

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Alternativní možnosti ošetření osiva máku setého a jejich
vliv na produkční parametry porostu a výnos**

Bakalářská práce

**Autor práce: Klára Doležalová
obor studia: Ekologické zemědělství**

Vedoucí práce: prof. Ing. Ivana Capouchová, CSc.

© 2021/2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Alternativní možnosti ošetření osiva máku setého a jejich vliv na produkční parametry porostu a výnos" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní prof. Ing. Ivaně Capouchové, CSc. za cenné rady, doporučení a trpělivost při vedení mé bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala panu Ing. Matěji Satranskému za vstřícnost a pomoc při získávání potřebných informací a podkladů.

Alternativní možnosti ošetření osiva máku setého a jejich vliv na produkční parametry porostu a výnos

Souhrn

Důležitým předpokladem k založení zdravého a vyrovnaného porostu máku setého je použití kvalitního osiva. S tradičně využívaným chemickým ošetřením osiva (Cruiser OSR s kombinovaným fungicidním a insekticidním účinkem) nelze do budoucna počítat, proto je třeba se zaměřit na šetrnější způsoby ošetření osiva s využitím podpůrných, stimulačních přípravků, biologických fungicidů, případně fyzikálních metod.

Cílem práce bylo vyhodnotit vliv různých způsobů ošetření osiva máku setého, odrůdy Aplaus, na strukturu porostu, produkční parametry a výnos v rámci přesného polního maloparcelkového pokusu, vedeného v roce 2021 na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Červeném Újezdě.

Variety ošetření osiva máku, obsahující kombinace chemického přípravku Cruiser OSR, podpůrných, stimulačních přípravků Terra-sorb, Enviseed a Sunagreen a fyzikálního ošetření E-ventus dosáhly celkově nejlepších výsledků u parametrů průměrný počet makovic na m², hmotnost semen v makovici a výnos.

Velmi dobře se osvědčilo i samostatné ošetření osiva jednotlivými podpůrnými přípravky, především šlo o varianty ošetřené přípravky TS Osivo a Enviseed, které dosáhly nejvyšších hodnot v počtu rostlin na m² na počátku i konci vegetace, délky kořenů (TS Osivo i HTS) a současně dosáhly nadprůměrných výsledků i v případě výnosu, počtu makovic na m² a hmotnosti semen v makovici. U většiny sledovaných parametrů překonaly variantu samostatně ošetřenou chemickým přípravkem Cruiser OSR, která dosahovala spíše průměrných výsledků.

Efekt fyzikálního ošetření osiva systémem E-ventus (samostatně) se zpravidla výrazněji neprojevil, nicméně, jak již bylo uvedeno, v kombinaci s podpůrnými přípravky a přípravkem Cruiser OSR byly výsledky pozitivní.

Použití biologických přípravků (Polyversum, Gliorex a Prometheus) zpravidla nepřineslo výraznější efekt; varianty s osivem ošetřeným uvedenými přípravky většinou dosahovaly horších výsledků než varianty s osivem ošetřeným podpůrnými, stimulačními přípravky. Celkově z hodnocených biologických přípravků nejlépe obstál Prometheus.

Je třeba zohlednit, že se jedná o jednoleté výsledky; je proto třeba v testování pokračovat.

Klíčová slova: mák, osivo, ošetření, produkční parametry, výnos

Alternative Options for seed treatment and their effect on crop production and yield parameters

Summary

The use of quality seeds is an important prerequisite for establishing a healthy and balanced poppy field. The traditionally used chemical seed treatment (Cruiser OSR with a combined fungicidal and insecticidal effect) cannot be expected in the future, so it is necessary to focus on more gentle methods of seed treatment using supportive, stimulant, biological fungicides or physical methods.

The aim of the work was to evaluate the influence of different methods of sowing poppy seeds, variety Aplaus, on the structure of the stand, production parameters and yield in a precise field small-plot experiment conducted in 2021 at the Research Station FAPPZ ČZU in Červený Újezd.

Poppy seed treatment variants containing a combination of the chemical Cruiser OSR, supportive, stimulant Terrasorb, Enviseed and Sunagreen and physical treatment E-ventus achieved the best overall results in the parameters average poppy per m², poppy seed weight and yield.

Separate seed treatment with individual support products proved to be very good, especially variants treated with TS Osivo and Enviseed, which reached the highest values of the number of plants per m² at the beginning and end of vegetation, root length (TS Seed and HTS) and at the same time achieved above-average results even in the case of yield, number of poppies per m² and weight of seeds in the poppy. For most of the monitored parameters, they surpassed the variant independently treated with the chemical Cruiser OSR, which achieved rather average results.

The effect of physical seed treatment with the E-ventus system (alone) was generally not more pronounced, however, as already mentioned, the results were positive in combination with the support products and Cruiser OSR.

The use of biological products (Polyversum, Gliorex and Prometheus) generally did not have a significant effect; variants with seeds treated with the mentioned preparations usually achieved worse results than variants with seeds treated with supportive, stimulating preparations. Overall, Prometheus outperformed the biological products evaluated.

It should be borne in mind that these are annual results; it is therefore necessary to continue testing.

Keywords: poppy, seed, treatment, parameters, production

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl práce	8
3	Literární rešerše	9
3.1	Historie a vývoj pěstování máku setého	9
3.1.1	Využití máku	9
3.2	Mák setý a jeho botanická charakteristika	11
3.3	Aktuální situace máku setého v ČR a ve světě	13
3.3.1	Produkce máku v ekologickém zemědělství	14
3.3.2	Šlechtění	14
3.4	Pěstování máku	15
3.4.1	Příprava půdy	15
3.4.2	Osivo	16
3.4.2.1	Ošetření osiv	16
3.4.3	Založení porostu	17
3.4.4	Agrobiologická kontrola porostu	18
3.4.5	Možnosti hnojení a ošetření porostu	18
3.4.6	Ochrana proti škůdcům a patogenním organismům	19
3.4.7	Regulátory růstu máku setého	21
3.4.8	Sklizeň a posklizňové úpravy	22
3.4.9	Skladování máku	23
4	Metodika	24
4.1	Charakteristika stanoviště a klimatické podmínky	24
4.1.1	Klimatické podmínky v roce 2021	24
4.2	Agrotechnika použitá v pokusu	25
4.3	Přípravky použité pro ošetření osiva máku	26
5	Výsledky	29
5.1	Vliv ošetření osiva na sledované produkční parametry a výnos	29
5.2	Vliv ošetření osiva na vývoj rostlin a rozvoj kořenového systému	33
6	Diskuze	35
7	Závěr	38
	Literatura	39

1 Úvod

Český mák je výjimečný především díky své kvalitě, nezaměnitelné chuti a vyrovnané barvě semene. Mimo jiné hovoříme o plodině, kterou je možné využít mnoha způsoby. Poskytuje nám olejnatá semena a má velmi dobré dietetické vlastnosti. Makovina se dá využít i ve farmaceutickém průmyslu (Baranyk et al. 2010). Obecně jsou známy tři hlavní pěstitelské směry: farmaceutický, potravinářský a okrasný. Pro farmaceutický průmysl je směrodatný obsah alkaloidů v máku a semena se berou spíše jako vedlejší produkt. Naopak u potravinářského máku je důležitý vysoký výnos semen, obsah oleje a typická „maková“ chuť. Tento typ se pěstuje především v zemích střední Evropy a Turecku. Typický je také nízký obsah alkaloidů v tobolkách, a především modrá barva semen. Mák pro potravinářské využití s hnědou či šedou barvou se vyskytuje spíše sporadicky. A poslední skupina máku, která spadá pod okrasné rostliny, je využívána jako letničky. Pěstování jednoletých máků pro okrasné účely je ale poměrně problematické, a to především kvůli krátké době květu. Ta se pohybuje od sedmi do deseti dnů (Havel 2018).

