jako u helmintosporiízy a to: výsev zdravého osiva, odolné odrůdy, hustota porostu, vyrovnaná výživa, střídání plodin v osevním postupu (mák 1 x za 3 – 4 roky), nesít do těžkých půd, zapravení a podpora rozkladu posklizňových zbytků (Bailey et al. 2000).

Chemická ochrana porostu se provádí přípravky na ochranu rostlin před květem v květnu: Dithane DG Neotec (mankozebl), Mirador Xtra (azoxistrobin a cyprokonazol) a Prosaro 250 EC (prothiokonazol a tebukonazol) (<https://eagri.cz>).

Biologická ochrana se provádí pomocí přípravku Polyversum (houba *Pythium oligandrum*), které je zmíněno výše u předešlé choroby (<https://eagri.cz>).



Obr. 11 a 12: Plíseň maková na rostlinách (Bittner 2020)

3.4.3 Plevelle

Plevelné druhy vyskytující se v porostu máku ovlivňují především jeho konečný výnos. Mák setý je málo konkurenceschopný a plevelle jsou velkým problémem, a proto by se měla řešit ochrana už v předplodině. Velikým problémem může být zaplevelení výdrolem řepky, proto se doporučuje v osevním postupu odstup minimálně 4 roky. Z toho plyne, že musíme zvolit vhodnou předplodinu a mák správně zařadit do osevního postupu (Andielová a kol. 2015).

Nejdůležitějším agrotechnickým opatřením je hluboká orba a to především pro hlubokokořenící plevelle. Pokud byla zvolena jenom minimalizace, tak musíme předpokládat, že míra zaplevelení bude vyšší a tudíž musíme použít herbicid. Pokud zvolíme mechanickou regulaci plevelů, tak je to možné jen za předpokladu, že meziřádková vzdálenost bude větší než 12,5 cm (běžná meziřádková vzdálenost). Mechanicky může plevelle regulovat např. plečkováním, ale převažuje chemická ochrana (Roubal 2011).

I přes dodržování všech agrotechnických postupů se většinou musí herbicid aplikovat 2 - 3 x. Kromě těchto opatření se může vyskytnout situace, kdy porost bude zaplevelen trávovitými plevely. Na tyto plevelle používáme graminicidy (Baldwin 1977).

Rozlišujeme 2 varianty regulace plevelů: preemergentní a postemergentní. **Preemergentní** ošetření se používá 1-3 dny po zasetí máku (do vzejití). Toto ošetření působí na široké plevelné spektrum a musíme použít registrované přípravky např. Lentipur 500 FW (chlortoluron) na dvouděložné plevelle, Command 36 CS (klomazon) na svízel a dvouděložné plevelle, Callisto 480 SC (mesotrion) na laskavce a merlíky. **Postemergentní** ošetření se provádí po vzejití porostu ve fázi 4 – 6 pravých listů a plevelle se hubí stejnými přípravky jako u preemergentního ošetření nebo může zvolit jiný registrovaný přípravek např. Merlin 750

WG (isoxaflutol) (<https://eagri.cz>). Není vhodné používat herbicidy se stejnou účinnou látkou, aby nedocházelo ke vzniku rezistence. Dávku herbicidu volíme podle etikety, stavu půdy a zejména porostu a intenzitě zaplevelení (Vašák *akol.* 2019).

Plevele, které se nejvíce vyskytují v porostu máku setého:

- **Jednoděložné:** Ježatka kuří noha, oves hluchý, béry
- **Dvouděložné:** Merlíky, laskavce, heřmánkovité druhy, rdesna, violka rolní, ptačinec žabinec, rozrazil, mák vlčí, ředkev ohnice, hořčice polní, řepka olejka, kokoška pastuší tobolka, penízek rolní, drchnička, zemědělský lékařský, svízel přítula, opletka obecná, kakost maličký, hluchavka nachová
- **Vytrvalé:** Pýr plazivý, pcháč oset (<https://eagri.cz>)

3.4.4 Regulátory růstu

Regulátory růstu jsou syntetické látky používané k redukci délky stonků rostlin. Toho je dosaženo nižším prodlužováním buněk a sníženou mírou dělení buněk. Zodpovědné za tuto morfologickou strukturu rostlin je antagonický efekt působení giberelinů, cytokininů, auxinů a dalších hormonů (Rademacher 2000).

Rostlinné hormony se dělí na stimulanty a inhibitory:

Stimulanty jsou látky, jejichž aplikací zvyšujeme odolnost rostlin vůči nepříznivým vnějším podmínkám. Těmito látkami se podporuje růst nadzemních částí rostlin, tvorba kořenového systému, zlepšuje se příjem a využití živin (Gross & Pathier 2000). Pokusy prokázaly, že mají pozitivní vliv na obsah morfinu, kvalitu porostu, větvení, vývoj makovic a na výnos. Dále tozlišujeme stimulanty na bázi huminových látek a auxinového typu. Auxinové typy se pozitivně projevují zvýšením odolnosti vůči stresu postemergentně aplikovaných herbicidů a suchu. Stimulanty na bázi huminových látek mají za úkol zlepšit stav půdy a rostlin. Huminové látky se využívají pro výživu rostlin, protože rostlině umožňují snazší příjem živin, lepší absorpci vody, podporuje fotosyntézu, zlepšuje stav půdy a podporuje tvorbu kořenového vlášení. Jako příklad můžeme uvést registrovaný přípravek Atonik, který stimuluje růst a výnos (Khan *et al.* 2007).

Inhibitory (retardanty) brzdí dlouhivý růst, tím že regulují hladinu giberelinů. Většina retardantů funguje na bázi inhibice biosyntézy giberelinů. Retardanty aplikované v polních pokusech redukují nechtěný dlouhivý růst a zároveň nemají vliv na snižování výnosu. Přípravky používané v praxi k inhibici jsou např. Caramba a Prosaro 250 EC (Rajala & Peltonen-Sainio 2001).

3.5 Použité látky

Mnoho let se konvenční zemědělství spoléhá na syntetické pesticidy při pěstování plodin. Jsou považovány za nejúčinnější a nejdostupnější prostředky pro tlumení hmyzích škůdců. Dochází však k problémům např. rezistence škodlivých organismů, toxicita na necílové organismy, kontaminace životního prostředí pesticidy, potlačování parazitoidů a zvýšená ohniska hmyzu. Aby se zamezilo negativním vlivům chemických látek jako používané pesticidy, je třeba vyvinout integrovanou strategii pro ochranu proti škůdcům, která zahrnuje biologickou ochranu (Khetrapal & Vodwal 2016; Sendi & Ebadollahi 2014).

Biologická ochrana např. esenciální oleje a jejich složky jsou považovány za přírodní látky proti hmyzím škůdcům. Tyto látky jsou obnovitelné, neperzistentní v životním prostředí a relativně bezpečné pro necílové organismy a člověka. Výsledky prokázaly, že esenciální oleje a jejich hlavní složky mohou být použitelné pro nakládání s hmyzími škůdci s cílem snížit ekologicky škodlivé účinky syntetických pesticidů (Sendi & Ebadollahi 2014).

Musíme dbát na správné uchování těchto přírodních látek, protože mohou do jisté míry ztratit svou kvalitu jako je např. špatné skladování nebo se látky mohou dostat do kontaktu s vzduchem a postupně degradují (Baser & Buchbauer 2015).

3.5.1 Paprika setá

Paprika setá (*Capsicum annuum* L.) jednoletá rostlina pocházející ze Severní Ameriky. Dnes se pěstuje téměř na celém světě. V České republice se pěstuje v teplejších oblastech, například na jižní Moravě. Květy jsou převážně bílé a bobule (lusky) mají po dozrání zelenou, žlutou nebo červenou barvu. V mleté paprice se používá sušená dužnina s malým množstvím semen (Korbelář a Endris 1973).

Paprika má baktericidní účinky, které mohou být využity v zemědělství (Alberts 2004). Rostlina obsahuje vysoké hodnoty toxinu zvaného capsaicin. Hodnoty capsaicinu dosahují až 0,22 % fenylalkylaminového alkaloidu. Jedná se o látku, jehož účinky v případě kontaktu s lidskou tkání vyvolává pocit pálení a může vytvořit puchýře. Dále obsahuje saponin (kapsicidin), vitamín A a C, flavonové glykosidy a karotenoidní barviva (Korbelář a Endris 1973).

Topuz a Ozdemir (2007) uvádějí, že vybrané kultivary mají vysoký obsah karotenoidů (2310 – 2390 mg/kg v suchém stavu), kapsaicinoidů (471,3 – 688,1 mg/kg v suchém stavu), vitamínu A (218,8 – 243,0 µg/100g ve vlhkém stavu) a vitamínu C (63,1 – 64,9 mg/100g ve vlhkém stavu).

3.5.2 Eleuterokok

Eleuterokok je 2 – 4 metry vysoký, vytrvalý a mrazuvzdorný keř s bohatě vyvinutým kořenovým systémem. Vyskytuje se pouze v Asii a to od Sibíře až po Filipíny. Nejvíce je rozšířen ve střední a západní Číně, kde se využívá v bylinářství a používá se k léčbě chorob.

Z rostliny se během vegetace (září) odřezávají části kořenů, které se následně suší nebo se z nich získává extrakt (Arouca & Grassi-Kassise 2013).

Kořen eleuterokoku obsahuje eleuterosidy (daukosterin, syringin, kalikantin, galaktin a další), polysacharidy, silice, pryskyřice, flavonoidy (rutosid a hyperoside), saponiny, hořčiny a velké množství minerálních látek (viz Tab. 5) (Arouca & Grassi-Kassise 2013). Kořeny eleuterokaka obsahují 87,43 mg/100 geleutherosidů (Bączek et al. 2017).

Tab. 5: Obsah minerálních látek v kořeni eleuterokoku (mg/kg sušiny) (Medan et al. 1984)

Ca	Mg	K	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
1750	1300	21 000	218	32,7	4,35	23,5	54,3

3.5.3 Vratič obecný

Vratič obecný (*Tanacetum vulgare*) je vytrvalá, jedovatá a léčivá bylina dorůstající výšky až 1,5 m. Charakterizují ho terčovitě zploštělé žluté úbory uspořádané do chocholičnaté laty. Původním areálem je Evropa a západní Asie. Tato jedovatá rostlina roste na okrajích lesů, úhorech, mezích a na neudržovaných stanovištích. Vyhledává vlhčí místa na slunci i v polostínu (Uchio 1978).

Účinné složky rostliny jsou silice (v nati 0,5 % a v květech 1,5 %), v nichž je obsažena neurotoxická látka β -thujon. Dalšími složkami vratiče jsou terpeny, kafr, cineol, hořčiny, organické kyseliny (kyselina jablečná, vinná a máselná), pryskyřice, vosk, tuky, glykosidy, třísloviny a polysacharidy (Slavík a Štěpánková 2005).

Vratič bývá používán pro své toxické účinky k ochraně rostlin před hmyzem. Za toxicitu jsou odpovědné terpenické látky (vulgaron A a B) (Lim 2014). Oba tyto terpeny jsou součástí tzv. iwayomogového oleje, který je populární v Asii pro antibakteriální účinky (Bozin et al. 2006; Chung et al. 2009). Za tyto účinky je zodpovědný hlavně vulgaron B, který má významné molluskocidní působení a také schopnost zabíjet termity (Meepagela et al. 2006).

3.5.4 Routa vonná

Routa vonná (*Ruta graveolens*) je léčivá rostlina (keř) vysoká asi 80 cm, která má dlouhé a dužnaté listy. Květy mají žlutou barvu a kvetou od května do září. Vyskytuje se v jižní Evropě a můžeme ji najít většinou na polích (Kybal a Kaplická 1988).

Účinné látky v této rostlině jsou: silice, alkaloidy, kumarin, triterpeny, hořčiny, třísloviny, flavonoidy, rutin a další. Rostlina obsahuje až 0,5 % toxických silic a kolem 2 % flavonového derivátu rutinu (Ivanova et al. 2005).

Routa vonná se používá jako odpuzovač hmyzu nebo jako repelent. Také se zjistilo, že má antimikrobiální a antimykotické účinky (Ivanova et al. 2005). Podle Oliva et al. (2003) se extrakt z routy používá proti patogenním houbám: *Fusarium solani*, *Pyrenochaeta lycopersici* a *Trichoderma viride*. Kromě toho byl zkoumán liofilizovaný extrakt, který inhiboval růst

Pyrenochaeta lykopersici, *Penicillium sp.*, *Thielaviopsis basicola* a *Verticillium dahliae*. Všech 6 zkoumaných druhů výrazně snižuje radiální růst hub v koncentracích od 5,0 – 40,0 g/l.

3.5.5 Bazalka pravá

Bazalka je aromatická rostlina pocházející z Indie. Je to jednoletá rostlina dosahující až 40 cm výšky. Lodyha je větvená s vejčitými až podlouhlými listy. Bazalka má bílé květy, které jsou opylovány hmyzem, a kvete od června do září. Bazalce se daří v teplých a slunných oblastech (Buzzanell et al. 1997).

Bazalka obsahuje mnoho prospěšných účinných látek, jako jsou např. silice (methylchavicol a linalool), třísloviny (5 %), flavonoidy, alkaloidy, hořčiny, glykosidy, éterické oleje s eugenolem a ocimem, kafr, tanin, cinoel a další (Marotti et al. 1996).

Rostlina obsahuje biologicky aktivní složky s insekticidními, nematocidními, fungicidními a antimikrobiálními účinky. Eugenol je hlavní účinná látka obsažena v oleji bazalky, který je vysoce účinný proti broukům *Prostephanus truncatus*. Dále je olej získaný z bazalky účinný na svilušku chmelovou, mouchy domácí a proti mšicím jako dotykový jed (Duke 1985).

3.5.6 Kopřiva dvoudomá

Kopřiva je bylina dosahující výšky až dvou metrů. Rostlina má přímou lodyhu s řapíkatými až vejčitými listy. Listy jsou a na okrajích pilovitě zubaté. Kopřiva většinou kvete od června do října. Charakteristickým znakem pro rod kopřiva jsou žahavé chloupky, které jsou na celém povrchu rostliny. Tyto žahavé chloupky obsahují 3 látky – histamin (podráždění kůže), acetylcholin (pocit pálení) a serotonin (zvyšuje účinek předešlých dvou látek) (Jursík a kol. 2009).

Kopřiva dvoudomá obsahuje mnoho látek a mezi nejdůležitější patří: chlorofyl, minerální látky (hořčík), kumariny, karotenoidy, flavonoidy, acetylcholin, histamin, serotonin, kyselinu mravenčí, kyselinu šťavelovou, kyselinu octovou, kyselinu křemičitou, sacharidy, třísloviny a další (Hejný a Slavík 2003).

Extrakt z nadzemních částí rostlin se používá například v ekologickém zemědělství. Výtažky z kopřiv mají insekticidní, fungicidní, repelentní a antifidantní (látka snižující přitažlivost potravy pro žír a sání, zabraňující příjem potravy) účinky. Nejvíce se extrakty používají proti mšicím, kříšům a sviluškám. Z kopřiv se také používá odvar, který se preventivně používá jako fungicid proti chorobám (Kavalali 2003).

3.5.7 Pelyněk pravý

Pelyněk pravý je vytrvalá rostlina dosahující výšky až 120 cm. Spodní části lodyhy dřevnatí, listy jsou peřenodílné a jsou stříbřitošedě plstnaté. Listy jsou dlouhé s kopinatými

úkrojky. Květenství se skládá z trubkovitých žlutých květů. Pelyněk se vyskytuje především na severní části polokoule Evropy a Asie. Většinou ho najdeme podél cest, na rumišťích a neobhospodařovaných plochách (Jahodář 2010).

Celkem je u rodu *Artemisia* popsáno 800 látek. Obsahovými látkami jsou především silice (absinthin, artabsin, thujon a thujol), kumariny, flavonoidy, skořicové kyseliny, triterpeny, kafr, humuleny, borneol a další látky (Jahodář 2010).

Esenciální oleje získané z pelyňku mají antibakteriální, insekticidní, repelentní a antimykotické účinky, za který je zodpovědný především thujon. Kumariny a hořčiny (absinthin, artabsin) slouží k odpuzování hmyzu. Fenoly a polyfenoly jsou využívány pro své baktericidní účinky (kyselina salicylová). Celkově se dá říci, že extrakt z pelyňku má insekticidní a repelentní účinky proti většině známému hmyzu (Derwinch et al. 2009).