Důležitým předpokladem k založení zdravého a vyrovnaného porostu je kvalitní osivo. Jeho kvalitu ovlivňuje celá řada faktorů, mezi které spadá mimo jiné i úprava osiva. Pokud je snížena klíčivost osiva, vzniká riziko zvýšení nákladů a hrozba nevyrovnaného a slabého porostu, a proto zájem o ošetření osiv každým rokem roste. Metod je celá řada a každá má svá specifika. Cíl mají však společný: zvýšení výkonnosti osiva. Konkrétně zlepšují semenářské hodnoty, působí proti patogenům přenosným osivem nebo mohou být alternativou pro chemické moření (Vašák et al. 2010). Každý rok je omezoáno spektrum insekticidních a fungicidních účinných látek. Také bylo vydáno nařízení pro omezené a kontrolované použití přípravků Cruiser OSR (Mikšik a Koprlová 2020). Je proto namístě hledat náhradu.

Ošetření osiva definujeme jako biologický, chemický, fyzikální nebo mechanický proces úprav. Tyto procesy vedou ke zlepšení některých vlastností osiva, kam řadíme klíčivost, vitalitu nebo vyšší odolnost proti škůdcům a chorobám. V současné době je pro ošetření osiva máku nejběžněji využíván přípravek Cruiser OSR s kombinovaným fungicidně-insekticidním účinkem. S tímto typem ošetření se však nedá počítat do budoucna, neboť EU omezuje využívání neonikotinoidů kvůli negativnímu dopadu na opylující hmyz. Proto je důležité zaměřit se v dnešní době spíše na přípravky na bázi hnojiv, rostlinných stimulátorů, bioagens či fyzikální ošetření, kam spadá metoda E-ventus, kalibrace či termická desinfekce) (Satranský 2020).

2 Cíl práce

Cílem práce je:

- a) vypracovat literární rešerši k problematice ošetření osiva a pěstební technologie máku setého
- b) v rámci přesného polního pokusu vyhodnotit vliv různých způsobů ošetření osiva (vybrané přípravky biologického a pro srovnání i chemického charakteru, fyzikální ošetření osiva systémem E-ventus) na strukturu porostu, produkční parametry a výnos.

3 Literární rešerše

3.1 Historie a vývoj pěstování máku setého

Mák setý je velmi stará kulturní rostlina. První dochované zbytky tobolek byly nalezeny ve Švýcarsku či jižní Francii a pocházejí z doby neolitu. Již staří Summerové, Egypťané, Řekové a Římané znali tisíce účinky máku a hojně jej využívali. Díky svým účinkům se mák postupně rozšířil do Indie a Číny. V Evropě začal opium jako lék používat Paracelsus v 16. století. V 19. století bylo užívání opia velmi rozšířené a začalo se ho zneužívat. Až ve 20. století se tento problém začal aktivně řešit (Baranyk et al. 2010). V Americe se mák pěstoval jako okrasná rostlina před rokem 1750 (Mahr 2017).

Pěstoval se zde především mák šedosemenný, který se dosud udržuje v Rakousku. Po roce 1970 se mák stal úplně mechanizovanou plodinou, což znamená, že se pěstuje v řádcích širokých 12,5-25 cm, přestává se jednotit, pomocí herbicidů se odpleveluje a sklízí se sklízecími mlátičkami. Tento způsob pěstování přetrvává efektivně až dodnes (Vašák et al. 2010).

Samotné pěstování máku jako olejnin započalo až v 19. století. U nás v České republice došlo k významnému zvratu v návaznosti na strukturální změny v zemědělství v roce 1989. V důsledku poklesu živočišné výroby došlo i k poklesu produkce objemných krmiv. Do popředí se tedy z olejnin společně s řepkou dostal i mák. Do té doby, tedy do začátku 90. let minulého století, zde produkce máku pokrývala jen tuzemskou potřebu (Baranyk et al. 2010). V dnešní době pěstujeme mák hlavně pro potravinářské účely. Semena lze využít k přímé konzumaci. V neposlední řadě je mák přínosný i díky svým alkaloidům, které se dají využít ve farmaceutickém průmyslu (Fejer & Salamon 2014).

Česká republika má v pěstování máku dlouhodobou tradici. Náklady na pěstování se postupně zvyšují. V rozmezí let 2003 až 2007 se zvýšily dokonce o 37,2 % což je nepatrně víc než u pšenice jarní či ječmene jarního. Nakupovaná hnojiva, pracovní náklady a režie jsou tři základní složky, které na nákladech zaujímají největší podíl. Dále sem samozřejmě řadíme náklady na prostředky pro ochranu rostlin, na mechanizované práce a v neposlední řadě jsou to přímé náklady a služby. Hektarové výnosy semene jsou jedním z parametrů, který v průběhu vývoje pěstování máku značně kolísá. Jde o rozpětí mezi 0,2 až 1,8 t/ha. Vše se souvisle odvíjí od charakteristiky výrobních oblastí, kam spadají klimatické podmínky nebo půdní vlastnosti (Vašák et al. 2010).

3.1.1 Využití máku

Mák setý patří do čeledi makovitých. Díky svým farmaceutickým a nutričním vlastnostem je již od starověku považován za léčivou a kulinářskou plodinu (Casado-Hidalgo et al. 2021). V nynejší době se dá využít i v barvách, lacích a mýdlech (Rahimi et al. 2011). Rostlina máku obsahuje značné množství živin, mezi které patří bílkoviny, olej, vláknina, antioxidanty, tokoferoly a další mikroživiny. Se svým léčebným potenciálem se může používat proti různým zdravotním problémům od vysokého tlaku až po rakovinu (Muhammad et al. 2021). Konkrétně bylo popsáno, že semena máku byla užitečná pro úlevu od úplavice, zácpy, kašle a astma (Raie & Salma 1985). Latexová míza vytékající z tobolky máku známá jako opium, obsahuje až 80 různých druhů alkaloidů. Největší zastoupení z alkaloidů má morfin

(Casado-Hidalgo et al. 2021). Podle chemické struktury dělíme alkaloidy v opiu máku setého na tři samostatné skupiny. První jsou morfinové, kam spadá: morfin, kodein, thebain, neopin a pseudomorfin. Jejich obsah v opiu se pohybuje okolo 2-25 %. Druhá je skupina benzylisochinolinu, kam řadíme papaverin, narkotin, narkotolin, narcein, oxynarkotin, kodamin, laudanin, laudanidin, laudanosin, gnoskopin a papaveraldin. Tato skupina zastupuje 2-12 % obsahu opia v máku. Třetí a poslední skupina je skupina protoberberinu. Jejím jediným zástupcem je berberin, a to ve stopovém množství (Vašák et al. 2010).

Semena máku setého se využívají pro potravinářské účely převážně ve střední Evropě. Jedná se především o pekařské výrobky, ale také náplně do dortů a zákusků nebo k výrobě jedlého oleje. Samotná semena sice neobsahují žádné opiové alkaloidy, ale mohou jimi být kontaminována z makové slámy. K tomu dochází kvůli špatnému postupu při sklizni, použití semen máku jako vedlejšího produktu farmaceutické výroby opia nebo v důsledku napadení hmyzem. Konzumace máku kontaminovaného opiovými alkaloidy může vést k prokazatelnému množství volného morfinu v krvi či detekovatelné koncentraci v moči. Požití takto kontaminovaného máku vede také k několika nepříznivým účinkům. Ohroženi jsou především kojenci, starší lidé či lidé se závažnějšími zdravotními problémy. Přesto v současné době neexistuje žádná stálá evropská legislativa pro maximální obsah opiových alkaloidů v potravinách. V Maďarsku jsou však stanovené limity z hlediska obsahu alkaloidů máku v potravinách. Pro morfin je dávka 30 mg/kg, kodein 20 mg/kg a pro thebain také 20 mg/kg. Oproti tomu Německo má referenční hodnotu pro morfin 4 mg/kg. Naopak v Belgii je obecně mák v potravinách zakázán s výjimkou pro pekařské účely. Akutní referenční dávka stanovená dle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin je 10 µg morfinu/kg tělesné hmotnosti (López et al. 2018). Pro Českou republiku platí Vyhláška č. 399/2013 Sb., která 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 a stanovuje fyzikální a chemické požadavky na jakost olejnatých semen (příloha č. 9 k vyhlášce č. 329/1997 Sb.). Bylo také potvrzeno, že zpracování potravin snižuje obsah původní koncentrace alkaloidů na 10 %. Nejúčinnější metody jsou máčení, mletí semen a tepelné ošetření (López et al. 2018). Má se za to, že obsah alkaloidů v semenech je způsoben vnější kontaminací z tobolek (Carlin et al. 2010).

Rozeznáváme dva typy máku setého, a to olejný a opiový, vzhledem k jeho užitkovým vlastnostem. Mák opiový má silně rozvětvenou síť mléčnic a opium z něj dokáže vyvolat euforické stavy. Ve Spojených státech je úmrtí předávkováním drogami spojené s užíváním opiátů. Pro představu z 52 000 nahlášených úmrtí v důsledku předávkování drogami v roce 2015 se týkalo opioidů 63,1 %. Uvádí tak Centrum pro kontrolu nemocí. Nárůst úmrtí za poslední dobu spjatý s konzumací máku představuje pro orgány činné v trestním řízení značnou výzvu. Stejně tomu tak je pro soudní a lékařské komunity, neboť odhadnout, jak moc velkou roli hraje konzumace makových produktů v případě příčin úmrtí, je značně komplikované. Může za to vysoká variabilita obsahu opiátů v máku, nedostatek konkrétních pitevních nálezů a nelehké sledování legálního prodeje a spotřeby máku (Schuppener & Corliss 2018). Také se obsah opiátů v máku liší a závisí na původu osiva či způsobu zpracování (Samano et al. 2015). Problém je, že mnoho aktérů využívá komodifikaci narkotického potenciálu opiového máku jako prostředek k získání finanční a politické moci (Makovnyka 2020).

Mák obsahuje esenciální bioaktivní sloučeniny, což pozitivně ovlivňuje využití máku ke kulinářským účelům. V máku je velký potenciál, co se funkčního potravinářství týče. Makový olej je považován za vysoce kvalitní. Je to díky bohatému obsahu polynenasycených mastných kyselin. Využití máku v potravinovém průmyslu je spjato s léčebnými účinky. K plnému prokázání jeho potenciálu jakožto přísady v potravinách a doplňcích stravy je ale zapotřebí ještě hlubší výzkum (Muhammad et al. 2021). Mastné kyseliny mají důležité biologické funkce: složky biologických membrán, prekurzory různých molekul, soustředění energie a transport vitamínů (Senila et al. 2020). U semen máku se vysytuje kyselina linolová až ze 70,5 %. Celkové množství tokolů představuje 11 mg/100 g u máku. Makový olej je bohatý na c-tokoferol. Obecně olejnatá semena jsou zdrojem surovin jako je tuk, proteinový sacharid (Bozan & Temelli 2008). Kromě kyseliny linolové se v olejích máku vyskytuje také kyselina olejová (16,1-19,4 %) a palmitová (10,6-16,3 %) (Azcan et al. 2004). V Turecku se mák využívá především k získání oleje (Erinç et al. 2009). Hojně se mák pěstuje také v Austrálii (konkrétně v Tasmánii), přičemž je Austrálie největším světovým producentem legálních opiátů (Thangavel et al. 2018).

3.2 Mák setý a jeho botanická charakteristika

Vzhledem k tomu, že existuje více než 100 popsaných druhů máku, je od první poloviny 19. století tento rod členěn do několika nižších sekcí. K zařazení do těchto kategorií slouží především morfologické znaky druhů, místa jejich rozšíření a poměrně nově také složení jejich alkaloidových spekter. Máky obsahují asi 14 typů alkaloidů. Jsou to například aporfínové, rhoeadinové, protopínové, morfinované či promofinanové (Vašák et al. 2010).

Klíční rostlina máku setého proniká na povrch půdy ohnutým hypokotylem. Ten se narovná následováním jeho děložními lístky, které se vidlicovitě rozevírají. Zbarvení hypokotyly je bezbarvé až černofialové, což je charakteristickým poznávacím znakem (Bechyně 1993).

Kořenová soustava

Mák setý má vyvinutou kořenovou soustavu tvořenou hlavním kořenem, který je dužnatý a kulový. Dorůstá délky okolo 0,50 – 0,75 m. Ze stran je obepjatý silnějšími postranními kořeny a mělce pod povrchem se nachází velký počet slabších postranních kořínků. Celková hmotnost kořene představuje asi jednu pětinu hmotnosti rostlinné sušiny (Bechyně & Novák 1987).

Listy

Listy máku jsou velmi tenké a jemné a může dojít ke snadnému mechanickému poškození. Tvar listů máku je poměrně variabilní. Listy jsou bifaciální. První listy nacházející se v listové růžici jsou podlouhlého vejčitého tvaru, jsou řapíkaté. Listy vejčité až srdčité jsou na lodyze. Jsou přisedlé až poloobjímavé. Tmavě zelená barva listů je lemována nepravidelně zubatými okraji a na povrchu všech listů se nachází voskový povlak (Baranyk et al. 2010).

Lodyha

Lodyha dorůstá výšky od 1 m až do 1,8 m. Velmi silný vliv na počet větví dané rostliny má spon, ve kterém rostliny pěstujeme. Jinak se považuje za odrůdový znak. Pod makovicí je lodyha pokrytá štětkami. Tyto ostny se nacházejí na celé ploše lodyhy (Vašák et al. 2010). Dutina lodyhy je vyplněna houbovitou dřevní. Na průřezu je dutá a okrouhlá. Barva bývá

zastoupena různými odstíny šedozelené. V horní polovině rostliny je listů pomálu, naopak v dolní polovině lodyhy je hustě olistěná. Konce větví bývají úplně bezlisté (Baranyk et al. 2010).

Květy

V poupěti jsou zmuchlané plátky korunní. Ty jsou 50–110 mm dlouhé a 60–130 mm široké. Mají ucelené kraje a nesou různé odstíny, fialové, růžové, bílé a červené. Jsou kryty dvěma volnými kališními listy. Ty opadávají velmi rychle. Asi po 1-2 dnech. Poté opadává i koruna. Po celkovém odkvětu je viditelný úzký prstenec. Jako první se otevře květ na hlavním stonku. Bohatě zastoupené tyčinky jsou tenké a válcovité. Nitky jsou temně fialové nebo naopak bílé barvy a prašníky buď červenofialové nebo modrošedé. Pylová zrna bývají asi 25 µm dlouhá a 40 µm široká. Semeník je tvořen plodolisty, které samostatně vytváří jeden bliznový lalok blizny (Bechyně & Novák 1987). Mák je cizosprašný, a proto dochází ještě k dopylení hmyzem po otevření květů (Baranyk et al. 2010).

Tobolka

Makovice nebo také tobolka máku se dělí na dva typy. První označujeme jako mák slepák, kdy je makovice úplně uzavřená. Druhý typ je mák hledák, u kterého se nachází pod bliznou otvory, kterým může semeno vypadnout ven. Pokud se mák pěstuje při vysoké hustotě, tvar makovice bývá protáhlejší a tobolka je menší. Rozeznávají se čtyři různé druhy makovice: oválný, kulovitý, zploštělý a kuželovitý. Co se však tvaru a velikosti týče, jedná se spíše o odrůdové znaky. Na velikosti, tvaru tobolky a počtu lamel v nich záleží také z důvodu množství semen a jejich velikosti. Obvykle je v tobolkách okolo čtyř až šesti tisíc semen, ale nejvyšší počet může dosahovat až dvanácti tisíc semen. Hmotnost semen tvoří dva až tři gramy na makovici (Vašák et al. 2010).

Semena

Samotná semena máku bývají velice měkká a náchylná k poškození. Světlá semena jsou výrazně měkčí než semena tmavé barvy. Obvykle bývají modré barvy, ale nabývají i barevých odstínů od světle nažloutlých po modrá, šedá a dokonce černá. Semena mají ledvinovitý tvar a asi 1-1,5 mm dlouhá. Při posklizňové úpravě je problém se semeny máku z hlediska pomalého procházení čistícími stroji. Naopak při moření semen lépe mořidlo ulpívá na povrchu, jelikož osemení je tenké s výrazně vystupující síťovitou skulpturou lišt. Hmotnost tisíce semen činí přibližně 0,5 g. Důvod proč některá semena hořknou je snadné proniknutí oleje na povrch, a jeho následnému žluknutí, při poškození semen. Obsah oleje v semeni tvoří asi 45 %. Mák se však na výrobu oleje používá pouze vzácně (Baranyk et al. 2010).