3.5.8 Tymián obecný

Roste v podobě keřů nebo polokeřů, jejichž výška dosahuje 20 – 30 cm. Listy jsou spíše drobné, krátce řapíkaté, čárkovité až eliptické. Lodyha s listy hustě obrůstá a spodní část lodyhy dřevnatí. Růžovofialové květy jsou uspořádány do lichopřeslenů, které tvoří květenství lichoklas. Období květu nastává v květnu až září (Pavela 2017).

Tymián je ceněn pro vysoký obsah jednoduchých fenolických látek jako je thymol a karvakrol. V silici jsou ale obsaženy i další terpeny, např. terpineol, cineol, geraniol, linalool nebo para-cymen. Tymián dále obsahuje třísloviny, flavonoidy a triterpeny (Pavela 2017).

Silice a extrakty našly uplatnění také při výrobě botanických pesticidů. Extrakty jsou využívány jako fungicidy, insekticidy a především jako larvicidy. Larvicidní účinnost (až 63 %) dosahuje výborných hodnot díky látce thymolu (Pavela a kol. 2009).

3.5.9 Hořčice setá

Hořčice setá je jednoletá rostlina dosahující výšky 1 metru s charakteristickými žlutými květy. Listy vyrůstající z lodyhy jsou dvojího typu: ve spodní části jsou listy lyrovitě peřenodělené se zubatými okraji a v horní části pak listy čárkovité a po okraji hladké. Původním domovem hořčice je Evropa a Asie. Dnes ji najdeme růst většinou podél cest a v porostech kulturních plodin (Korbelář a Endris 1973).

Semena hořčice obsahují glykosid (sinalbin) a fermenty, které s vodou uvolňují silice a působící štiplavě na povrchu pokožky. Semena obsahují asi 40% karbohydrátů s převahou vlákniny, do 10% vody, asi 30% tuků s významným podílem mononenasycených mastných kyselin, kolem 25 % proteinů, dále vitamin A, thiamin, riboflavin, niacin, pyridoxin, folát, cyanokobalamin, kyselina askorbová, tokoferol, vitamín K a minerály (vápník, železo, sodík, draslík, fosfor, hořčík, zinek) (Wiszniewski et al. 2009).

Éterické oleje z hořčičného semene mají širokospektrální antimikrobiální, fungicidní a insekticidní aktivitu. Abychom se vyhnuli používání chemických přípravků na ochranu rostlin, tak můžeme zvolit právě extrakt z hořčice (Carlini & Grossi-de-Sá 2002).

3.5.10 Cruiser

Cruiser je přípravek na ochranu rostlin s insekticidním a fungicidním účinkem. Přípravek je ve formě kapalného suspenzního koncentrátu pro moření řepky olejky a máku setého proti škůdcům a houbovým chorobám. Tento přípravek spadá do kategorie nebezpečný pro životní prostředí. Musíme tak dodržovat přesné pokyny aplikace a skladování, abychom se vyvarovali rizika úniku přípravku.

Tento přípravek obsahuje tři účinné látky: thiamethoxam, fludioxonil a metalaxyl-M. Thiamethoxam patří do skupiny neonikotinoidů a je to neselektivní systemický insekticid s reziduálním působením. Hubí škůdce, kteří škodí požerovým a dotykovým účinkem. U zasaženého hmyzu je narušena činnost nicotinic acetyl choline receptoru v nervovém systému. Fludioxonil ze skupiny fenylpyrrolů je širokospektrální kontaktní fungicid s reziduálním účinkem. Je částečně přijímán semeny a omezeně translokován do klíčících rostlin. Účinkuje proti hospodářsky významným druhům hub ze tříd *Ascomycetes* a *Basidiomycetes*. Metalaxyl-M ze skupiny fenylamidů je systemický fungicid, který je velmi dobře přijímán semeny a translokován do všech částí klíčících rostlin. Účinkuje proti hospodářsky významným druhům hub ze třídy *Oomycetes*. Při moření řepky olejky a máku setého Cruiser účinkuje proti škůdcům klíčících a vzcházejících rostlin. Přípravek účinkuje především proti primárním infekcím chorob přenosných půdou (např. fuzariózy - *Fusarium* spp., plíseň zelná - *Peronospora brassicae*, půdní houby a padání klíčících rostlin - *Pythium* spp., kořenomorka - *Rhizoctonia* sp.) a primárním infekcím chorob přenosných osivem (<http://www.agromanual.cz>).

3.5.11 Agrovital

Pomocná látka - přídavek do postřiků s obsahem insekticidů, fungicidů a akaricidů používaných v polním a lesním hospodářství. Účinná látka vytváří na povrchu cílového objektu jemný elastický film polymeru, který prodlužuje účinnost přípravků v TM. Účinnou látkou toho přípravku je pinolene – 96 %. Uchycením živin na povrchu listů Agrovitalem, dochází k optimálnímu využití a transferu živin listy rostlin i v suchých obdobích. V období dešťů snižuje ztráty smyvem z povrchu listů zabezpečením ochranného krytí (<http://www.agromanual.cz>).

4 Metodika

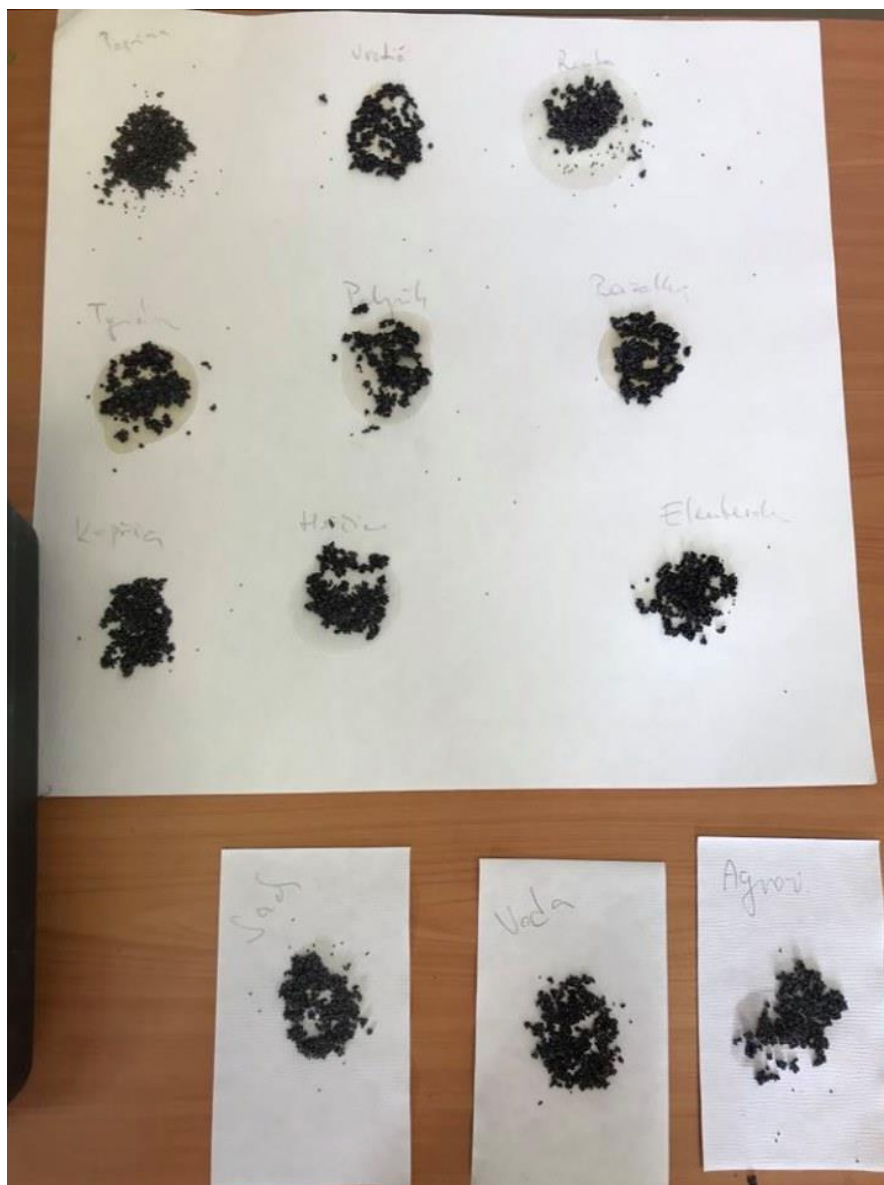
Jednoletý maloparcelkový pokus byl založen ve výzkumné stanici Červený Újezd, kde byl mák zaset. Další částí výzkumu bylo založení pokusu v laboratorních podmínkách na katedře agroekologie a rostlinné produkce na fakultě FAPPZ ČZU. Jak v laboratoři, tak i na výzkumné stanici se zjišťovalo využití přírodních látek při ošetření osiva máku. V laboratorních podmínkách jsme se věnovali, jaký bude vliv přírodních látek na osivo a to zejména na jeho vitalitu a klíčivost. Při výzkumu byly použity tyto látky v usušeném stavu: paprika setá sladká, eleuterokok, vratič obecný, routa vonná, bazalka pravá, kopřiva dvoudomá, pelyněk pravý, tymián obecný a hořčice setá, cukr a agrovital.

Pokus jsme začali navážením 10 g jednotlivých vzorků na digitální váze, která váží na tisíce gramů. Navážené vzorky byly vloženy do kádinek, které se ihned zalily 100 ml vroucí vody. Následně jsme čekali 10 minut, aby došlo k uvolnění látek do vody. Dalším krokem bylo na digitální váze navážit 3 gramy máku setého odrůdy Onyx. Do každého naváženého osiva máku bylo napipetováno 0,5 ml jednotlivých variant výluhů a jedna kapka přípravku Agrovital, který slouží ke zlepšení smáčivosti. Takto namořené osivo jsme vyseli ve výzkumné stanici a na katedře agroekologie a rostlinné produkce byl založen laboratorní pokus.

K pokusu byla vybrána odrůda **Onyx**, která byla registrována v roce 2016. Onyx je odrůda s výbornou odolností vůči poléhání. Má nízký sklon k tvorbě nežádoucích otevřených tobolek (hledáků – 1 %) a zároveň se vyznačuje vysokým počtem tobolek na rostlině. Zralost makovic by měla dosahovat kolem 135 dne vegetace a jedná se o modrosemennou odrůdu. Délka rostlin této odrůdy se pohybuje okolo 111 cm. Obsah morfinu v makovině dosahuje hodnoty 0,77 % (<http://www.proseeds.cz>).



Obr. 13: Přírodní látky zalité vodou



Obr. 14: Osivo máku namožené přírodními látkami čekající na proschnutí

4.1 Charakteristické údaje o pokusné lokalitě

4.1.1 Základní informace o stanici Červený Újezd

Jednoletý maloparcelkový pokus byl proveden v roce 2019 na výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Červeném Újezdě. Červený Újezd se nachází v okrese Praha - západ, přibližně 25 km od České zemědělské univerzity. Zeměpisné údaje: 50° 04' severní šířky a 14° 10' východní délky. Výzkumná stanice se nachází v nadmořské výšce 398 m n. m (<https://af.czu.cz>).

4.1.2 Půdní charakteristika

Pozemky, na kterých byl pokus s mákem založen, má rovinatý charakter terénu s mělkými mikrodepresemi. Tyto mikrodeprese podmiňují dobré zasakování vody do půdy a podporují mechanický přesun jílových částic z horní části půdy do střední části profilu (ilimerizace).

Na pozemku, kde byl pokus provozován, je půdotvorným substrátem spraš (80 – 120 cm). Sprašové půdy se vyznačují dobrou vododržností a dobrou vnitřní drenáží. Území je tvořeno horninovými usazeninami (opuky), které jsou z období křídý. Opuky jsou jílovité a prachové části půdy, které jsou překryty půdotvorným substrátem sprašem. Tyto dvě složky (opuky a spraš) tvoří půdní substrát hnědozem, hnědozem luvickou, černozem luvickou a hnědozem pseudogleje. Ornice je šedohnědá, hlinitá a má drobtovitou strukturu. Hloubka ornice je od 28 do 35 cm. Prokořenění a biologická aktivita dosahuje středních až vysokých hodnot. Podorniční horizont (50 – 70 cm) je hnědorezavý, hlinitý s horninovými usazeninami. Prokořenění a biologická aktivita dosahuje středních hodnot.

Pokusné plochy mají 4.10.00 BPEJ. Číslo 4 značí mírně teplý, suchý (MT1) klimatický region. Číslo 10 nám udává hlavní půdní jednotka, která je na daném území hnědozem a půdotvorný substrát spraš. Nula nám značí sklonitost pozemku (0 – 3 °) a orientaci ke světovým stranám (rovina se všesměrnou expozicí). Druhá nula značí skeletovitost (do 10 %) a hloubku půdy (hloubka od 60 cm) (<https://af.czu.cz>; <https://bpej.vumop.cz>).

4.1.3 Povětrnostní podmínky

Tab. 6: Meteorologické údaje Výzkumné stanice Červený Újezd za rok 2019

Měsíc		I 19	II 19	III 19	IV 19	V 19	VI 19	VII 19	VIII 19
1. dekáda 1. – 10.	Teplota*	0,73	0,1	7,48	10,08	9,34	20,34	18,64	19,89
	Srážky**	17	15,9	19,7	0	3,3	3,5	0	39,1
2. dekáda 11. – 20.	Teplota*	-0,03	4,49	5,54	7,81	10,24	22,39	18,1	18,23
	Srážky**	5,5	0,5	11,2	0,9	29,8	27	27,9	58,4
3. dekáda 21. – 31.	Teplota*	-1,96	5,06	8,00	12,76	14,08	22,32	23,20	21,72
	Srážky**	2,3	1,0	2,2	21,2	22,2	10,9	24,7	0
Měsíc celkem	Teplota*	-0,47	3,08	7,04	10,22	11,31	21,68	20,09	20,00
	Srážky**	24,8	17,4	33,1	22,1	55,3	41,4	52,6	97,5
	Počet dešt. dnů 1-5 mm	9	2	4	2	5	2	4	7
	Počet dešt. dnů 5-10 mm	1	0	1	0	2	0	2	3

	Počet dešt. dnů ≥ 10 mm	0	1	1	1	2	2	2	3
Dlouhodobý průměr***	Teplota*	- 2,3	- 0,8	2,9	7,6	12,9	16,2	17,6	17,3
	Srážky**	21,6	21,4	26,3	34,9	67,2	63,5	58,7	67,5
Normál****	Teplota*	-1,4	-0,3	3,6	8,5	13,5	16,2	18,3	17,9
	Srážky**	22	20	28	28	70	67	78	66