Nároky na teplo a světlo

Mák je plodina teplomilná, která je nesnášenlivá vůči vlhkému počasí v období dozrávání. Během vegetační doby dochází k výrazným změnám požadavků máku na teplo. V prvotních fázích vývoje až do nástupu rychlého růstu je mák poměrně otužilý. Hovoříme o -6 °C až -8 °C. S nadcházejícím nástupem růstu je rostlina čím dál méně odolná vůči chladnému počasí a nejvíce jsou ohroženy především generativní orgány květu. Na tento fakt je potřeba brát zřetel především u podzimních výsevů máku (Vašák et al. 2010).

Mák je rostlinou dlouhodobní a je tedy náročný na světlo. Pokud rostlina nemá dostatek světla, dostává se do stavů celkového oslabení, sníženým obsahem alkaloidů v tobolkách nebo negativním ovlivněním výnosu semene. Nepříznivě na rostlinu působí přímé zastínění květů,

kdy dochází k nedokonalému tvoření semen. Někdy se semena nemusí v tomto důsledku tvořit vůbec. Velmi důležité je sluneční záření především v období kvetení a dozrávání tobolek (Bechyně & Novák 1987).

Nároky na vodu

Velmi důležitým faktorem pro dobrý růst a prospívání máku je rovnoměrné a dostatečné zásobování vodou. Největší komplikace mohou nastat ve chvílích sucha v období vzcházení, kdy hrozí problémy při vzcházení nebo zaorávky porostů. Nejvíce ohroženy jsou pozdě seté porosty. Další kritické období je prodlužovací růst. Zde hrozí rostlině s nedostatkem vláhy snížení výnosu semen a makoviny a celkové zmenšení velikosti rostliny. Období sucha v této fázi může způsobit, že i u dobře vzešlého porostu může dojít ke dvoutřetinovému poklesu výnosu semen (Baranyk et al. 2010).

Druhý extrém je nadměrné množství srážek, které může způsobit z hlediska dlouhodobého působení vyšší výskyt tzv. hledáků. Jedná se o otevřené makovice, které nejsou, co se výnosu týče, žádoucí. Dochází tak ke značným sklizňovým ztrátám, jelikož semena snáze vypadávají z tobolky (Doležalová et al. 2010).

Nároky na půdu

Ideální jsou půdy středně těžké, hluboké, hlinité až hlinitopísčité s bohatým provzdušněním. Máku vyhovuje neutrální, popřípadě mírně zásadité pH. Pro mák není vhodné pěstování na půdách, které mají tendenci kornatět. Při vzcházení mák totiž nesnese půdní škraloup (Kuchtová et al. 2013). Nevhodné jsou také příliš studené lokality horského výrobního typu či zamokřené lokality (Baranyk et al. 2010). Je důležité dbát na pečlivé zpracování půdy, jelikož mák je plodina velmi citlivá na půdní podmínky, půdní nevyrovnanost nebo změny nastávající v půdě během vegetačního období, způsobené vlivem počasí či agrotechniky. Podstatné je nezanedbat základní přípravu, kvůli rovnoměrnému zpracování půdy (Bechyně & Novák 1987).

3.3 Aktuální situace máku setého v ČR a ve světě

Mák roste v oblastech s horkými léty a středními dešti. Hlavními producenty jsou Turecko, Indie, Austrálie, Francie, Španělsko a Maďarsko, přičemž 51 % celosvětově využívané plochy pro pěstování máku připadá na Turecko (Özbek & Ergönül 2020). Klíčovou změnou pro mák pěstovaný v České republice se stal v roce 2001 vznik organizace Český mák, sdružení právnických a fyzických osob. Do technologie pěstování se dostala celá řada nových postupů. Jedná se o zahájení ochrany proti chorobám a škůdcům, moření a kalibrace osiva, používání stimulantů a listových hnojiv, ale především o zlepšení výběru herbicidů. Mimo to je nyní možné regulovat zrání a pozdní zaplevelení. Odrůdy nabízejí větší výběr včetně ozimých odrůd a rozšířil se i sortiment odrůd s různým obsahem morfinu. Pokroku napomohlo i rozšíření pěstování máku po všech oblastech v ČR a zjednodušení agrotechniky. Stále je ale zapotřebí nacházet nové účinné vstupy a prvky, aby se docílilo vyššího výnosu semen a s tím spjaté snížení ceny máku (Vašák et al. 2010). Plochy, na kterých se mák pěstoval k roku 2020 činí 40 225 ha. Průměrný výnos představuje 0,75 t/ha a celková produkce je 29 326 t (Lohr 2021). Trend pěstování máku se zvyšuje díky spoustě prospěšných atributů (Ghafoor et al. 2019).

3.3.1 Produkce máku v ekologickém zemědělství

Pokud jsou semena máku určena pro ekologické zemědělství, vztahují se na ně požadavky kvality dle ČSN 46 2300-3 (Olejnata semena – Část 3: Semeno máku) a způsob jejich produkce musí odpovídat podmínkám certifikace vyplývajícím z legislativních podmínek a omezení platných pro ekologické zemědělství. V ekologickém zemědělství je kvalita produkce z větší části ovlivněna podmínkami stanoviště a ročníku z důvodu neumožnění využití syntetických prostředků. V konvenčním zemědělství podléhá cena máku výkyvům, kdežto v ekologickém zemědělství tomu tak není. Nehrozí přimíchání technického máku a kilogram máku za 100 Kč lze prodávat v dlouhodobém měřítku. Atraktivní pro ekologické pěstitele může být také setí máku do širokých řádků, které umožňuje pravidelné plečkování a spolu s provzdušňováním půdy zlepšuje výživu rostliny. I v případě ekologické produkce lze poměrně snadno dosáhnout dobrého výnosu za předpokladu použití organických forem hnojení (Kuchtová & Pšenička 2007). Návrat k tradičním dřívějším praktikám pěstování máku není pro ekologickou produkci vhodný. Vzhledem k požadavkům ekologického zemědělství na pěstování máku je klíčové především používání nových poznatků, využití moderní zemědělské techniky a modifikované pěstitelské postupy vhodné pro ekologické aplikace (Kuchtová et al. 2013). U ekologické produkce máku se vytváří problémy především v oblasti regulace plevelů, a to především u jarního máku. Může za to nedostatek povolených přípravků. K rozšíření ploch máku by mohla napomoci inovace agrotechniky. Jednou z takových inovací je aplikace bioagens, což jsou přípravky obsahující fytoparaziticky aktivní organismy, které regulují nežádoucí patogenní organismy nacházející se na osivu či v půdě. Jedná se například o přípravek Gliorex (Kuchtová et al. 2016).

3.3.2 Šlechtění

V České republice bylo šlechtění máku zaměřeno na univerzální typ s vysokým výnosem a kvalitním semenem, zvýšeným obsahem morfinových látek a vyšší produkcí makoviny pro farmacii. V roce 2014 však došlo ke změně v návaznosti na vstoupení v platnost novely zákona o návykových látkách a ke změně některých dalších zákonů. Došlo například k znemožnění pěstování odrůd máku setého (*Papaver somniferum* L.), které by mohly v sušině rostliny obsahovat více než 0,8 % morfinu. Tento zákon se nevztahuje pouze na pěstování máku pro výzkumné účely, pro zachování genetické rozmanitosti a samotné šlechtění. Šlechtitelské směry se měnily z hlediska poptávky a odvětví zpracovatelského průmyslu (Kuchtová et al. 2016).

Nyní jsou všechny registrované i nově šlechtěné odrůdy máku známy jako typ linie. Toto šlechtění se zakládá na výběru vhodných rodičovských genotypů a jejich křížení. Na to posléze navazuje výběr a hodnocení potomstva. Pro zdroj rodičovského genotypu je nejlepší použít materiály z kolekce genových zdrojů máku, které jsou dostupné v rámci Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity. Další možnosti jsou například rozpracované šlechtitelské materiály nebo krajové kultivary (Havel 2018)

Samotné systematické šlechtění odrůd v České republice započalo ve 30. letech 20. století. Základem pro šlechtění byly krajové odrůdy pěstované doposud. Byl to třeba Sušický červenosemenný mák. Z první šlechtitelské generace, kam patřil Dragerův stříbrošedý,

Freudlův Libverdský nepukavý, Karlův růžokvětý, Zborovický modrosemenný nebo Vyškovský byly registrovány odrůdy Dvorského Azur, Hanácký modrý a také Dubský stříbrošedý se zvýšeným obsahem morfinu. V další etapě šlechtění došlo ke zlomu, když se začaly používat i odrůdy zahraniční. Důležitý bod je také šlechtění ozimého máku, kdy nelze říci, že by se mák ozimý vyšlechtil z máku jarního. Ozimý mák je zkrátka zimovzdorný genotyp, který se postupně přizpůsoboval, až byl schopen přezimovat. Dnes je obecně známo, že ozimý typ máku má zcela jistě velké přednosti. Má v průměru až o 38 % vyšší výnos než mák jarní (Vašák et al. 2010).

Výzkumný ústav olejnin v Opavě, který je sídlem pracoviště organizace OSEVA vývoj a výzkum s.r.o., již třicet let zajišťuje registraci a tvorbu odrůd. Šlechtění zde bylo zahájeno v roce 1991 a od té doby vznikla celá řada odrůd. K současným registrovaným odrůdám patří z bělosemenného máku odrůdy Sokol, Orel a Racek. Z okrovosemenných byla v roce 2008 registrována odrůda Redy. Pro modrosemenný mák jarního typu, který slouží k potravinářským účelům jsou registrovány odrůdy Orfeus, Opex, Onyx. U odrůdy Orbis registrované v roce 2012 se jedná též o mák modrosemenný jarní, ale mimo potravinářského využití ho lze uplatnit i ve farmacii. Několik opavských odrůd je momentálně v registračním řízení. Dva z nich mají již návrh názvu. Jedná se o odrůdu Oppen a Obsidián. V obou případech se jedná o mák jarní modrosemenný (Vrbovský et al. 2021).

Mák setý pro svůj obsah alkaloidů je pěstován jak k farmaceutickým účelům, tak pro potravinářské využití pro svou nezaměnitelnou chuť. Zneužíváno ho může být v obchodě s drogami. A dokonce ve státech Jihozápadní Asie nalezne mák své využití jako salát. Je třeba podotknout, že odrůdy máku využívané pro potravinářské účely se zcela liší od odrůd máku využívaných pro farmacii. Poslední kategorií jsou odrůdy, které se šlechtí pro okrasné účely a jsou využívané v zahradách (Kuchtová et al. 2013).

3.4 Pěstování máku

3.4.1 Příprava půdy

Z dlouhodobého hlediska je výhodné mák pěstovat v bramborářské výrobní oblasti. Pozemek je vhodné vybrat takový, aby se na něm dalo pohodlně provádět válení, plečkování a aby se jednalo o hlubší a strukturní půdy. V ekologickém zemědělství není vhodné mák zařazovat po obilninách z důvodu zaplevelení. K základní přípravě půdy patří zavčas provedená podmítka. Je potřeba minimalizovat operace v předseťové přípravě. Provádí se pouze vláčení. Jako regulaci plevelů můžeme také použít opakovanou přípravu půdy (Kuchtová 2021).

Setí by mělo probíhat brzy z jara, ale je důležité dbát na to, aby při předseťové přípravě byla půda prohřátá a nedocházelo k tvorbě hrudek. Hrubé urovnání brázdy by se mělo provádět již na podzim a na jaře minimalizovat předseťovou přípravu, z důvodu šetrného zacházení s půdní vláhou na jaře (Cihlár et al. 2007).

Po sklizni předplodiny je vhodné důkladně odplevelit půdu, nejlépe ještě před setím, aby nedošlo k zaplevelení nového porostu. Herbicidní úpravy porostu mohou být především v případě výskytu vlčího máku velmi problematické. Podmítka je prvním krokem v přípravě půdy. Provádí se co nejdříve po sklizni předplodiny. V posledních letech se stává téměř nutností ošetřit pozemek neselektivním herbicidem v případě silného zaplevelení pozemku, jelikož

plevele jsou schopné vzejít a růst i v zimním období. Hloubka podmítky činí 8-10 cm, což je ideální pro růst plevelů a následné provení klasické orby. Půda musí být prokypřena minimálně do hloubky 15 cm. Rostliny tak mají přístup k živinám i z hlubších půdních horizontů a zamezí se zároveň větvení hlavního křovitého kořenu. Na jaře je třeba půdu pomocí kompaktorů nebo bran půdu prokypřit (Satranský & Cihlář 2021).

3.4.2 Osivo

K založení vysoce vyrovnaného a vysoce produktivního porostu je potřeba především kvalitní osivo. Vzhledem k tomu, že je osivo vystaveno mnoha škodlivým faktorům, je třeba jej řádně ošetřovat. Patogenní organismy mohou být přenosné osivem nebo se nacházet v půdě samotné. V konvenčním zemědělství připadá v úvahu moření osiva chemickou cestou, avšak pro ekologické zemědělství není vhodné (Pšenička & Hosnedl 2007). Ošetření osiva je klíčovým faktorem pro získání zdravého porostu a v dnešní době je naprosto běžnou pěstitelskou strategií. Předchází se tak významným ohrožením máku jako je plíseň maková, která pochází z osiva napadených makovic. Jedná se o houby z rodu *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis* a *Phomopsis*. Riziková pro rostliny může být i helminosporiíza (Kuchtová et al. 2013). Tato choroba se pokládá za nejnebezpečnější pro mák setý, a hlavně kvůli ní se mák moří. Houbové choroby dokáže významně ovlivnit preventivní moření osiva mořidlem Agronal. Pro zvětšení objemu osiv máku a dodání výživných látek se používá peletizace, což je převedení semen do granulované formy. Tento postup se však neosvědčil jako příliš vhodný vzhledem k nižší vzcházivosti spjaté s nepříznivými povětrnostními podmínkami (Bechyně 1993). Za nejvhodnější insekticidně fungicidní mořidlo se považuje Crusier OSR a od roku 2006 lze hovořit také o insekticidním mořidle Chinook 200 FS (Cihlář et al. 2008).

3.4.2.1 Ošetření osiv

Napadení porostu chorobami limituje jeho přirozený a zdravý vývoj. Proto je třeba využívat kvalitní osiva jak z hlediska biologického, tak semenářského. Rozeznáváme několik metod ošetření osiv. První jsou fyzikální metody, kam řadíme separaci nebo elektronickou desinfekci. Další jsou metody termické, kam spadá metoda HWT a poslední je kategorie biologického moření, u které lze uvést například předkličování či aplikaci bioagens. Při výběru ošetření osiva je třeba dbát na vlastnosti semen máku, aby nedošlo ke zbytečnému poškození (Kuchtová et al. 2013). Omezení výskytu houbových chorob a pozitivní vliv na výnos má např. ošetření osiva pomocí přípravku Polyversum (Kuchtová & Dvořák 2013). Pro snížení výskytu chorob přenosných osivem jsou z fyzikálních metod často užívány E-ventus, HWT (Kuchtová 2012). Nejrozšířenějším ošetřením osiva je moření. Tento způsob slouží především pro eliminaci výše zmiňovaných houbových chorob. U moření je třeba dávat pozor na dávku. Málo mořidla může mít nižší účinnost a příliš vysoká dávka může osivo toxicky poškodit a snížit jeho biologickou kvalitu. Spolu s mořidlem lze aplikovat sorbenty vody, podpoří se tak vzcházivosti a nárůst výnosu semen. Směsí mořidla a lepidla lze osivo potahovat. Této metodě se říká inkrustace, kdy je výhodou možnost potahovou látku obohatit o další pozitivní složky jako jsou například živiny. Pro drobnosemenné plodiny, jakou je i mák setý, je vhodné obalování. Jediným negativem je nedořešený výběr vhodného obalovacího materiálu. Vzhledem k tomu, že mák se vysévá velmi brzy na jaře a z počátku velmi špatně prospívá, je třeba vyšet dostatek

semen. Hovoříme asi o 250 semenech/m². Z toho vzejde asi jen jedna čtvrtina. I přesto, že se těmto rostlinám podaří vzejít, je většina z nich slabých a v porostu zcela nežádoucích a mohou působit až jako plevel. Faktory, které ovlivňují kvalitu osiva je mnoho. Jedná se o odrůdu, správnou agrotechniku, sklizeň, následné uskladnění a v neposlední řadě také úpravu a ošetření osiva (Vašák et al. 2010).