* °C

** mm

*** Praha Ruzyně 1960 – 2010

**** Praha Ruzyně 1981 – 2010 (<http://www.meteocervenuyezd.cz>)

4.1.4 Průběh počasí v roce 2019-2020

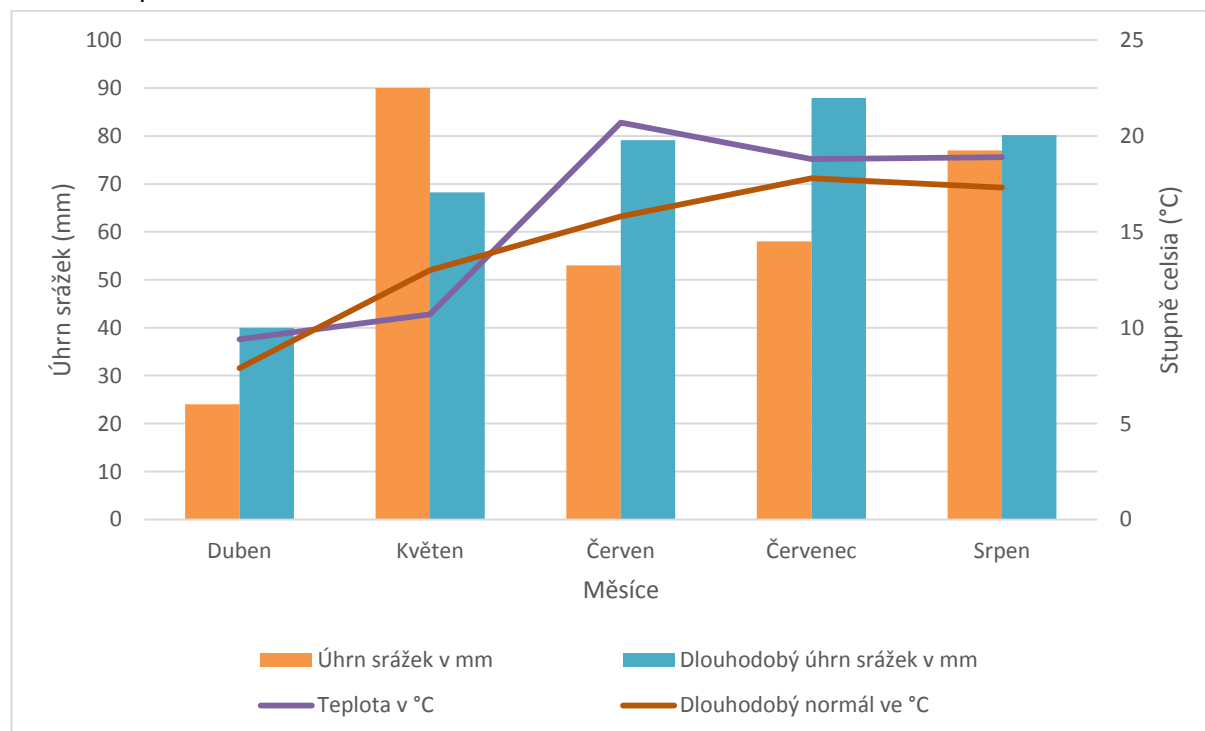
Listopad 2018 byl na území ČR vyhodnocen jako teplotně normální. Průměrná teplota vzduchu byla 4,3 °C a v porovnání s dlouhodobým průměrem teplot z let 1981 - 2010 byla o 1,4 °C vyšší. Srážkově byl listopad mimořádně podnormální. Průměrný měsíční úhrn srážek činil 18 mm, což představovalo 37 % normálu. Průměrná denní teplota v **prosinci** na území ČR dosahovala hodnoty 1,2 °C a to bylo o 2,1 °C více, než byl dlouhodobý normál z let 1981-2010. Srážkově byl prosinec nadnormální. Průměrný měsíční úhrn srážek byl 69 mm, což představovalo 144 % normálu. **Leden** 2019 na území ČR byl vyhodnocen jako teplotně normální. Průměrná měsíční teplota dosahovala hodnot -1,8 °C a byla o 0,2 °C vyšší než teplotní normál z předešlých let. Srážkově byl leden nadnormální, průměrný měsíční úhrn srážek 60 mm představoval 145 % normálu (1981 - 2010). **Únor** byl teplotně nadnormální a srážkově normální. Průměrná měsíční teplota byla 1,7 °C. Od dlouhodobého normálu byla o 2,6 °C vyšší. Průměrné měsíční srážky v únoru dosahovaly 30 mm a představovaly 82 % normálu. **Březen** 2020 byl teplotně silně nadnormální. Průměrná měsíční teplota vzduchu činila 5,6 °C a byla o 2,7 °C vyšší než dlouhodobý normál v tomto období. Průměrný měsíční úhrn srážek 47 mm představoval 100 % normálu z let 1981 - 2010.

Duben 2019 byl na území ČR teplotně nadnormální, průměrná měsíční teplota vzduchu dosahovala 9,4 °C, což byla o 1,5 °C vyšší než dlouhodobý normál. Průměrná denní teplota se pohybovala převážně nad hodnotami normálu, pod hodnotami normálu klesla v období mezi 10. - 16. 4. a 27. - 30. 4. Dne 24. dubna byla zaznamenán první letní den. Srážkově byl duben podnormální a průměrný měsíční úhrn srážek činil 24 mm, což představovalo 60 % normálu z let 1981 - 2010. Většina srážek z celkového měsíčního úhrnu spadla v posledních třech dnech měsíce. Porosty „žily“ ze zimní vláhy a horší to bylo severozápadně od Prahy, kde vody ze zimy bylo výrazně méně. **Květen** byl silně podnormální, průměrná měsíční teplota vzduchu 10,7 °C byla o 2,3 °C nižší než normál 1981 - 2010. Chladná byla především první polovina měsíce, kdy se průměrně denní teploty pohybovaly pod hodnotami normálu. Teploty v druhé polovině měsíce se pohybovaly kolem hodnot normálu. Srážkově byl květen nadnormální, průměrný úhrn srážek činil 90 mm a

představoval 132 % dlouhodobého normálu. Srážkově bohatá byla především poslední dekáda měsíce (21. – 23.5.). **Červen** 2019 byl mimořádně nadnormální, kdy průměrná měsíční teplota dosahovala 20,7 °C a byla o 4,9 °C vyšší než normál. Tropický den (den s maximální teplotou 30,0 °C a vyšší) byl zaznamenán v patnácti dnech měsíce a tropická noc (noc, kdy teplota neklesne pod 20,0 °C) v šesti dnech měsíce. Srážkově byl červen pod normálem a průměrný úhrn srážek dosahoval 53 mm, což představovalo 67 % normálu. Tyto srážky přicházely především bouřkovou činností. **Červenec** byl na území ČR teplotně normální, průměrná měsíční teplota vzduchu 18,8 °C byla o 1,0 °C vyšší než dlouhodobý normál. V první a poslední dekádě měsíce se průměrné teploty pohybovaly nad hodnotami normálu. Srážkově byl pod dlouhodobým normálem, průměrný měsíční úhrn srážek dosahoval 58 mm (66 % normálu). **Srpen** 2019 hodnotíme jako silně nadnormální a srážkově normální. Průměrná měsíční teplota vzduchu 18,9 °C byla o 1,6 °C vyšší než normál 1981 - 2010. Tropický den byl zaznamenán ve třinácti dnech měsíce a tropická noc byla zaznamenána pouze ve dvou dnech měsíce. Srážkově byl srpen na našem území normální. Průměrný měsíční úhrn 77 mm představoval 96 % dlouhodobého normálu. Plošné rozložení srážek bylo nerovnoměrné a přšlo především lokálně.

Makové porosty si v květnu prošly obdobím srážkově dostatečným a poměrně chladným. Nejzásadnější problém přišel v červnu a červenci, protože v tomto období panovaly vysoké teploty a přímý sluneční svit. Srpen byl také teplotně nad normálem, ale pokus byl sklizen v první dekádě a na výnos neměl takový vliv, jako předešlé měsíce (Volf a Zeman 2019).

Graf 1. Teplotní a srážkové situace v sezóně 2019



Zdroj: vlastní zpracování (výstup z programu Microsoft Excel)

4.1.5 Agrotechnika máku setého odrůdy Onyx

Přesný maloparcelkový pokus byl založen ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Velikost parcelk byla 15 m². Bylo zkoumáno 11 variant (viz. Tab. 7)

Tab. 7: Agrotechnické operace v Červeném Újezdě

Termín aplikace	Provedená operace
Podzim 2018	Orba 18 cm
2. 4. 2019	Hnojivo NPK 15-15-15 (200 kg/ha)
5. 4. 2019	Příprava před setím kompaktozem
6. 4. 2019	Setí (secí stroj Wintersteiger)
7. 4. 2019	Herbicidní ošetření Callisto 480 (0,25 l/ha) + Command 36 CS (0,25 l/ha) - preemergentní
12. 6. 2019	Herbicidní ošetření Agil 100 EC (1,5 l/ha) - postemergentní
22. 6. 2019	Insekticidní ošetření Nurelle D (0,4 l/ha)
9. 8. 2019	Sklizeň (sklízecí mlátička Wintersteiger Classic)

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 8: Varianty polního pokusu

Varianta	Použitý přípravek
1	Agrovital
2	Pelyněk
3	Tymián
4	Vratič
5	Kopřiva
6	Routa
7	Hořčice
8	Bazalka
9	Eleuterokok
10	Paprika
11	Cruiser

Zdroj: vlastní zpracování



Obr. 15: Porost máku ve fázi počátku prodlužovacího růstu



Obr. 16: Porost máku ve fázi počátku prodlužovacího růstu



Obr. 17: Porost máku setého před sklizní



Obr. 18: Makovice před sklizní

4.2 Charakteristika laboratorního pokusu

Semena máku setého (*Papaver somniferum* L.) odrůdy Onyx byla mořena 14 preparáty (viz Tab. 8) při doporučených množstvích v laboratorních podmínkách (Tab.). Ošetřeno bylo vždy 3 g osiva, které bylo namořeno potřebným množstvím roztoku. Následně se semena máku rozprostřela na filtrační papír, aby oschla a mohla být použita k testování. Než nám namořené osivo proschlo, tak jsme si připravili vaničky, do kterých jsme na dno vložili 2 rovné filtrační papíry a na něj jeden zvlněný filtrační papír. V každé misce bylo rovnoměrně uloženo 2 x 50 zdravých semen máku setého (2 opakování). Vaničky byly následně zality 30 ml destilované vody a zakryty průhledným víčkem, aby nedocházelo k výparu vody. Všechny vaničky s mákem jsme uložili do klimaboxu na fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, kde probíhalo klíčení semen. Klimabox byl nastaven na 20 °C a celý pokus probíhal ve tmě a při pravidelné ventilaci vzduchu. Uvnitř klimaboxu byly dodatečně přidány vaničky s vodou, aby byla uvnitř dostatečná vzdušná vlhkost a optimální podmínky pro klíčení semen máku. Během epigeického klíčení byl sledován počet vyklíčených semen. Kontroly klíčivosti byly pozorovány 3, 5 a 10 den pokusu.

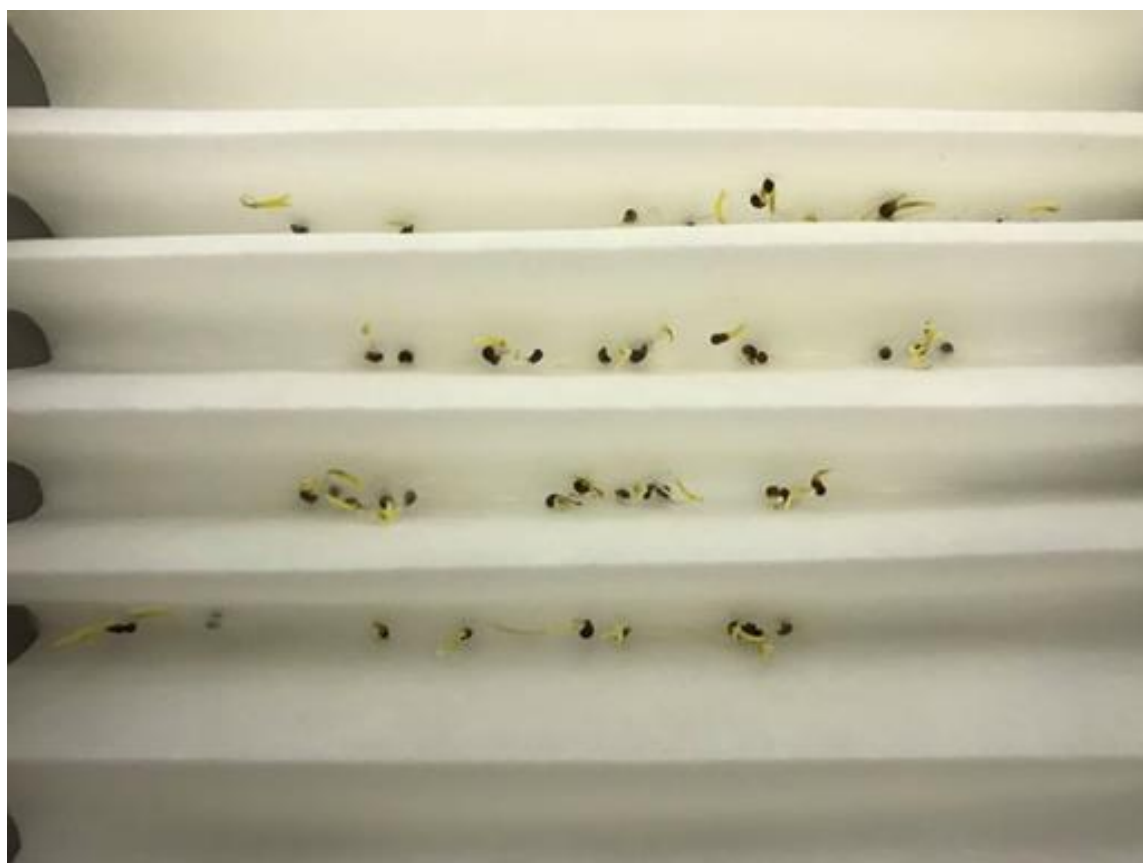
Tab. 9: Varianty laboratorního pokusu

Varianta	Použitý přípravek
1	Kontrola
2	Voda
3	Cukr
4	Agrovital
5	Pelyněk
6	Tymián
7	Vratič
8	Kopřiva
9	Routa
10	Hořčice
11	Bazalka
12	Eleuterokok
13	Paprika
14	Cruiser

Zdroj: vlastní zpracování



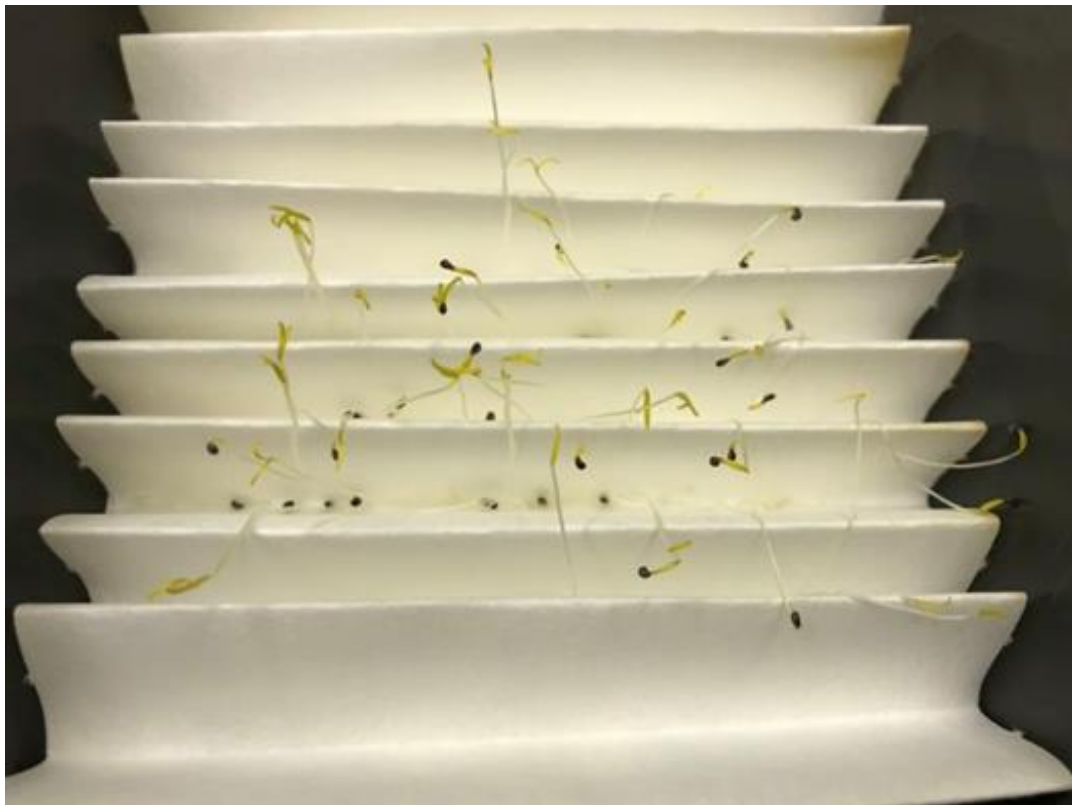
Obr. 19: Osivo máku při založení laboratorního pokusu uložené na filtračním papíře



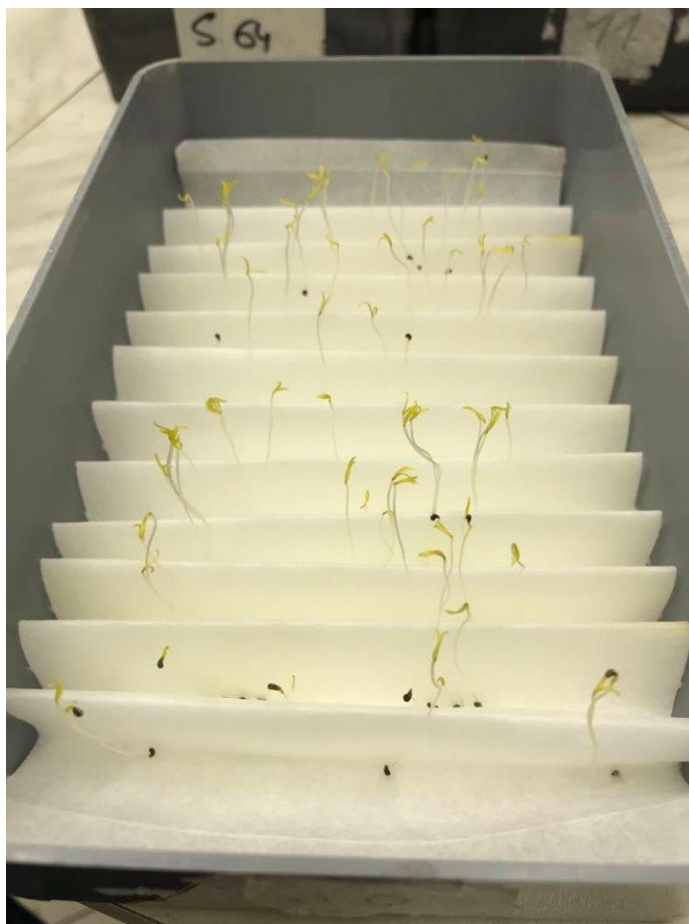
Obr. 20: Vzcházející osivo máku – 3. den



Obr. 21: Vzcházející osivo máku – 5. den



Obr. 22: Vzcházející osivo máku – 10. den



Obr. 23: Vrcházející osivo máku – 10. den (2 opakování)

5 Výsledky pokusu

5.1 Laboratorní pokus

V rámci laboratorního pokusu byla sledována laboratorní klíčivost semen a jejich rychlost (energie) klíčení za určitý časový horizont. Semena máku setého byla namořena látkami, které můžeme vidět v tabulce č. 9. Dále můžeme v tabulce vidět informace, zobrazující zda byly jednotlivé varianty od sebe průkazné či nikoliv. Rozdíly byly zjištěny pomocí testu minimální průkazné difference s Tukeyovým – HSD testem na hladině významnosti $P \leq 0,05$.