Osivo z podzimních či zimních výsevů se zatím jeví jako nejvhodnější a nejzdravější a má vysokou biologickou kvalitu. Větší nebo středně velká semena nalezáme spíše u rostlin, které nejsou tolik rozvětvené. S každou další přibývajícím tobolkou na rostlině se zvyšuje pravděpodobnost podílu malých či nedozrálých semen. Pravděpodobně je to dáno vyšším počtem větších semen v osivu. Rostliny zpravidla lépe vzcházejí a jsou odolnější jak vůči nepříznivým vnějším podmínkám, tak proti chorobám, škůdcům a plevelům. A v konečném důsledku byly také vyzorovány vyšší výnosy semen a makovic (Bechyně 1993). Kara (2017) uvádí, že v experimentu pod jejím vedením byl též pozorován vyšší výnos jak u semen, tak u makoviny v podzimním výsevu. Rostliny byly vyšší a dosahovaly většího počtu makovic na rostlině. Příčinou je pravděpodobně mohutnější kořenový systém a delší vegetační doba.

Obecně pěstování ekologického máku, kvůli výskytu chorob, je velmi obtížné. Ekologický mák je pěstován v širokých řádcích, neboť v úzkých by se velmi těžko předcházelo výskytu plevelů bez použití herbicidů. Z hlediska nejasného škodlivého dopadu reziduí herbicidů na lidský organismus a životní prostředí stoupá tlak společnosti po alternativních cestách a šetrnějšímu přístupu k ošetření porostů. I přes narůstající spotřebitelskou poptávku je plošné užívání agrochemikálií velmi neefektivní (Hájková et al. 2010).

3.4.3 Založení porostu

Pokud využíváme zimní odrůdy, lze zakládat porosty máku během podzimu. Lze použít v některých případech i odrůdy jarní. Porosty ze zimních výsevů bývají zpravidla výnosnější, avšak je třeba počítat s rizikem vymrzání a ohrožení napadení houbovými chorobami. V osevním postupu považujeme ideálně mák za plodinu první trati. Předplodinou by tedy byly v nejlepším případě organicky hnojené okopaniny. V praxi je tomu poněkud jinak a mák se pěstuje většinou úspěšně po obilninách. Za nejméně vhodnou předplodinu je považován odlišně barevný mák, jelikož klíčivost semen máku je dlouhá až 4 roky. V takovém případě by mohlo dojít k promíchání různě barevných odrůd. U máku, ať už odlišně nebo stejně zbarveného, by se tedy v osevním postupu měl dodržovat odstup 4 až 5 let. S častějším zařazením máku do osevního postupu se zvyšuje riziko výskytu houbových chorob (Satranský & Cihlár 2021).

Velmi důležitým krokem u založení porostu je správný výběr místa a zařazení v osevním postupu. Mák má mít v osevním postupu po sobě rozestup pět let. Za vhodnou předplodinu můžeme pokládat luskovinu nebo předplodinu hnojenou hnojem. Často bývá mák pěstován po cukrovce, a to především v oblastech kde je hojně pěstována. Jako vhodný přerušovač obilních sledů může působit obilnina či kukuřice. Po těchto dvou plodinách lze mák pěstovat také. Zvýšenou pozornost musíme klást na rezidua triazinů, sulfonilmočovín a trifluralinu, které se mohou vyskytovat po zmíněných předplodinách. Nevhodná předplodina pro mák je ozimá řepka a je lepší se jí vyhnout kvůli výdrolu ozimé řepky, který by mohl mák poškodit (Baranyk et al. 2010).

Mák by se měl vysévat brzy na jaře. Pozdní výsev zbytečně snižuje produkci. K setí lze použít mechanické nebo pneumatické stroje. Vytvoření seťového lůžka s utuženým prostředím lze dobře zajistit pomocí secích botkových výsevních jednotek. Vzhledem k drobnému osivu je doporučená hloubka výsevu 1-2 cm. Optimální výnos zajišťuje správná hustota porostu. Pro umožnění plečkování a s tím spojenou regulaci plevelů je vzdálenost mezi řádky 45 cm. V ekologickém zemědělství je považován za ideální počet rostlin ve sklizni 30-40 rostlin/m². Reálně se však pohybujeme okolo 18-25 rostlin na metr čtvereční. Pokud vyséváme neošetřené kvalitní osivo, je dávka výsevu 1,4 kg/ha. Na druhou stranu u přípravky ošetřeného osiva se pohybuje výsevek okolo 0,9-1 kg/ha. Při zakládání porostu je možné využít metodu výsevu 3 kg zdravého i poškozeného osiva dohromady s poměrem 1:4 (Kuchtová et al. 2013).

Pro setí je potřeba použít kvalitní osivo ve vynikajícím zdravotním stavu. U necertifikovaného osiva je vysoká šance infekce helmintosporiózou nebo plísní makovou. Při použití stimulantů klíčivosti a vzcházejivosti je sporný jejich účinek. Zdánlivě jsou totiž všechny pro mák vhodné, ale záleží na lokalitě a ročníku. Nejpozitivnější účinky byly pozorovány v horších lokalitách, kde ovšem je otázkou, zda je vůbec vhodné mák pěstovat. Spolehlivé doporučení nejvhodnějších stimulantů osiva tedy prakticky není možné (Havel 2020).

Pokud splníme zásady správné předseťové přípravy, vybereme vhodnou odrůdu, aplikujeme ideální startovací hnojivo, provedeme kvalitní zasetí za dodržení podmínek výsevu a správné hloubky, jsou splněné na správné založení porostu. Při výběru hnojiva pro předseťovou aplikaci je třeba pohlížet na aspekty jako je pH půdy, zásobení půdy živinami, předplodina a výnosový potenciál vybraného pozemku (Musil & Grznár 2016).

3.4.4 Agrobiologická kontrola porostu

Mák je třeba pozorovat téměř každý den, nebo minimálně jednou za tři dny. Musíme počítat s pomalým růstem máku po vzejití, a naopak rychlým vzcházením plevelů. Mák by měl vzejít do 2-3 týdnů po zasetí. Při kontrole vzcházení se využívají signální body. Půdu lze rozrušit kroužkovými válci v případě, že se vytvoří půdní škraloup, který znemožní máku vzcházení. Dále je potřeba pozorně sledovat signální body a pozorovat případný výskyt krytonosce. V případě příliš hustého porostu (jedná se o více jak 150 rostlin/m²) lze porost prosekat nebo proředit lehkými branami (Vašák et al. 2010).

3.4.5 Možnosti hnojení a ošetření porostu

Mák má nízkou schopnost osvojovat si živiny z půdy, avšak je potřeba podotknout, že pro správnou kvalitu a výnos mák potřebuje správnou výživu z hlediska makro i mikrobiogenních prvků. Z mikroprvků je mák náročný hlavně na zinek a bór a uplatní se v tomto případě především mimokořenová výživa. Dávka se pohybuje okolo 200 gramů boru na hektar a u zinku jde o 400 gramů na hektar (Baranyk et al. 2010). Bór se aplikuje ve fázi plně vyvinutých 4-8 pravých listů. Vhodná jsou hnojiva Campofort special B, Bór 150 nebo SUS boron. Pokud je v půdě nedostatek fosforu, je třeba aplikovat hnojivo Amofos, které se zapraví ještě před předseťovou přípravou. Nedostatek fosforu by mohl totiž způsobit nedostatečný vývoj kořenového systému či hned v začátcích vegetace by se mohl projevit pomalejší růst rostlin (Satranský & Cihlár 2021). Mák setý zvyšuje svou produkci v případě přihnojení těmito mikroelementy. Bór ovlivňuje výnos semen, neboť podstatně zasahuje do

opylování. Je důležitý především pro svou schopnost napomáhat lépe využít vápník a důležitou roli hraje také v syntéze bílkovin a fytohormonů, a to hlavně cytokininů. Zinek je zase žádoucí pro svou schopnost tvorby růstových látek a s tím spjatý dlouhivý růst rostlin. Dále je aktivátorem celé řady metabolických reakcí a také součástí řady enzymů. Dalším z této skupiny prvků je molybden, který je součástí enzymů, které mají značný význam pro rostlinu v metabolismu dusíku a při syntéze růstových hormonů. Molybden je součástí více než šedesáti enzymů. Patří sem například enzymy jako je nitrogenáza nebo xantindehydrogenáza. Pro prevenci proti poléhání rostlina potřebuje křemík, který má celkově velmi příznivý vliv na zdravotní stav máku. Rostliny vyžadují jen nízké dávky těchto prvků, většinou v řádech stovek gramů na hektar, proto je na místě výživu řešit především pomocí mimokořenové aplikace listových hnojiv (Škarpa & Richter 2016).