Tab. 10: Energie klíčení a laboratorní klíčivost jednotlivých variant

Sledovaný parametr		Energie klíčení	Laboratorní klíčivost
1	Neošetřená kontrola	28,25	81,25
2	Voda	29,50	86,00
3	Sacharóza	30,25	85,50
4	Agrovital	31,50	93,00
5	Cruiser	34,75	87,50
6	Tymián	35,75	89,25
7	Eleuterokok	34,13	79,25
8	Hořčice	31,25	83,25
9	Pelyněk	30,38	82,25
10	Routa	29,63	85,25
11	Vratič	29,63	79,00
12	Kopřiva	29,13	82,75
13	Paprika	28,88	83,75
14	Bazalka	28,13	82,25
HSD*		15,32	6,8824

*minimální průkazné difference

Zdroj: vlastní zpracování (Výstup z programu STATISTICA)

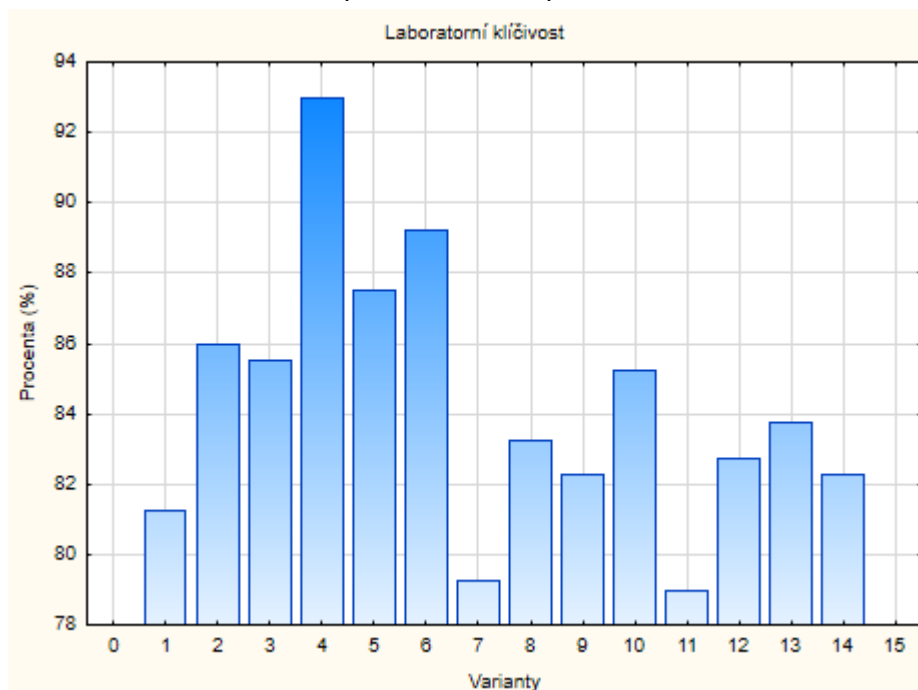
5.1.1 Laboratorní klíčivost semen

Tab. 11: Laboratorní klíčivost semen – průměr 16 opakování každé varianty

Sledovaný parametr		Laboratorní klíčivost	Rel. % přípravku Cruiser	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)
1	Neošetřená kontrola	81,25	92,9	cde
2	Voda	86,00	98,3	bcd
3	Sacharóza	85,50	97,7	bcde
4	Agrovital	93,00	106,3	a
5	Cruiser	87,50	100,0	abc
6	Tymián	89,25	102,0	ab
7	Eleuterokok	79,25	90,6	de
8	Hořčice	83,25	95,1	bcde
9	Pelyněk	82,25	94,0	cde
10	Routa	85,25	97,4	bcde
11	Vratič	79,00	90,3	e
12	Kopřiva	82,75	94,6	bcde
13	Paprika	83,75	95,7	bcde
14	Bazalka	82,25	94,0	bcde

Následné testování (Tuckeyův HSD test) - a, b, c, d, e - písmena u laboratorní klíčivosti – mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl ($p \leq 0,05$) v případě, jsou-li písmena stejná.

Graf 2. Laboratorní klíčivost semen - průměr všech opakování



Zdroj: vlastní zpracování (Výstup z programu STATISTICA), seznam variant (1 – neošetřená kontrola, 2 – voda, 3 – sacharóza, 4 – Agrovital, 5 – Cruiser, 6 – tymián, 7 – eleuterokok, 8 – hořčice, 9 – pelyněk, 10 – routa, 11 – vratič, 12 – kopřiva, 13 – paprika, 14 – bazalka)

Z uvedených výsledků zkoušky laboratorní klíčivosti semen (tabulka 10, graf 2) je zřejmé, že se statisticky významně projevily rozdíly mezi variantami Agrovitalu a tymiánu v porovnání s variantou ošetřenou přípravkem Cruiser. Tyto dvě varianty vykazovaly vyšší hodnoty laboratorní klíčivosti, než varianta ošetřená přípravkem Cruiser. Ostatní varianty moření vykazovaly nižší laboratorní klíčivost, než varianta Cruiser.

Laboratorní klíčivost osiva ošetřeného přípravkem Cruiser dosahovala průměrně 87,50 %. Osivo namořené Agrovitalem mělo o 5,5 % (93,00 %) vyšší klíčivost, než výše zmíněná varianta moření Cruiserem. Druhou nejvyšší klíčivost zaznamenala varianta namořena tymiánem, která vykazovala o 1,75 % (89,25 %) vyšší laboratorní klíčivost, než Cruiser. Z grafu č. 2 je zřejmé, že velmi dobrých výsledků dosáhly varianty mořené vodou, sacharózou a routou, kdy jejich hodnoty laboratorní klíčivosti dosahovaly 85,25 – 86,00 % laboratorní klíčivost semen máku, a měly tak o trochu nižší klíčivost než varianta mořená Cruiserem. Další varianty ošetřené paprikou, hořčicí, kopřivou, pelyňkem, bazalkou a neošetřená kontrola měly vyrovnanou laboratorní klíčivost semen pohybující se od 81,25 % do 83,75 % a rozdíly nejsou statisticky významné. Neošetřená varianta (varianta č. 1) dosahovala 81,25 % klíčivosti semen máku. Z výsledků je patrné, že osivo máku namořené eleuterokokem a vratičem mělo klíčivost pod 80 %, tudíž by nesplňovalo základní předpoklad pro uznání jako osivo. Eleuterokok měl 79,25 % klíčivost a osivo ošetřené pelyňkem dosahovalo pouze 79,00 % a dosahovalo tak nejnižší průměrné klíčivosti semen ze všech zkoumaných variant.

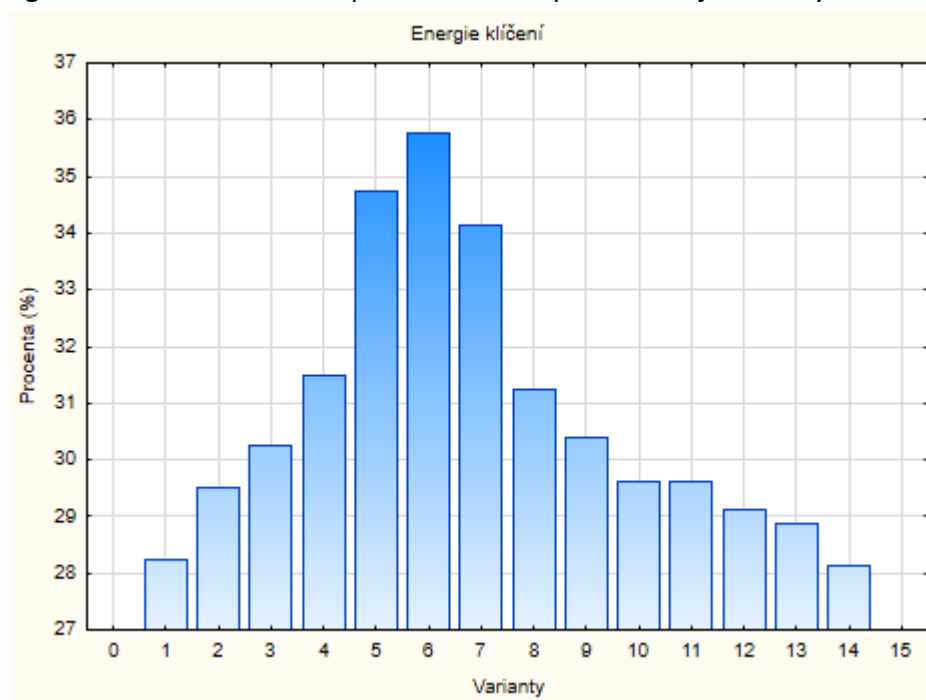
5.1.2 Energie klíčení semen

Tab. 12: Energie klíčení semen - průměr 16 opakování každé varianty

Sledovaný parametr		Energie klíčení	Rel. % přípravku Cruiser	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)
1	Neošetřená kontrola	28,25	81,3	a
2	Voda	29,50	84,9	a
3	Sacharóza	30,25	87,1	a
4	Agrovital	31,50	90,6	a
5	Cruiser	34,75	100,0	a
6	Tymián	35,75	102,9	a
7	Eleuterokok	34,13	98,2	a
8	Hořčice	31,25	89,9	a
9	Pelyněk	30,38	87,4	a
10	Routa	29,63	85,3	a
11	Vratič	29,63	85,3	a
12	Kopřiva	29,13	83,8	a
13	Paprika	28,88	83,1	a
14	Bazalka	28,13	80,9	a

Následné testování (Tuckeyův HSD test) - a - písmeno u energie klíčení - mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl ($p \leq 0,05$) v případě, jsou-li písmena stejná.

Graf 3. Energie klíčení semen máku - průměr všech opakování v jednotlivých dnech



Zdroj: vlastní zpracování (Výstup z programu STATISTICA), seznam variant (1 – neošetřená kontrola, 2 – voda, 3 – sacharóza, 4 – Agrovital, 5 – Cruiser, 6 – tymián, 7 – eleuterokok, 8 – hořčice, 9 – pelyněk, 10 – ruta, 11 – vratič, 12 – kopřiva, 13 – paprika, 14 – bazalka)

Z grafu č. 3 a tabulky č. 11 zobrazujícího energii klíčení semen je patrné, že nejlepšího výsledku bylo dosaženo u osiva namořeného tymiánem. Ostatní namořené preparáty dosahovaly nižších hodnot energie klíčení, než kontrolní varianta Cruiser.

Varianta ošetřená přípravkem Cruiser dosahovala 34,75 % energie klíčení. O 1,00 % (35,75 %) vyšší energie klíčení bylo zaznamenáno u preparátu mořeném tymiánem. Ostatní namořené osivo dosahovalo nižších hodnot energie klíčení, než varianta mořená Cruisrem. Hned po Cruiseru následovala varianta ošetřena eleuterokokem, která zaznamenala 34,13 % energie klíčení. Další preparáty (Agrovital, hořčice, pelyněk, sacharóza, ruta, vratič, voda, kopřiva, paprika a neošetřená kontrola) měly velmi vyrovnané energie klíčení a jejich hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 28,25 % – 31,50 %. Z grafu je zřejmé, že nejnižší hodnoty dosáhla varianta ošetřena extraktem z bazalky, která vykazovala 28,13 % energii klíčení semen máku setého. Celkově však rozdíly všech variant nejsou z hlediska statistiky významné.

5.2 Polní pokus

U polního experimentu jsme se zabývali sledováním polní vzcházivosti rostlin k určitému datumu (cca měsíc po založení porostu), počtem rostlin před sklizní, počtem makovic před sklizní, hmotností tisíce semen a výnosem makového semene. Osivo máku bylo namořeno látkami, které jsou uvedeny v tabulce č. 10. V tabulce č. 12 jsou také uvedeny data zobrazující, zda byly jednotlivé varianty od sebe průkazné či nikoliv. Rozdíly byly zjištěny pomocí testu minimální průkazné difference s Tukeyovým – HSD testem na hladině významnosti $P \leq 0,05$.

Tab. 13: Použité látky a zkoumané ukazatele u máku setého

Sledovaný parametr		Vzejití po 30 dnech (%)	Počet rostlin před sklizní (ks/m ²)	Počet makovic před sklizní (ks/m ²)	Výnos (kg/ha)	HTS (g)
1	Cruiser	5,00	48,00	69,00	130,72	0,41
2	Neošetřená kontrola	3,75	34,00	90,00	102,60	0,39
3	Tymián	5,00	49,00	90,00	92,05	0,40
4	Eleuterokok	5,00	52,00	106,00	88,48	0,39
5	Hořčice	2,50	67,00	118,00	126,25	0,41
6	Pelyněk	0,00	31,00	70,00	50,33	0,39
7	Routa	2,50	32,00	107,00	68,00	0,39
8	Vratič	7,50	39,00	119,00	120,98	0,40
9	Kopřiva	0,00	39,00	86,00	86,88	0,40
10	Paprika	10,00	43,00	99,00	122,33	0,40
11	Bazalka	10,00	56,00	117,00	134,85	0,38
HSD*		10,783	43,922	49,146	41,045	0,0255

*minimální průkazné difference

Zdroj: vlastní zpracování (Výstup z programu STATISTICA)

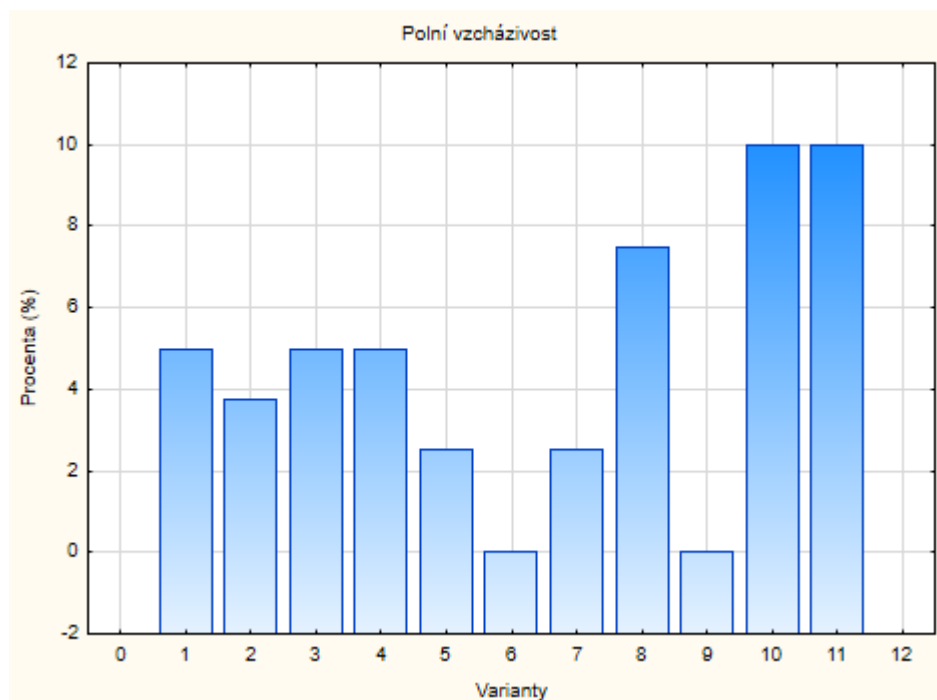
5.2.1 Polní vzcházivost rostlin

Tab. 14: Polní vzcházivost rostlin - průměr šesti měření každé varianty

Sledovaný parametr		Vzejití po 30 dnech (%)	Rel. % přípravku Cruiser	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)
1	Cruiser	5,00	100,0	a
2	Neošetřená kontrola	3,75	75,0	a
3	Tymián	5,00	100,0	a
4	Eleuterokok	5,00	100,0	a
5	Hořčice	2,50	50,0	a
6	Pelyněk	0,00	0,0	a
7	Routa	2,50	50,0	a
8	Vratič	7,50	150,0	a
9	Kopřiva	0,00	0,0	a
10	Paprika	10,00	200,0	a
11	Bazalka	10,00	200,0	a

Následné testování (Tuckeyův HSD test) - a - písmeno u polní vzcházivosti rostlin - mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl ($p \leq 0,05$) v případě, jsou-li písmena stejná.