Velmi důležitým opatřením je hnojení dusíkem. Pokud pěstujeme mák především pro morfin, dá se touto cestou poměrně jednoduše stimulovat obsah tohoto alkaloidu. Doporučuje se však používat dusíkatá hnojiva s obsahem síry. S dávkou dusíku by se mělo postupovat opatrně, jelikož nadměrná dávka může způsobit větvení rostlin, poléhání a prodloužení kvetení. Je proto žádoucí aplikaci dusíku rozdělit na menší části oproti jednofázové aplikaci dusíku před setím (Baranyk et al. 2010). Účinná je také aplikace listových hnojiv s obsahem dusíku. Především v době dlouhivého růstu je příjem tohoto prvku u rostlin zvýšený (Cihlář et al. 2003). Hnojení základními živinami pro optimální výnos se pohybuje okolo 50 kg N, 66,7 kg CaO, 61,7 kg K₂O, 21,7 kg P₂O₅ (Fejer & Salamon 2014). Konkrétně u dusíku je vhodné přihnojovat podle zařazení v trati. Pokud je mák zařazen do II. nebo III. trati, přihnojujeme 30 kg N/ha. Další dávka 30-40 kg N/ha přichází v období prodlužování stonku až po poupata. Výživa porostu je klíčová. Především před samotným výsevem využíváme organického hnojení, pokud tedy nevyséváme po organicky hnojených okopaninách. Alternativní možností jsou také rychle mineralizovatelná hnojiva jako je fermentovaná drůbeží kejda, výpalky nebo péřové moučky (Kuchtová 2012).

3.4.6 Ochrana proti škůdcům a patogenním organismům

Choroby

Rizikovými chorobami u máku setého bývají především helmintosporióza a plíseň maková, dále pak srdéčková hniloba a spála máku. Helmintosporióza dokáže snížit výnosy semen až o 80 %. Působí po celou dobu vegetace a je schopna napadnout všechny části rostliny. Na pohled se tato choroba projevuje hnědými skvrnami, které později černají a na stoncích se objevují modročerné proužky. Samotné napadené makovice jsou poté daleko menší a jsou na nich pozorovatelné šedo-zelené plstnaté povlaky, později se zabarvují do hněda. Uvnitř makovice jsou semena poškozená, zdeformovaná a spojená do shluků. Ideálním opatřením proti helmintosporióze je moření přípravky typu Agronal (Bechyně 1993).

Další chorobou je plíseň maková, která je riziková především u porostů založených na podzim (Doležalová et al. 2010). Tato plíseň napadá mák po celou dobu vegetace. Postižené rostliny napřed nápadně zblednou, poté dojde k jejich deformaci a zpomalí se jejich růst. Rostliny jsou vlivem plísně makové ztlustěné, kadeří se a jsou velmi křehké. Spodek listů pokrývá hustý povlak bílých a šedofialových sporangioforů a sporangií. Poškozené listy jsou skvrnitě a zbarvené do hněda. Pokud dojde k silnému napadení, poškozuje se i lodyha, která se

v tomto případě neprodlužuje, nevětví se a pokud vytvoří nějaká poupata, nekvetou. Nejúčinnější metodou ochrany proti plísní makové je dodržení agrotechnických zásad, a to především správné střídání plodin a vyhýbat se příliš hustému porostu. Dobré a účinné je fungicidní moření osiva. V případě ekologického zemědělství je během vegetace potřeba provádět preventivní ošetření pomocí biologického přípravku na bázi *Pythium oligandrum* a u konvenčního zemědělství pomocí registrovaného přípravku s účinnými látkami tebuconazole a prothioconazole (Baranyk et al. 2010).

Morfologicky velmi podobným druhem je *Peronospora cristata*. Napřed byly tyto dva druhy diferenciovány na základě rozměrů konidií, ale později se zjistilo, že se překrývají (Landa et al. 2007).

Dále lze uvést ze závažných chorob máku například spálu a padání rostlin máku. Tato choroba je způsobena houbami rodu *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis* či *Phomopsis*. Obvykle se vyskytuje u máku pěstovaného na těžkých půdách a z nemořeného osiva. Vyskytuje se jak před vzejitím, tak po vzejití. Postižené rostliny před tím, než vzejdou a v průběhu vzcházení padají a hynou. Pokud rostliny i tak přežijí, jsou poškozené, povadlé a mívají zaškrcený krček. Takto oslabené rostliny jsou zpravidla náchylnější k napadení houbovými chorobami, které rostlinu poté zahubí úplně. Kořeny jsou hnědé a postupně černají a odumírají, listy uvadají a hnědnou. Účinnou metodou ochrany je vyhnout se pěstování máku na slévavých půdách, kde je vysoká pravděpodobnost tvorby půdního škraloupu. Využívat přípravek Crusier OSR na moření osiva a souběžně používat osivo ošetřené pomocí metody E-ventus (Vašák et al. 2010).

Choroba, kterou způsobuje nedostatek bóru v půdě se nazývá srdéčková hniloba a projevuje se pomalým růstem rostlin. Nejmladší listy se zbarvují do hněda, dochází k zasychání vzrostného vrcholu a poupata též hnědnou a poté odumírají. Jako ochranné opatření je třeba navýšit okamžitě obsah bóru v půdě a dodat ho tak rostlinám (Bechyně 1993).

Škůdci

Pravděpodobně nejznámějším škůdcem máku je krytonosec kořenový. Jedná se o nosatcovitého brouka, který v dospělosti dosahuje až 3,5 mm. Poznávacím znamením pro tohoto škůdce je tmavá skvrna za štítkem a do bíla zbarvená skvrna na konci krovek. Mák napadají většinou koncem dubna. Dospělí brouci poškozují rostliny žírem a jsou zpravidla mnohem nebezpečnější než jejich larvy, které samičky kladou do pletiv spodních listů (Baranyk et al. 2010). Znatelně viditelné jsou u vzcházejících rostlinek okénkové žíry. V tomto důsledku rostliny odumírají a prakticky mizí. Pokud se jedná o starší rostliny, jsou do nich tímto broukem vyskoušány nepravidelné či okrouhlé otvory. Kritické období, kdy je krytonosec aktivní nejvíce, je sucho a teplo (Sikora 2014). Standardní ochrana je použití insektofungicidně mořeného osiva, avšak je potřeba sledovat porost i v období mezi dobou vzcházení až do doby čtyř pravých listů. Tento škůdce se identifikuje velmi obtížně, neboť je velmi plachý a při sebemenším vyrušení opadá z rostliny a kvůli svému zbarvení splyne s prostředím. Je tedy na místě pozorovat známky ožírání porostu a zavčas použít insekticid. Přímou proti krytonosci kořenovému jsou registrována insekticidní i insektofungicidní mořidla. Pro postřik je doporučen chlorpyrifos a cypermetrin (Baranyk et al. 2010).

Dále lze uvést bejlmorku makovou, která je rozšířena především v teplých oblastech Moravy, a více ohroženy jsou makovice poškozené krupobitím. Objevuje se především

v období květu a v počáteční fázi dozrávání. Na první pohled jsou postižené rostliny zakrnělé a pokrivené. Po rozříznutí makovice můžeme pozorovat poškozená semena, která jsou značně scvrklá a mají bledou až černou barvu. Uvnitř makovice spolu se znehodnocenými semeny nalezneme také larvy tohoto škůdce. Jsou velké 1,5-3 mm, oranžové barvy a v jedné makovici se jich může nalézat až sedmdesát (Vašák et al. 2010).

Mšice maková napadá listy, stonky, květy i tobolek. Saje na listech a ty se potom svinují. Rostlina se deformuje a je vlivem mšic oslabená. Pokud je napadení vyšší než 5 %, je třeba porost ošetřit selektivními insekticidy. Při těžkém napadení se utvářejí na rostlinách kolonie mšic a v makovicích se kvůli nim tvoří znehodnocená semena (Bechyně 1993).