Graf 4. Polní vzcházivost k 7. 5. 2019



Zdroj: vlastní zpracování (Výstup z programu STATISTICA), seznam variant (1 – Cruiser, 2 – neošetřená kontrola, 3 – tymián, 4 – eleuterokok, 5 – hořčice, 6 – pelyněk, 7 – routa, 8 – vratič, 9 – kopřiva, 10 – paprika, 11 – bazalka)

Z výsledků polní vzcházivosti rostlin je zřejmé, že se mezi variantami neprokázal žádný statisticky průkazný rozdíl.

Z uvedených výsledků je zřejmé, že nejvyšších hodnot vzcházivosti rostlin dosahovaly 2 varianty - vratič a bazalka. Obě varianty měly shodně 10,0 % polní vzcházivost rostlin máku k 7. 5. 2019. Osivo mořené vratičem vykazovalo 7,50 % vzešlých rostlin. Další varianty včetně kontrolní varianty Cruiser, tymián a eleuterokok dosáhly shodných výsledků a to 5,00 % vzešlých rostlin máku setého. Vzcházivost osiva, které nebylo ošetřeno žádným přípravkem, byla 3,75 %. Hořčice a ruta dosáhli poloviční (2,50 %) vzcházivosti rostlin v porovnání s kontrolní variantou. Osivo máku, které bylo mořeno roztokem pelyňku a kopřivy nevykazovaly žádné vzešlé rostliny (0,0 %) k datu měření maloparcelkového pokusu.

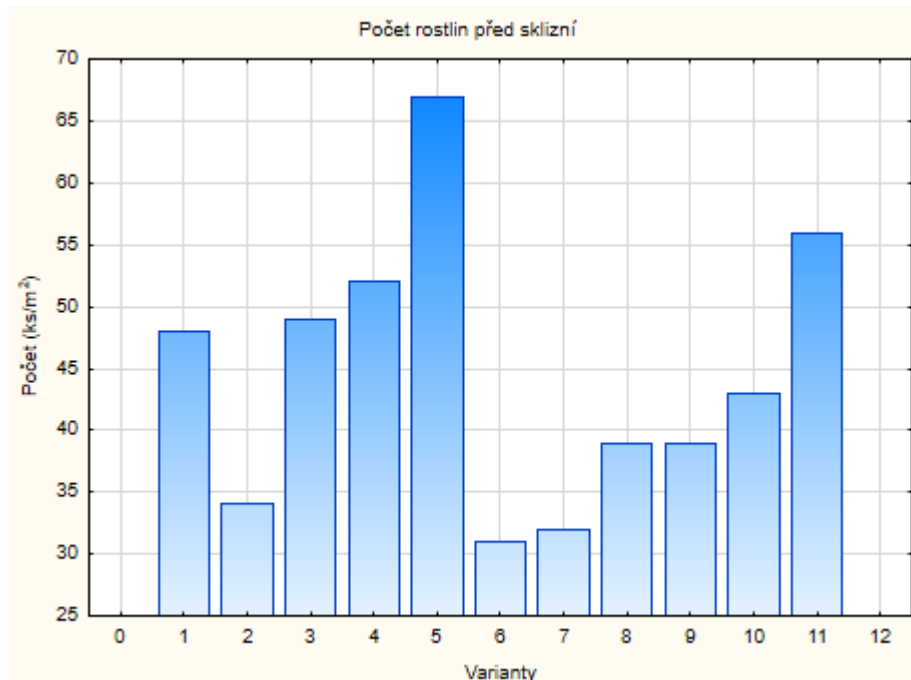
5.2.2 Počet rostlin před sklizní

Tab. 15: Počet rostlin před sklizní - průměr šesti měření každé varianty

Sledovaný parametr		Počet rostlin před sklizní (ks/m ²)	Rel. % přípravku Cruiser	p ≤ 0,05 (Tuckeyův HSD test)
1	Cruiser	48,00	100,0	a
2	Neošetřená kontrola	34,00	70,8	a
3	Tymián	49,00	102,1	a
4	Eleuterokok	52,00	108,3	a
5	Hořčice	67,00	139,6	a
6	Pelyněk	31,00	64,6	a
7	Routa	32,00	66,7	a
8	Vratič	39,00	81,3	a
9	Kopřiva	39,00	81,3	a
10	Paprika	43,00	89,6	a
11	Bazalka	56,00	116,7	a

Následné testování (Tuckeyův HSD test) – a, b, c, d, e - písmeno u počtu rostlin před sklizní - mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl ($p \leq 0,05$) v případě, jsou-li písmena stejná.

Graf 5. Průměrný počet rostlin před sklizní



Zdroj: vlastní zpracování (Výstup z programu STATISTICA), seznam variant (1 – Cruiser, 2 – neošetřená kontrola, 3 – tymián, 4 – eleuterokok, 5 – hořčice, 6 – pelyněk, 7 – routa, 8 – vratič, 9 – kopřiva, 10 – paprika, 11 – bazalka)

Ze zpracovaných dat v tabulce č. 15 a grafu 5 je patrné, že mezi jednotlivými variantami není statisticky průkazný rozdíl.

Nejvyššího počtu rostlin na jednotku plochy z uvedených variant měla hořčice, která zaznamenala přesně o 19 rostlin (67,00) vyšší hodnoty než kontrola Cruiser. Preparáty vykazující vyšší počet rostlin před sklizní na m², než přípravek Cruiser, byla bazalka (56 rostlin), eleuterokok (52 rostlin) a tymián (49 rostlin). U varianty Cruiser bylo naměřeno 48 rostlin na m². Osivo namořené vratičem a kopřivou vykazalo shodně 39 rostlin před sklizní. Neošetřená kontrola měla o 15 rostlin méně (34 rostlin) než varianta mořená přípravkem Cruiser. Při pokusu bylo zjištěno neuspokojivých hodnot u preparátů mořených routou (32 rostlin na m²) a pelyňku (31 rostlin na m²), a tudíž měly nejnižší efekt na počet rostlin před sklizní. Celkově však byl maloparcelkový pokus velmi silně poškozen v průběhu celé vegetace jak abiotickými stresory, tak výskytem chorob a škůdců a parametry porostů před sklizní jsou proti obvyklým porostům máku o mnoho horší, což se plně projevilo i ve výnosu (kapitola 5.2.5.).

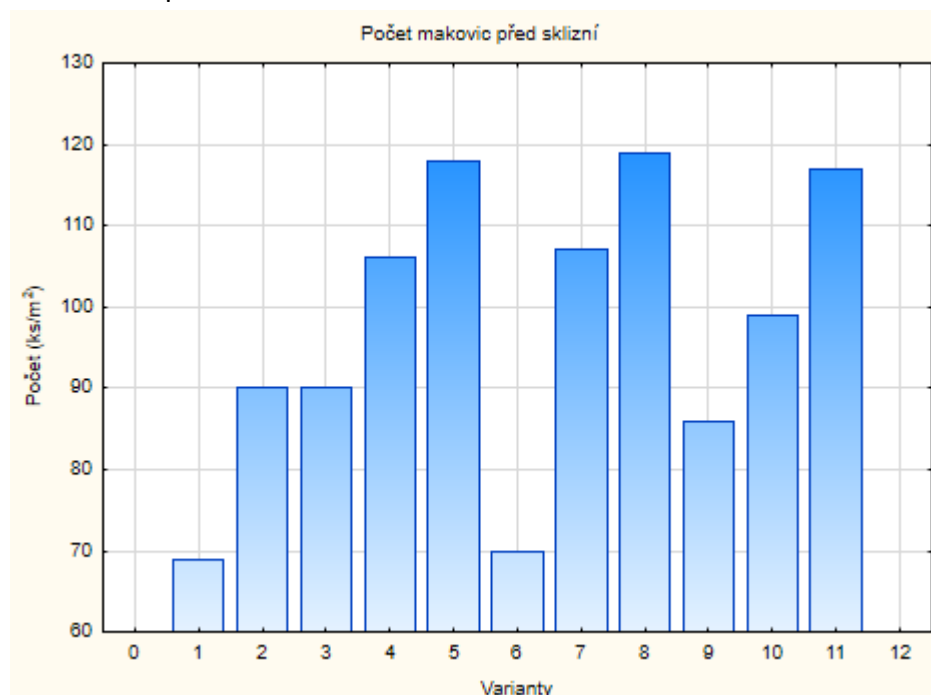
5.2.3 Počet makovic před sklizní

Tab. 16: Počet makovic před sklizní - průměr šesti pozorování každé varianty

Sledovaný parametr		Počet makovic před sklizní (ks/m ²)	Rel. % varianty Cruiser	p ≤ 0,05 (Tuckeyův HSD test)
1	Cruiser	69,00	100,0	b
2	Neošetřená kontrola	90,00	130,4	ab
3	Tymián	90,00	130,4	ab
4	Eleuterokok	106,00	153,6	ab
5	Hořčice	118,00	171,0	ab
6	Pelyněk	70,00	101,4	ab
7	Routa	107,00	155,1	ab
8	Vratič	119,00	172,5	a
9	Kopřiva	86,00	124,6	ab
10	Paprika	99,00	143,5	ab
11	Bazalka	117,00	169,6	a

Následné testování (Tuckeyův HSD test) – a, b - písmeno u počtu makovic před sklizní - mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl ($p \leq 0,05$) v případě, jsou-li písmena stejná.

Graf 6. Počet makovic před sklizní



Zdroj: vlastní zpracování (Výstup z programu STATISTICA), seznam variant (1 – Cruiser, 2 – neošetřená kontrola, 3 – tymián, 4 – eleuterokok, 5 – hořčice, 6 – pelyněk, 7 – routa, 8 – vratič, 9 – kopřiva, 10 – paprika, 11 – bazalka)

Jak vyplývá z tabulky č. 16 a grafu č. 6, počet makovic před sklizní byl výrazně ovlivněn aplikací přírodních látek na osivo máku. Sledovaná varianta Cruiser prokázala statisticky významný rozdíl ve výsledcích proti ostatním variantám polního pokusu.

Z polního pokusu je zřejmé, že všechny varianty ošetřené přírodními látkami vykazovaly vyšší počet makovic na m² než varianta Cruiser. Nejvyššího počtu makovic před sklizní bylo zaznamenáno u osiva ošetřeného vratičem, které mělo 119,00 tobolek na m². Velmi podobných hodnot dosáhla varianta hořčice se 118,00 tobočkami na m² a osivo ošetřené bazalkou se 177,00 makovicemi na m². Trochu nižší počty byly sledovány u variant ošetřených routou 107,00 makovic a eleuterokokem 106,00 makovic před sklizní. Další zkoumané varianty měly hodnoty pod hranicí 100 tobolek. Mezi tyto varianty řadíme papriku s 99,00 tobočkami, neošetřenou kontrolu s 90,00 tobočkami, tymián s 90,00 tobočkami, kopřivu s 86 tobočkami a pelyněk se 70 tobočkami na m² před sklizní porostu. Nejnižší naměřené hodnoty byly u kontrolní varianty Cruiser, která vykázala jenom 69,00 makovic na m² před sklizní. Je však nutné poznamenat, že makovice varianty ošetřené Cruiserem byly viditelně větší, než u většiny ostatních variant, což se v konečném důsledku projevilo i ve výnosu semen.

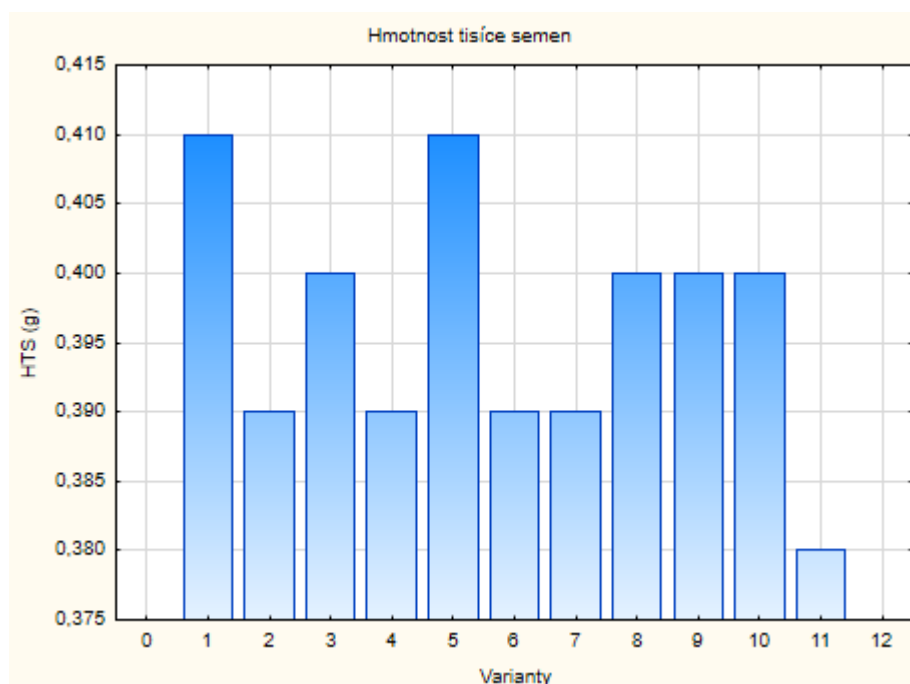
5.2.4 Hmotnost tisíce semen

Tab. 17: Hmotnost tisíce semen (HTS) - průměr šesti měření každé varianty

Sledovaný parametr		Hmotnost tisíce semen (g)	Rel. %	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)
1	Cruiser	0,41	100,0	a
2	Neošetřená kontrola	0,39	95,1	ab
3	Tymián	0,40	97,6	ab
4	Eleuterokok	0,39	95,1	ab
5	Hořčice	0,41	100,0	a
6	Pelyněk	0,39	95,1	ab
7	Routa	0,39	95,1	ab
8	Vratič	0,40	97,6	ab
9	Kopřiva	0,40	97,6	ab
10	Paprika	0,40	97,6	ab
11	Bazalka	0,38	92,7	b

Následné testování (Tuckeyův HSD test) – a, b - písmeno u hmotnosti tisíce semen - mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl ($p \leq 0,05$) v případě, jsou-li písmena stejná.

Graf 7. Hmotnost tisíce semen



Zdroj: vlastní zpracování (Výstup z programu STATISTICA), seznam variant (1 – Cruiser, 2 – neošetřená kontrola, 3 – tymián, 4 – eleuterokok, 5 – hořčice, 6 – pelyněk, 7 – routa, 8 – vratič, 9 – kopřiva, 10 – paprika, 11 – bazalka)

Při zpracování dat hmotnosti tisíce semen máku (tabulka č. 17 a graf č. 7.) jsme zjistili, že přípravek Cruiser nevykazuje statisticky průkazný rozdíl s variantou ošetřenou hořčicí. Ostatní varianty ošetřeny přírodními látkami vykazují statistický průkazný rozdíl v porovnání s variantou Cruiser.

Nejvyšší hmotnosti tisíce semen bylo dosaženo u dvou variant a to u varianty Cruiser, která činila 0,41 g a totožnou hmotnost semen dosáhla varianta mořena hořčicí. Další varianty se lišily v hmotnosti jen minimálně. Varianta ošetřena tymiánem, vratičem, kopřivou a paprikou dosahovala shodně 0,40 g HTS. Další čtyři varianty (neošetřená kontrola, eleuterokok, pelyněk a ruta) měly také stejné hodnoty HTS - 0,39 g. Nejnižší zaznamenanou hmotnost tisíce semen byla u varianty bazalky, která činila 0,38 g.

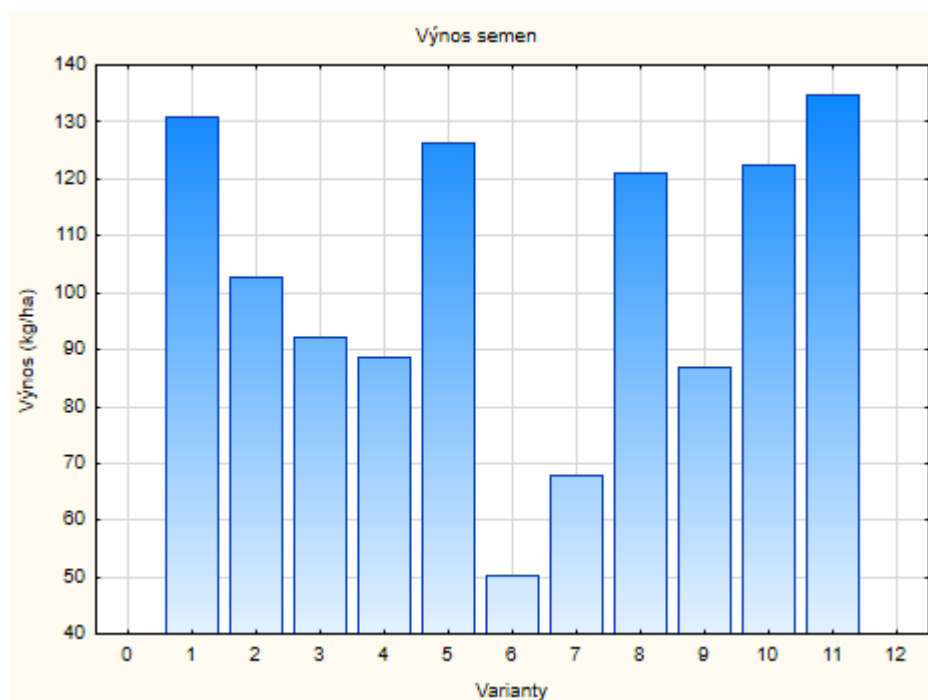
5.2.5 Výnos semen

Tab. 18: Výnos semen - průměr tří opakování každé varianty

Sledovaný parametr		Výnos (kg/ha)	Rel. %	$p \leq 0,05$ (Tuckeyův HSD test)
1	Cruiser	130,72	100,0	ab
2	Neošetřená kontrola	102,60	78,5	abcd
3	Tymián	92,05	70,4	bcd
4	Eleuterokok	88,48	67,7	cde
5	Hořčice	126,25	96,6	abc
6	Pelyněk	50,33	38,5	e
7	Routa	68,00	52,0	de
8	Vratič	120,98	92,5	abc
9	Kopřiva	86,88	66,5	cde
10	Paprika	122,33	93,6	abc
11	Bazalka	134,85	103,2	a

Následné testování (Tuckeyův HSD test) – a, b, c, d - písmeno u výnosu semen - mezi variantami není statisticky průkazný rozdíl ($p \leq 0,05$) v případě, jsou-li písmena stejná.

Graf 8. Výnos semen



Zdroj: vlastní zpracování (Výstup z programu STATISTICA), seznam variant (1 – Cruiser, 2 – neošetřená kontrola, 3 – tymián, 4 – eleuterokok, 5 – hořčice, 6 – pelyněk, 7 – routa, 8 – vratič, 9 – kopřiva, 10 – paprika, 11 – bazalka)

Z výsledků polního pokusu je zřejmé, že na výnos semen máku setého mezi variantou Cruiser a ostatními variantami ošetřenými přírodními látkami jsou statisticky průkazné rozdíly (tabulka č. 18 a graf č. 8).

Nejlepšího výnosu semen máku setého dosáhla varianta namořena výluhem z bazalky, která dosahovala 134,85 kg/ha, což byla nejvyšší hodnota z polního maloparcelkového pokusu. Hned za výluhem z bazalky se umístila varianta Cruiser, která dosáhla výnos 130,72 kg/ha semen. Z grafu č. 8 je zřejmé, že varianta mořena extraktem z hořčice poskytla výnos 126,25 kg/ha. Následovaly varianty ošetřeny paprikou se 122,33 kg/ha, vratič se 120,98 kg/ha, neošetřená kontrola se 102,60 kg/ha, tymián s 92,05 kg/ha, eleuterokok s 88,48 kg/ha, kopřiva s 86,88 kg/ha a ruta s 68,00 kg/ha. Nejnižší výnos ze všech zkoumaných látek byl pozorován u osiva ošetřeného pelyňkem. Pelyněk zaznamenal výnos semen pouhých 50,33 kg z hektaru.

6 Diskuze

Mák setý je olejnina, která nemá velké nároky na vodu. Pro vyklíčení je potřeba okolo 90 % vody z hmotnosti suchého semene, což v jarním období nebývá problémem. Výjimkou byl rok 2019, kdy v období setí a vzcházení panovaly nepříznivé podmínky. Při zakládání polního pokusu v jarním období byly teploty vzduchu nezvykle vysoké a srážky téměř nulové, což zmiňuje např. Štranc a kol. 2019, a proto byl problém se vzcházením porostu. I přes nepříznivé podmínky jsme se věnovali polnímu pokusu, kdy semena máku byla namořena biologickými přípravky, které mají ochránit rostliny před houbovými patogeny a škůdci. Moření je nejúčinnější způsob, jak zajistit zdravý porost nejen této plodiny, což zmiňuje také Procházka a kol. 2017. Proto jsem se zabýval jednoletým pokusem, pro který byla použita odrůda Onyx. Tato práce byla zaměřena na ošetření osiva máku extrakty (výluhy) z hořčice, eleuterokoku, bazalky, pelyňku, routy, vratiče, papriky, kopřivy, tymiánu, Agrovitalu a Cruiseru. Při výzkumu byly sledovány tyto parametry pokusu: vzcháživost rostlin, počet rostlin před sklizní, počet makovic před sklizní, hmotnost tisíce semen, výnos semen a olejnatost semen. V laboratorních podmínkách byly použity totožné látky jako u polního pokusu a ještě navíc jsme použili roztok sacharózy, vodu a neošetřenou (nemořenou) kontrolu. Při výzkumu v laboratorních podmínkách jsme zjišťovali klíčivost a energii klíčení semen.

V pěstitelské praxi je moření osiva nedílnou součástí ochrany osiva proti škodlivým činitelům (škůdci a houbové choroby). Jednou z možností je využití přírodních extraktů (výluhů) k ochraně osiva, které má pozitivní vliv na vzcháživost a vitalitu osiva, počáteční růst a následně i na výnos (Procházka a kol. 2013).

6.1 Laboratorní podmínky

U laboratorní klíčivosti semen máku prokázaly dvě varianty (Agrovital a tymián) ošetřené přírodními látkami vyšší klíčivost, než kontrolní varianta Cruiser. Ostatní zkoumané varianty dosahovaly nižší klíčivosti semen v porovnání s chemickým přípravkem Cruiser. Pokud bychom porovnali varianty mořené přírodními výluhy z bazalky, pelyňku, kopřivy, hořčice, papriky, routy, sacharózy, vody, Cruiseru, tymiánu a Agrovitalu, tak jsme u nich zaznamenali vyšší klíčivost, než u neošetřené kontrolní varianty. Obdobný pokus prováděl také Pšenička a Hosnedl (2007), kteří zkoumali nechemické ošetření osiva jarního máku. Zjistili jsme, že nechemické ošetření (přírodní látky) osiva má vyšší klíčivost, než nemořená kontrola. Z toho vyplývá, že námi vybrané látky potvrzují pozitivní účinky na klíčivost semen máku.

Dále byla v laboratorním prostředí zkoumána energie klíčení, což je dle metodiky ÚKZÚZ (2017) laboratorní klíčivost v 5. dni zkoušky klíčivosti. V našem výzkumu biologické látky vykazovaly energii klíčení rostlin od 28,13 % do 35,75 %. Ve výzkumu se potvrdilo, že energie klíčení byla nejvyšší u varianty ošetřené výluhem z tymiánu. Honsová a Cihlář (2017)

prováděli výzkum na klíčivost a vitalitu semen při dostatečné vláze a za použití nejvitalnějšího osiva. Jejich výzkum se zabýval porovnáváním vzorků osiva ve stresových podmínkách. Mezi porovnávanými vzorky osiva máku byly zjištěny menší rozdíly v klíčivosti, ale větší rozdíly při vzcházení ve stresových podmínkách. Vysoká vitalita osiva se kladně odrazila na výnosu semen. Z výsledků je patrné, že energie klíčení zkoumaná Honsovou a Cihlářem (2017) dosahovala vyšších hodnot, než námi provedený pokus.

6.2 Maloparcelkový polní pokus

U polního pokusu zkoumající vzcházivost rostlin bylo zjištěno, že nejvyšší procento vzcházivosti bylo sledováno u variant mořených výluhem z bazalky a papriky. Ještě stojí za zmínku, že výluh z vratiče, bazalky a papriky vykazovaly vyšší vzcházivost, než kontrolní přípravek Cruiser. Naopak nejhůře vzcházel osivo máku namořené pelyňkem a kopřivou. U tohoto osiva nebyly patrné žádné vzcházející rostliny k datu prvního měření. Honsová a Cihlář (2017) také vyhodnocovali vzešlé rostliny na m^2 a jejich výsledky měření dosáhly v průměru 79,2 rostlin na m^2 před sklizní. U těchto autorů není zmíněno datum, kdy proběhlo měření. Pokud bychom to porovnali s jejich zjištěnými výsledky, tak náš výzkum zaznamenal nižší vzcházivost rostlin. Ale musíme zde zmínit, že náš výzkum zkoumal dynamiku vzcházení po 30 dnech od výsevu a Honsová a Cihlář zkoumali vzešlé rostliny před sklizní, a proto dosáhli vyšších hodnot. Další vysvětlení proč dosáhli vyššího vzejití osiva je, že v roce 2017 panovaly v polních pokusech příznivé povětrnostní podmínky s dostatkem vláhy v době vzcházení máku, což zmiňuje Štranc a kol. 2017.

Z výsledků měření počtu rostlin před sklizní je zřejmé, že varianta mořená výluhem z hořčice dosáhla nejvyššího počtu rostlin na m^2 (67,00). Nejnižší zaznamenaný počet 31,00 rostlin představovala varianta máku mořena pelyňkem. Pokus provedený Honsovou a Cihlářem (2017) zkoumal produktivitu porostu máku a průměrný počet rostlin 63,6 před sklizní dosahoval nepatrně nižšího počtu, než námi nejlépe sledovaná varianta ošetřena výluhem z hořčice.

Při zpracování dat počtu makovic před sklizní bylo zjištěno, že osivo ošetřené vratičem dosáhlo nejvíce tobolek na m^2 a nejméně tobolek bylo sledováno u kontrolní varianty Cruiser. Honsová a Cihlář (2017) počítali také počet makovic před sklizní. Jejich výzkum vykazoval průměrně 104,5 makovic na m^2 . Pokud bychom s tímto průměrem porovnali našich pět nejlepších variant (vratič, hořčice, bazalka, ruta a eleuterokok), tak jsme dosáhli vyššího počtu makovic na plochu a zbylé varianty vykazovaly o trochu nižší počet tobolek než výzkum provedený Honsovou a Cihlářem (2017).

Z uvedených výsledků HTS je zřejmé, že všechny extrakty měly velmi podobné hmotnosti semen, ale nejvyšší hmotnosti semen dosáhlo osivo máku namořené hořčicí a kontrolou Cruiser. Z ekologického pokusu Kuchtové a Dvořáka (2013) vyplývá, že jejich

naměřené hodnoty jsou shodné s našimi naměřenými hodnotami HTS. Jejich výzkum se také zabýval, jaký má vliv ošetření osiva na hmotnost tisíce semen a k moření byly využity přípravky Gliorex a Polyversum. V průběhu vegetace byla stanovena míra napadení makovic chorobami a škůdci. Bylo zjištěno, že ošetření osiva pozitivně ovlivňuje výnos a limituje napadení rostlin houbovými chorobami.

V konvenčním zemědělství hmotnost tisíce semen dosahuje až 0,55 g. V našem výzkumu jsme zaznamenali v průměru 0,40 g, což je nižší hmotnost, než v konvenčním zemědělství. Jednou z příčin nižší hmotnosti semen může být nedostatek vláhy, který negativně ovlivnil celý průběh vegetace a zejména období, kdy se tvoří semena v makovici - HTS.

Při hodnocení výnosu semen bylo dosaženo nejvyšší hmotnosti u varianty ošetřené bazalkou. O trochu nižší výnos měla kontrolní varianta Cruiser. Nejnižší výnos makového semene byl zaznamenán u varianty ošetřené pelyňkem. Kuchtová a Dvořák (2013) prováděli pokus v ekologickém režimu a jejich výnos činil 0,59 kg/ha. Naše výsledky vykazovaly nižší výnosy v porovnání s polním pokusem Kuchtové a Dvořáka. Za nízký výnos makového semene mohl především průběh nepříznivého počasí, které panovalo při založení porostu i v průběhu roku 2019, kdy byl pokus prováděn. Dalším faktorem, který mohl ovlivnit výnos pokusu Dvořáka, a Kuchtové bylo, že ošetřili osivo před setím a ještě 2x v průběhu vegetace, což mohlo mít vliv na vyšší výnos. Také častější ochrana ekologickými (biologickými) přípravky mohla zvýšit výnos, protože limitovala napadení rostlin houbovými chorobami v průběhu vegetace. Zároveň biologické přípravky snižují zátěž pro rostliny po jejich aplikaci, což tvrdí například Řehoř a kol. 2020, když rostliny chmelu mají po aplikaci biologických přípravků vyšší relativní obsah chlorofylu v listech, než po použití konvenčních chemických přípravků.

Je zřejmé, že jednoleté maloparcelkové pokusy nemohou být vykládány jednoznačně. Možné využití těchto biologických extraktů s cílem snížit vliv tlaku škodlivých organismů na vzcházející rostliny a zároveň dosáhnout co nejvyššího výnosu. Tento výzkum se může stát vodítkem pro další zkoušení účinnosti zmíněných přípravků (variant) a jejich využití v zemědělské praxi. Z tohoto důvodu doporučuji i nadále pracovat na výzkumu využití přírodních látek při ošetření osiva máku, protože počasí je každý rok jiné a zásadně ovlivňuje výsledky výzkumu. Do budoucna je důležité, aby se tento výzkum zaměřil na maloparcelkové a poloproduční polní pokusy, protože výsledky z řízených laboratorních podmínek nejsou ovlivněné počasím.

Biologické preparáty na ochranu rostlin před škůdci a houbovými patogeny mohou najít uplatnění v oblasti zemědělství, lesnictví a také v oblasti životního prostředí. V porovnání s konvenčním zemědělstvím je však ekologických preparátů mnohonásobně méně. Ale i ekologických látek je nutné rozlišovat, jde-li o vstupy, které nejsou vůbec toxické (pro rostliny, živočichy, půdu, člověka a životní prostředí), částečně toxické pro jednu nebo

více skupin organismů uvedených výše, nebo velmi toxické látky (nepřijatelné k jakémukoliv způsobu hospodaření) (Venzon et al. 2013). Dalším důležitým faktorem jsou parametry pro povolování určité látky v ekologickém zemědělství. Schvalovací procesy jsou zdlouhavé a nejsou shodné v rámci světa, Evropské unie, ale i mezi členskými státy. Pesticidní látky, které jsou schváleny Evropským parlamentem a Radou musejí být dále schváleny jednotlivými členskými zeměmi (Bignal and McCracken 1996). Nakonec je důležité říci, že v ekologickém zemědělství jsou jak zakázané látky, tak povolené látky. Často jde však o látky pomocné, které nijak neovlivňují výnos (Titi 1992).

7 Vědecké hypotézy

7.1 Hypotéza 1

Využití vybraných přírodních látek s insekticidním účinkem má vliv na vitalitu osiva máku.

Vliv přírodních látek na laboratorní klíčivost semen je dle statistických výsledků pozitivní. Většina zkoumaných látek vykazovala podobné výsledky jako kontrola (Cruiser). Statisticky významné rozdíly se projevily především mezi variantami Agrovitalu a tymiánu v porovnání s kontrolní variantou. Při zkoumání energie klíčení nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi variantami. Jediná varianta ošetřena tymiánovým extraktem vykazovala vyšší hodnotu energie klíčení než kontrolní varianta. Z výše uvedeného hodnocení lze tuto hypotézu přijmout.

7.2 Hypotéza 2

Využití přírodních látek s insekticidním účinkem má vliv na produkční schopnost porostu máku a jeho výnos.

Při hodnocení produkční schopnosti porostu máku a výnosu nedocházelo k statisticky průkazným výsledkům pouze u polní vzcházivosti rostlin a počtu rostlin před sklizní. Další produkční schopnosti – počet makovic před sklizní, hmotnost tisíce semen a výnos semen vykazovaly statisticky průkazné rozdíly. Převážně výluhy z bazalky a hořčice vykazovaly velmi dobré hodnoty ve všech sledovaných parametrech maloparcelkového pokusu. Z výše uvedeného hodnocení lze tuto hypotézu přijmout.

Lze tedy konstatovat, že moření přírodními látkami má pozitivní vliv na vitalitu osiva a produkční schopnosti máku. Může to být alternativní cesta jak do budoucna chránit osivo před škodlivými činiteli.

8 Závěr

Získané hodnoty z laboratorního a maloparcelkového jednoletého pokusu ukazují následující poznatky:

Součástí laboratorního pokusu bylo porovnat vliv přírodních látek při ošetření osiva máku setého odrůdy Onyx. Zvolenými přírodními látkami byl Agrovital, voda, tymián, cukr, routa, paprika, nemořená kontrola, kopřiva, hořčice, eleuterokok, pelyněk a vratič. Jako kontrolní varianta byl zvolen chemický přípravek Cruiser. U těchto preparátů byla sledována klíčivost a energie klíčení semen.

Klíčivost semen u všech variant přesáhla 80% hranici pro uznání osiva, až na osivo ošetřené výluhy z eleuterokoku a vratiče. Tyto dvě látky vykazovaly nižší klíčivost, a tudíž by nesplňovaly základní předpoklad pro uznání jako osivo. Osiva obsahující Agrovital a tymián dosáhly nejlepších výsledků a překonaly tak i kontrolní variantu. Druhým sledovaným prvkem byla energie klíčení. U všech sledovaných variant byla nejvyšší energie klíčení semen zaznamenána již třetí den pozorování. Z výzkumu je patrné, že nejlepšího výsledku energie klíčení semen bylo dosaženo u varianty ošetřené tymiánem, který bych doporučil k moření osiva máku setého.

Součástí maloparcelkového polního pokusu bylo taktéž pozorovat jaký má vliv přírodně ošetřené osivo máku na polní vzcháživost, počet rostlin před sklizní, počet makovic před sklizní, hmotnost tisíce semen a výnos semen. U tohoto výzkumu byly zvoleny tyto přírodní látky: hořčice, eleuterokok, bazalka, pelyněk, routa, vratič, paprika, kopřiva a tymián. Kontrolní variantou byl zvolen chemický přípravek Cruiser a pro zajímavost bylo do pokusu zařazeno neošetřené osivo máku setého.

Polní vzcháživost k 7. 5. 2019 byla velmi nízká a za následek to můžeme přičíst velmi suchému období při vzcházení rostlin. Dalším negativním faktorem, který mohl ovlivnit vzcháživost, byl pozdnější výsev a neprovedení válení ihned po zasetí osiva. I přes nepříznivé podmínky nejlepšího výsledku dosáhlo osivo namořené výluhem z papriky a bazalky. Dalším sledovaným parametrem byl počet rostlin před sklizní, kdy nejlepší výsledek byl zaznamenán u varianty mořené hořčicí. Před sklizní jsme také zaznamenávali počet makovic na m² a u tohoto výzkumu přesáhly hranici 100 makovic hned pět variant (vratič, hořčice, bazalka, routa a eleuterokok). Hmotnost tisíce semen nevykazovala žádné větší odchylky mezi variantami. Můžeme tak říci, že přírodní látky neměly vliv na HTS. Dále byl hodnocen výnos semen. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta mořená bazalkou a překonala tak chemický přípravek Cruiser, který byl zvolen jako kontrola.

Mezi vybranými přírodními látkami zkoumající klíčivost semen je statisticky průkazný rozdíl mezi sledovanými parametry. Naopak u varianty zkoumající energii klíčení nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi sledovanými parametry. Osivo ošetřené přírodními výluhy nevykazovalo žádné negativní vlivy, které by se mohly projevit při pokusu.

Polní pokus zkoumající vzházivost rostlin nezjistil žádný statisticky významný rozdíl mezi variantami. U počtu rostlin před sklizní byl zjištěn statisticky významný rozdíl pouze mezi bazalkou a ostatními zkoumanými variantami. U sledovaných parametrů – počet makovic před sklizní, hmotnost tisíce semen a výnosu semen byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými variantami pokusu. U polního pokusu mělo ošetření osiva pozitivní vliv na růst rostlin, počet makovic, hmotnost tisíce semen a na výnos.

Stále větší legislativní tlak a zákazy používání chemických přípravků na ochranu rostlin nutí zemědělce přemýšlet a používat alternativní varianty, které představují biologické látky. Ze získaných údajů se mohou inspirovat zemědělci. Bylo by dobré pokračovat v dalším ověřování možnosti ochrany rostlin máku setého a dále se zabývat touto problematikou.

8.1 Ekonomické zhodnocení

Jak bylo zmíněno výše, přípravky vykazovaly pozitivní vliv na ošetřené osivo. Nutno však podotknout, že některé vybrané látky představují nákladnější variantu ošetření ve srovnání s kontrolou. Pokud bychom zvolili výsev 2 kg osiva na hektar, tak cena použitého přípravku je uvedena v tabulce č. 18. Cena přípravku Cruiser (kontrola) dosahovala 15,4 Kč/2 kg osiva. Některé přírodní látky naopak dosahují méně nákladné ošetření (tymián, pelyněk, vratič, kopřiva a paprika), než Cruiser. V praxi by záleželo na tom, jaký přípravek bychom pro ošetření osiva zvolili, a podle toho by se odvíjela cena moření.

Tab. 19: Cena použitého přípravku k moření na 2 kg osiva máku setého

Přípravek	Kč přípravku / 2 kg osiva
Tymián	11,48,-
Eleuterokok	22,52,-
Hořčice	30,64,-
Pelyněk	5,2,-
Routa	17,18,-
Vratič	7,66,-
Kopřiva	7,2,-
Paprika	10,8,-
Bazalka	16,98,-
Cruiser	15,4,-
Agrovital	28,9,-

Zdroj: vlastní zpracování

9 Literatura

Agro BASF. 2017. Krytonosec kořenový (*Stenocarus ruficornis*). Praha 8 – Karlín. Available from <https://www.agro.basf.cz/cs/Doporuceni/atlas-chorob-plevelu-a-skudcu/index.html> (accessed January 2020)

Agromanuál. 2020. Agrovital. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ostatni/pripravek/agrovital> (accessed 2020)

Alberts AMP. 2004. Přírodní afrodisiaka. 1. české vydání. Nakladatelství Svojtka & Co. Praha.

Alvarado V, Bradford KJ. 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant, Cell and Environment*. **25(8)**:1061-1969.

Amler P, Brát J, Dvořák R, Kazda J, Soukup J, Zehnálek P, Baranyk P, Dostálová J, Středa, Matejka T, Volf M, Kulas L. 2011. Seznam doporučených odrůd. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Národní odrůdový úřad, Brno.

Andielová P, Vaňousek J, Malý J. 2015. Mák v popředí a jeho výživa dle analýz. In: Vašák J, Cihlár P. 2015. 14 Makový občasník. ČZU v Praze. Praha: TIGRAS. **14**:25-26.

Arouca A, Grassi-Kassisse DM. 2013. *Eleutherococcus senticosus*: studies and effects. *Health*.

Askitopoulou H, Ramoutsaki IA, Konsolaki E. 2000. Analgesia and anesthesia: etymology and literary history of related Greek words. *Anesth Analg*. **91(2)**:486-491.

Bączek K, Przybył JL, Kosakowska O, Węglarz Z. 2017. Accumulation of phenolics in eleuthero (*Eleutherococcus senticosus* (Rupr. Et Maxim.) Maxim.) as affected by plant development. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment*. **16**:89-99.

Bailey BA, O'Neill NR, Jennings JC, Farr DF. 2000. *Dendryphion penicillatum* and *Pleospora papaveracea*, destructive seedborne pathogens and potential mykoherbicides for *Papaver somniferum* L. *Phytopathology*. **90(7)**:691-698

Bailey BA, O'Neill NR, Anderson JD. 2004. Influence of adjuvants on disease development by *Pleospora papaveracea* on opium poppy (*Papaver somniferum*). *Weed science*. **52(3)**:424-432.

Baldwin BJ. 1977. Chemical weed control in oil-seed poppy (*Papaver somniferum*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*. **17(88)**:837-841.

Baranyk P, Balík J, Hájková M, Havel J, Kazda J, Lošák T, Málek B, Markytán P, Plachká E, Richter R, Soukup J, Stražil Z, Šaroun J, Škeřík J, Šmirous P, Štranc P, Volf M, Vrbovský V, Zehnálek P, Zelený V. 2010. Olejníny. Profi Press, Praha. 206.

Bignal E, McCracken D. 1996. The ecological resources of European farmland.

Volf M, Zeman J. 2019. Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice: 36 vyhodnocovací seminář. Hluk: sborník 20. - 21. 11. 2019. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. **36**:3-13.

Baser KHC, Buchbauer G. 2015. Handbook of essential oils: science, technology, and applications. CRC press.

Bechyně M, Kadlec T, Vašák J. 2001. Mák. Praha: Agrospoj: 127.

Bechyně M, Novák J, Vašák J, Zúkalová H. 2010. Biologie máku, požadavky na prostředí, ideotyp, alkaloidy. In: Vašák J. (ed.). Mák. Powerprint, Praha. 33-65.

Bechyně M, Novák J. 1987. Biologie máku a systém jeho produkce. Vysoká škola zemědělská. Praha. 94.

Bechyně M. 1993. Základy pěstování máku. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze. **36**:3-18.

Bernáth J, Németh E. 1998. Physiological-ecological aspects, In Poppy The genus *Papaver*. in Medical and aromatic plants - Svazek 3. Harwood Academic Publishers. 65-91.

Bernáth J, Tetenyi P. 1981. The Effect of Environmental Factors on Growth, Development and Alkaloid Production of Poppy (*Papaver somniferum* L.): II. Interaction of Light and Temperature. Biochemie und Physiologie der Pflanzen. **176(7)**:599-605.

Bittner V. 2020. Poškození polních plodin v roce 2020. Agromanuál. Kurent, s.r.o. České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/poskozeni-polnich-plodin-v-roce-2019> (accessed January 2020)

Bozin B, Mimica-Dukic N, Simin N, Anackov G. 2006. Characterization of the volatile composition of essential oils of some *Lamiaceae* spices and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. J Agric Food Chem. **54(5)**:1822-1828.

Bryan CP, Smith GE. 1930. The PapyrusEbers. London: GeoffreyBles.

Buzzanell P, Dull R, Gray F. 1997. The spice market in the United States- recent developments and prospects. In: Small E. Culinary herbs, NRC Research Press, Ottawa 222.

Carlini CR, Grossi-de-Sá MF. 2002. Plant toxic proteins with insecticidal properties. A review on their potentialities as bioinsecticides. *Toxicon*. **40(11)**:1515-1539.

Celní správa České republiky. 2016. Ohlašovací povinnost pěstitele máku. Generální ředitelství cel Praha. Available from [https://www.celnisprava.cz/cz/clo/spolecne-zemedelske-politiky-a-zvlastnich-kompetenci/Documents/Ohla%C5%A1ovac%C3%AD%20povinnost%20p%C4%9Bstitele%20m%C3%A1ku%20\(002\).pdf](https://www.celnisprava.cz/cz/clo/spolecne-zemedelske-politiky-a-zvlastnich-kompetenci/Documents/Ohla%C5%A1ovac%C3%AD%20povinnost%20p%C4%9Bstitele%20m%C3%A1ku%20(002).pdf) (accessed January 2020).

Cihlář P, Vašák J, Pšenička P. 2007. Agrotechnika 2 t/ha máku a poznatky. Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2007“. 66-71.

Copeland LO, McDonald MB. 1995. Principles of Seed Science and Technology. Seed Enhancements. Chapman and Hall, New York.

Copeland LO. 1976. Principles of Seed science and technology. Department of Crop and Soil Sciences, Michigan State University.

Meteo Červený Újezd. 2020. Aktuální stav počasí Červený Újezd Available from <http://www.meteocervenyyjezd.cz/> (accessed January 2020)

Česká zemědělská univerzita ©2019. 2019. Výzkumná stanice Červený Újezd – informace. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, ČZU v Praze. Available from <https://www.af.czu.cz/cs/r-6779-katedry-a-soucasti/r-8736-ostatni-pracoviste/r-8759-vyzkumna-stanice-cerveny-ujezd> (accessed January 2020)

Český modrý mák z.s. 2020. Legislativa v ČR. Výzkumná stanice FAPPZ ČZU v Praze. Available from <http://ceskymodrymak.cz/cs/mak-jako-komodita/legislativa-mak> (accessed January 2020).

Český modrý mák z.s. 2020. Obecné informace o máku. Výzkumná stanice FAPPZ ČZU v Praze. Available from <http://ceskymodrymak.cz/cs/mak/obecne-informace> (accessed January 2020)

Čtvrtečka J. 2016. Makové pole. In: Vašák J, Cihlář P, Koprdovalá S. 15 Makový občasník. ČZU v Praze. Praha: TIGRAS. **15**:20-21.

Damalas CA, Eleftherohorinos IG. 2011. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *Int J Environ Res Public Health*. **8(5)**:1402-1419.

Toro A, Arvidsson J. 2003. Influence of spring preparation date and soil water content on seedbed physical conditions of a clayey soil in Sweden. *Soil and Tillage Research*. **70(2)**:141-151.

Delouche JC. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. *Hort. Sci*. **15**:775-780.

Demir S, Başayigit L. 2019. Determination of opium poppy (*Papaver Somniferum*) parcels using high-resolution satellite imagery. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. **47(6)**: 977-987.

Derwich E, Benziane Z, Boukir A. 2009. Chemical compositions and insecticidal activity of essential oils of three plants *Artemisia* sp: *Artemisia herba-alba*, *Artemisia absinthium* and *Artemisia pontica* (Morocco). *Electronic Journal of Environmental, Agricultural & Food Chemistry* **8(12)**.

Devi N, Maji TK. 2011. Neem seed oil: Encapsulation and controlled release - search for a greener alternative for pest control, pesticides in the modern world - pesticides use and management, Dr. Margarita Stoytcheva (Ed.), InTech. 191-232.

Dixon AFG, Dharma TR. 1980. Number of ovarioles and fecundity in the black bean aphid, *Aphis fabae*. *Entomologia experimentalis et applicata*. **28(1)**:1-14.

Duke JA. 1985. CRC handbook of medicinal herbs. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 677.

eKatalog BPEJ © VÚMOP v.v.i. 2019. eKatalog BPEJ. Available from <https://bpej.vumop.cz/41000> (accessed January 2020)

Fábry A, Schreier J, Šinský T, Škaloud V, Štaud J, Vašák J. 1990. Jarní olejniny. MZVŧ ČR. České Budějovice. 241.

Farr DF, O'Neil NR. 2000. Morphological and molecular studies on *Dendryphion penicillatum* and *Pleospora papaveracea*, pathogens of *Papaver somniferum* L. Vol. **92**:145-153.

Fejér J, Salamon I. 2011. Agro-Technology of the Poppy: Large-Scale Cultivation in Slovakia. In: International Symposium on *Papaver 1036*. 181-185.

Fist AJ, Byrne ChJ, Gerlach WL. 2000. *Papaver somniferum* strain with high concentration of thebaine and oripavine. U.S.

Fuller T, Hurýsek L. 2015. Barma se vrací k tomu, co jde na odbyt: k heroinu. The New York Times. Available from www.magazin-legalizace.cz/cs/articles/detail/1528-barma-se-vraci-k-tomu-co-jde-na-odbyt-k-heroinu (accessed January 2020).

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

Gruber S, Pekrun C, Möhring J, Claupein W. 2012. Long-term yield and weed response to conservation and stubble tillage in SW Germany. Soil and Tillage Research. **121**:49-56.

Havel J, Kolovrat O, Kamenikov L, Bechyně M. 2001. The search for genetic resources of opium poppy (*Papaver somniferum*) with high thebaine content and the development of a screening method. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding-UZPI (Czech Republic). **37(3)**:88-92

Hejný S, Slavík B. 2003. Květena České republiky, díl 1. Praha : Academia 534.

Honsová H, Cihlář P. 2017. Klíčivost a vitalita osiva máku ve vztahu k produktivitě porostu v roce 2017. Zborník z konference „Prosperující plodiny“. Česká zemědělská univerzita v Praze. 63 – 66.

Hosnedl V. 2003. Klíčivost a vzcházivost osiva. Sborník referátů VI. odborného a vědeckého semináře „Osivo a sadba“. ČZU v Praze . Praha. 24-29.

CHEMAP AGRO s.r.o. 2020. Mák setý. Dašice. Available from <http://www.chemapagro.cz/clanky-mak-sety-zakladni-doporuceni-leden.html> (accessed January 2020).

Chizzola R. 2001 Micronutrient composition of *Papaver somniferum* L. grown under low cadmium stress condition. Journal of plant nutrition. **24(11)**:1663-1677.

Chung EY, Byun YH, Shin EJ, Chung HS, Lee YH, Shin S. 2009. Antibacterial effects of vulgarone B from *Artemisia iwayomogi* alone and in combination with oxacillin. Arch Pharm Res. **32(12)**:1711-1719.

Chýlková M. 2017. Přejde (někdy ta správná) doba maková? Makový občasník. Česká zemědělská univerzita v Praze.

Isman MB. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* **19**:603–608.

Isman MB. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu Rev Entomol.* **51**:45–66.

Ivanova A, Mikhova B, Najdenski H, Tsvetkova I, Kostova I. 2005. Antimicrobial and cytotoxic activity of *Ruta graveolens*. *Fitoterapia.* **76(3-4)**:344-347.

Jahodář L. 2010. Léčivé rostliny v současné medicíně:(co Mattioli ještě nevěděl). Havlíček Brain Team.

Jursík M, Holec J, Andr J. 2009. Biologie a regulace dalších významných plevelů České republiky: Kopřiva dvoudomá-*Urtica dioica* L. *Listy Cukrovarnické a Reparské.* **125(4)**.

Kadar I, Földesi D, Vörös J, Szilágyi J, Lukács D. 2001. Mineral fertilisation of poppy (*Papaver somniferum* L.) on calcareous loamy chernozem soil. II. *Novenytermeles.* **50(4)**:468-478.

Kamkar B, Al-Alahmadi MJ, Mahdavi-Damghani A, Villalobos FJ. 2012. Quantification of the cardinal temperatures and thermal time requirement of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds to germinate using non-linear regression models. *Industrial Crops and Products.* **35(1)**:192-198.

Kavalali GM. 2003. *Urtica*: therapeutic and nutritional aspects of stinging nettles. New York.

Kazda J, Prokinová E, Ryšánek P. 2007. Škůdci a choroby rostlin. Euromedia Group k.s. Praha. 288.

Khan MMA, 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.) 289-298.

Khetrpal M, Vodwal L. 2016. Botanical pesticides: an upcoming tool for plant protection.

Kolařík P, Rotrekl J. 2014. Hmyzí škůdci máku – krytonosec makovicový a bejlmorka maková. Zemědělský výzkum, spol. s. r. o., Troubsko. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/hmyzi-skudci-maku-krytonosec-makovicovy-a-bejlmorka-makova> (accessed January 2020)

Korbelář J, Endris Z. 1973. Naše rostliny v lékařství. 1. vydání. Státní zdravotnické nakladatelství. Praha.

- Koul O, Walia S, Dhaliwal GS. 2008. Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. *Biopesticides International* **4**:63–84.
- Kubát K. 1988. *Papaveraceae* JUSS – mákovité. In: Hejný, S., Slavík, B. (ed.). 482-494. Květena České republiky 1. Academia, Praha. 928.
- Kubelkova D, Spak J. 1999. Virus diseases of poppy (*Papaver somniferum*) and some other species of the *Papaveraceae* family. *Plant Protection Science-UZPI (Czech Republic)*. **35(1)**:33-36
- Kuchtová P, Dvořák P. 2013. Vliv ošetření osiva na výnos ekologického máku a zkušenosti pěstování v ekologickém zemědělství. *Česká zemědělská univerzita v Praze*. 52 – 56.
- Kuchtová P, Plachká E, Hájková M, Dvořák P, Kazda J. 2010. Výsledky pokusů u máku (*Papaver somniferum*) v ekologické a integrované pěstitelské technologii. A ich význam pre prax. 14.
- Kutina J, Novák J. 1992. Morfologie a anatomie máku setého a růst a vývoj rostliny. In: Fábry A. (eds.). *Olejníny*. Mze ČR. České Budějovice. 269-278.
- Kybal J, Kaplická J. 1988. Naše a cizí koření. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Kapitola Routa vonná. 186.
- Landa BB, Montes-Borrego M, Muñoz-Ledesma FJ, Jiménez-Díaz RM. 2007. Phylogenetic analysis of downy mildew pathogens of opium poppy and PCR-based in planta and seed detection of *Peronospora arborescens*. *Phytopathology* **97(11)**:1380-1390.
- Lim TK. 2014. *Tanacetum vulgare*. In *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants* Springer Netherlands. 501-515.
- Lohr V, Vašák J, Škarpa P, Prokinová E, Vlk J, Cihlář P, Zedník Z. 2014. Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2014“. 13 Makový občasník. ČZU v Praze.
- Lošák T, Richter R. 2004. Split nitrogen doses and their efficiency in poppy (*Papaver somniferum* L.) nutrition. *Growth*. **600**:49.
- Marotti M, Piccaglia R, Giovanelli E. 1996. Differences in Essential Oil Composition of Basil. Italian Cultivars Related to Morphological Characteristics In: *J. Agric. Food Chem.* roč. **44**:3926-3929.

Medon PJ, Ferguson PW, Watson CF. 1984. Effects of *Eleutherococcus senticosus* extracts on hexobarbital metabolism in vivo and in vitro. *Journal of Ethnopharmacology*. **10**:235–241.

Meepagala KM, Osbrink W, Sturtz G, Lax A. 2006. Plant-derived natural products exhibiting activity against formosan subterranean termites (*Coptotermes formosanus*). *Pest Manag Sci*. **62(6)**:565-570.

Ministerstvo zemědělství. 2013. Vyhláška č. 399/2013 Sb. ze dne 27. listopadu 2013, kterou se provádí zákon o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena. Sbírnka zákonů České republiky, 2013, částka 156. Česká republika. Available from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-399> (accessed January 2020).

Mrázek T. 2012. *Papaver confine* Jord. – mák časný / mák pochybný skorý. Praha. Available from <https://botany.cz/cs/papaver-confine/> (accessed January 2020).

Náš modrý mák. 2018-2019. O máku. Mze ČR a Agrární komora České republiky. Available from <http://nas.modrymak.cz/> (accessed January 2020).

Németh É. 1999. Cultivation of poppy in the temperate zone. In: *Poppy*. CRC Press. 270-288.

Oliva A, Meepagala KM, Wedge DE, Harries D, Hale AL, Aliotta G, Duke SO. 2003. Natural fungicides from *Ruta graveolens* L. leaves, including a new quinolone alkaloid. *Journal of agricultural and food chemistry*. **51(4)**:890-896.

Oseva Pro s.r.o. 2012-2020. Mák setý Odrůdy. Praha. Available from <http://www.oseva.cz/new/?d=odrudy&p=mak> (accessed January 2020).

Pavela R, Vrchotová N, Tříška J. 2009. Mosquitocidal activities of thyme oils (*Thymus vulgaris* L.) against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology research*. **105(5)**: 1365.

Pavela R. 2017. Možnosti využití botanických pesticidů a rostlinných extraktů v ochraně porostů fenyklu obecného, máty peprné a tymiánu obecného. © Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Pinke G, Pál RW, Tóth K, Karácsony P, Czúcz B, Botta-Dukát Z. 2011. Weed vegetation of poppy (*Papaver somniferum*) fields in Hungary: effects of management and environmental factors on species composition. *Weed Research*. **51(6)**:621-630.

Potyšová H, Balíčková K, Dobiášová B. 2017. Metodika zkoušení osiva a sadby. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. **2**: 1-1 – 18-5.

Pozděna J, Říha K, Kraus P. 2019. Helmintosporiíza máku. Agromanuál. Kurent s. r. o. České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/helmentosporioza-maku> (accessed January 2020)

Prochazka P, Smutka L. 2012. Czech Republic as an important producer of Poppy Seed. Agris on-line Papers in Economics and Informatics. 35-47.

Procházka P, Štranc P, Štranc J, Kříž J. 2013. Vliv moření osiva sóji biologicky aktivními látkami na některé její výnosové prvky (Effect of seed dressing soya by biologically active substances some of its yield components). Česká zemědělská univerzita v Praze, FAPPZ, katedra rostlinné výroby. 8 – 16.

Pšenička P, Hosnedl V. 2007 Nechemické ošetření osiva jarního máku jako možnost ochrany v alternativním zemědělství. Sborník z konference „Ekologické zemědělství 2007“. 166-169.

Pyšek P, Sádlo J, Mandák B. 2002. Catalogue of alien plants of the Czech Republic. Preslia. **74**:97–186.

Rademacher W. 2000. Growth Retardants: Effect on giberelin biosynthesis and other metabolit pathways. Annu. Rew. Plant. Physiol. Plant Mol. Biol. **51**:501–531.

Rajala A., Peltonen-Sainio P. 2001. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. Agronomy Journal. **93(4)**:936–943.

Rajendran S, Sriranjini V. 2008. Plant products as fumigants for storedproduct insect control. J. Stored. Prod. Res. **44**:126–135.

Rao NV, Maheswari TU, Manjula K. 2005. Review on Botanical Pesticides as Tools of Pest Management. Narosa Publishing House Pvt., Ltd. 1–16.

Ribeiro ND, da Camara CAG, Born FD, de Siqueira HAA. 2010. Insecticidal activity against Bemisia tabaci biotype B of peel essential oil of Citrus sinensis var. pear and Citrus aurantium Cultivated in Northeast Brazil. Nat Prod Commun. **5**:1819-1822

Richter R, 2010. Výživa a hnojení máku, In Vašák J. (ed.), Mák. Powerprint, Praha. 150-158.

Roubal T. 2011. 10 Makový občasník, Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2011“, ČZU v Praze.

Rozwalka LC, Rosa Zaksevska Da Costa Lima ML, May de Mio LL. 2008. Extracts, decoctions and essential oils of medicinal and aromatic plants in the inhibition of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Glomerella cingulata* isolates from guava fruits. *Cienc Rural*. **38(2)**:301–307.

Řehoř J, Procházka P, Vostřel J, Fraňková A. 2020. Seminář k agrotechnice chmele. Použití přírodních látek s antifungálním účinkem při ochraně chmele. Chmelařský institut s. r. o., Žatec.

Sendi JJ, Ebadollahi A. 2014. Biological activities of essential oils on insects. *Recent Progress in Medicinal Plants (RPMP): Essential Oils II*. **37**:129-150.

Sharangi AB, Bhutia PH, Raj AC, Sreenivas M. 2018. Underexploited spice crops: present status, agrotechnology, and future research directions. Apple Academic Press.

Shukla S, Khanna KR, Singh SP. 1995. Alkaloid spectrum of opium of a cross between *Papaver somniferum* and *P. setigerum*. *International journal of pharmacognosy*. **33(3)**:228-231.

Slavík B, Štěpánková J. 2005. Květena České republiky 7. Praha: Academia. 768.

Stanev M. 1960. Poppy root weevils (*Stenocarus fuliginosus* Marsh, and *Ceuthorrhynchus denticulatus* Schrank) in Bulgaria and their control. *Nauch. Trud. tsent. nauch. Inst. Zasht. Rast*. 3.

Syngenta Czech s.r.o. 2020. Přípravek na ochranu rostlin CRUISER® OSR. Syngenta Crop Protection AG, Basel, Švýcarsko Available from http://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_cruiser_osr.pdf (accessed January 2020)

Šerá B, Gajdová I, Šerý M, Špatenka P. 2013. New physicochemical treatment method of Poppy seeds for agriculture and food industries. *Plasma Science and Technology*. **15(9)**:935-938.

Štranc P, Štranc J, Procházka P, Štranc D. 2017. Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice: 34 vyhodnocovací seminář 22. – 23. 11. 2017 Hluk: sborník. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin.

Štranc P, Procházka P, Štranc D. 2019. Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice: 36 vyhodnocovací seminář 20. – 21. 11. 2019 Hluk: sborník. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin.

Tétényi P. 1997. Opium poppy (*Papaver somniferum*): botany and horticulture. Horticultural reviews. **19**:373-408.

Thines M, Choi YJ. 2016. Evolution, diversity, and taxonomy of the *Peronosporaceae*, with focus on the genus *Peronospora*. Phytopathology. **106(1)**:6-18.

Titi EA. 1992. Integrated farming: an ecological farming approach in European agriculture. Outlook on Agriculture. **21(1)**:33-39.

Topuz A, Ozdemir F. 2007. Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. Journal of Food Composition and Analysis. **20(7)**:596-602.

Uchio Y. 1978. Isolation and structural determination of vulgarone a and b, two novel sesquiterpene ketones from *Chrysanthemum vulgare*. Tetrahedron. **34(19)**:2893-2899.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2019. Seznam doporučených odrůd. Olejiny 2019. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Praha.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2020. Registr přípravků na ochranu rostlin. © 2009-2020 Ministerstvo zemědělství Available from <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx> (accessed January 2020).

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2020. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Ústředí ÚKZÚZ. © 2009-2020 Ministerstvo zemědělství. Available from http://eagri.cz/public/web/ukzuz/uredni-desky/ustredi-ukzuz/ukzuz_uredni-desky_ustredi-ukzuz.html?pageSize=50 (accessed January 2020).

Valíček P. 2000. Rostlinné omamné drogy. 1. vydání. Benešov: Start. 191.

Vašák a kol. 2019. Spolek Český modrý mák informuje: ... makový občasník Praha. 18. Makový občasník (mák v roce 2019). ČZU v Praze.

Vašák J, Kosek Z. 2004. Mák setý (*Papaver somniferum*) Praha. Available from <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Mak.htm> (accessed January 2020)

Vašák J, Vlk J, Petrásek J, Zedník Z. 2013. Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2013“. 12 Makový občasník. ČZU v Praze.

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

Venzon M, Krüger RF, Soto A, Tuelher ES, Bonomo IS, Fadini MAM, Fonseca MChM. 2013. Toxicity of organic farming-compatible products to the coffee leaf miner. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. **48.3**:241-248.

Větrovcová M, Rychlá A, Havel J. 2016. Prosperující olejniný 2016: Vliv genotypu na ukládání kadmia v semeni máku mletého. Praha: Zemědělská společnost při ČZU v Praze.

Walkowski T, Budzianowsky G. 2006. Pěstování jarních olejnin v Polsku. Sborník „Řepka, mák, hořčice“. 144.

Wiszniewski J, TerHalle A, Richard C, Hitmi A, Ledoigt G. 2009. Photodegradation product of sulcotrione and the physiological response of maize (*Zea mays*) and white mustard (*Sinapis alba*). *Chemosphere* **74(9)**:1224-1230.

Zukalová H. 2016. Prosperující olejniný 2016: Kvalita nejvýznamnějších pěstovaných olejnin v ČR. Praha: Zemědělská společnost při ČZU v Praze.