Žlabatka stonková je také velmi nepříjemný škůdce máku. Jedná se o blanokřídlý hmyz dosahující velikosti 3 mm. Mají průhledná křídla a černé tělo. V porostech máku jsou pozorovatelní od června. Samičky si vyhlédnou zdaravou a dobře vyvinutou rostlinu a poté do jejího stonku nakladou vajíčka. Na rostlině se začnou objevovat dlouhé fialové skvrny a pletiva začínají odumírat. Poté skvrny hnědnou, a nakonec rostliny předčasně usychají. Hospodářsky významné škody způsobují především larvy, požíráním a následným přerušением vodivých cévních svazků. Nad místem poškození kvůli tomu dojde k úplnému zastavení přísunu vody a živin. Pokud je napadení rozsáhlejší, může dojít až k odumření celé rostliny. K detekci přítomnosti žlabatky lze využít tzv. umělé rostliny, které jsou vytvořeny ze zelených tyček a potřené nevysychavým lepidlem. Tyčky jsou v porostu ponechány po dobu jednoho dne a následně přichází na řadu vyhodnocení hustoty napadení. Jako následnou ochranu je vhodné použít insekticid. Doporučená doba aplikace je období prodlužování růstu. Momentálně jediným registrovaným přípravkem proti tomuto škůdci je Cyperkill 25 EC. Tento přípravek se dá také použít proti mšici makové, která se v porostu vyskytuje ve stejném termínu (Havel 2018).

3.4.7 Regulátory růstu máku setého

Regulátory růstu jsou žádoucí z hlediska zpevnění rostliny a omezení poléhání porostu. Omezuje se tak pravděpodobnost napadení rostliny plísněmi a fungují jako prevence před nerovnoměrným dozráváním, které se poté negativně promítne ve sklizni. Zemědělci mají v současné době k dispozici například fungicidní přípravek, který funguje také jako regulátor růstu. Jedná se o přípravek Tilmor. Tento přípravek je možné aplikovat současně s přípravkem Biscaya a užívá se v období kvetení máku (Ort et al. 2017).

Mák je pokádán za velmi citlivou plodinu, a proto potřebuje být ošetřován regulátory růstu. Růstové regulátory můžeme rozdělit do dvou skupin. První jsou přírodní, které se v rostlině vyskytují přirozeně a nazýváme je fytohormony. Druhou skupinou jsou regulátory syntetické neboli umělé a řadíme mezi ně morforegulátory. Látky, které stimulují růst rostlin jsou auxiny, cytokininy a gibereliny. Dále lze také uvést brassinosteroidy či polyaminy. Nopak látky jako je kyselina jasmínová, fenolické látky, především deriváty kyseliny skořicové, jsou považovány za látky s inhibiční funkcí. Auxiny podporují prodlužovací růst a objemový růst buněk. Dále stimulují tvorbu kořenů a ovlivňují aktivitu meristematických pletiv, ale také zakládání květních pupenů, opadávání listů a plodů. Cytokininy mají význam především pro tvorbu a růst pupenů. Mimo jiné zvyšují rychlost fotosyntézy a biosyntézu chorofylu. Nejobsáhlejší skupinou fytohormonů jsou gibereliny, jejichž účinek je znatelný především v prodlužovacím růstu stonku. Regulátory růstu jsou v obecném měřítku používány pro redukci

délky stonků rostlin. Tomuto stavu se dosáhne díky snížení dělení buněk. Možnost použití morforegulatorů nejsou u máku ještě zcela probádané a zkušenosti nejsou velké. Nyní je možné u máku použít pouze látku metconazole, která působí jako fungicid a ovlivňuje růst rostlin. U máku je tato látka určena proti poléhání porostu, neboť má schopnost zpevňovat stonek (Spitzer & Klemová 2012).

3.4.8 Sklizeň a posklizňové úpravy

Pěčlivá a opatrná sklizeň je stejně důležitá jako předchozí agrotechnika. Vlivem sklizení máku obilními kombajny semena máku mohou být poškozena nárazy a tlaky, které se na ně během sklizně vyvinou, přestože se jedná o stroje upravené pro bezztrátovou sklizeň drobných semen. Ohrožena jsou především semena málo vyzrálá. Může tak docházet k unikání oleje na povrch semene, kde rychle žlukne a mák tak ztratí potravinářskou hodnotu a jediná cesta je zpracovat jej na technické účely. Nejlepší je mák sklízet v poledních hodinách a orientovat se také podle vlhkosti vzduchu (Bechyně 1993).

Nejběžnějším termínem pro sklizeň je od poloviny srpna do začátku září. Poněkud rozdílné je to u ozimého máku, který sklízíme o měsíc dříve, tedy v červenci. Mák se sklízí většinou přímo sklízecími mlátičkami. Pro správnou sklizeň je potřeba dosáhnout vyrovnaného, zdravého a nepoléhavého porostu. Mák se sklízí neprodleně po dosažení sklizňové zralosti, neboť by mohlo dojít ke ztátě alkaloidů vlivem deště. Co se vlhkosti týče, sklízíme do 10% vlhkosti semen a 17% vlhkosti makoviny (Vašák et al. 2010). Dobu sklizně lze také stanovit podle uložení semen v tobolce. Pokud jsou semena na dně tobolky a slyšitelně šustí při zatřesení rostlinou, je vhodné zahájit sklizeň. Tobolky jsou již suché a mají hnědou barvu a ani v jejich okolí by se neměly vyskytovat žádné zelené makovice (Satranský & Cihlár 2021).

V případě, že mák sklízíme s makovinou, je třeba si uvědomit, že společně s ní sklízíme i část stonků pod tobolkou. Jejich podíl v makovině je v rozmezí 25-45 %. Tím se může obsah morfinu ve sklizni snížit až na polovinu. V současné době je potřeba dbát na to, abychom sklízeli pouze nepolehlé porosty a správně zvládnout technologii sklizně makoviny. Ze stran zpracovatele jsou kladeny vysoké nároky na kvalitu makoviny. Je to způsobené snížením ceny morfinu a rostoucí cenou týkající se výrobních nákladů. Pozitivum na sklizni máku s makovinou je snížení sklizňových ztrát a navýšení výnosu až o 10 %. Pro tento typ sklizně se momentálně využívají standardní kombajny. Nevýhodou je, že kvalitně seřízený kombajn sklídí asi jen 40 % makoviny a zbytek je rozdrčen a znehodnocen. V Maďarsku však přišli na trh s adaptérem SMG-500, který tyto ztráty minimalizuje. Tento přístroj je schopen sklídit makovinu pouze s 10-15 % stonků (Baranyk et al. 2010).

Kvalita sklizně může být negativně ovlivněna mladými rostlinami s ještě nevyzrálými semeny. Nezralá semena jsou velmi měkká a dochází k jejich rozdrčení a vzniku kašovitě směsi, která ulpívá na plně vyvinutých semenech. Problém nastává ve chvíli, kdy tato směs nezralých semen začíná žluknout a poškozovat a znehodnocovat tak zdravá semena. Jediným možným řešením je nechat porost plně dozrát. Mák stejně jako většina olejnatých semen má tendenci se zapařovat a plesnivět. Slizeň se nemusí ihned čistit pouze v případě, že byl porost suchý, dobře vyzrálý a nezaplevelený (Havel 2018).

3.4.9 Skladování máku

Při skladování máku je třeba dávat pozor na to, aby nám sklizeň nenavlhla. Může k tomu dojít průnikem vody otvorem ve střeše nebo nedostatečně provětraným prostředím uskladnění. V tomto případě nastává ideální doba pro skladištní roztoče, kteří se zde aktivně začnou množit. Roztoči jsou nebezpeční především u olejnin, neboť jakmile dojde k jejich rozmnožení, poškozují sklizeň nehledě na to, jakou má zrovna sklizený mák vlhkost. Pokud ucítíme ze skladovaného místa vůni medu, roztoči již dosáhli nejvyššího stupně napadení a v tuto chvíli není možné využít žádná opatření. Proto je třeba sklizený mák často kontrolovat a případně dosušovat. Potřeba jsou také kontroly čistoty (Baranyk et al. 2010). Kombinace makoviny a máku se dosuší v halách s aktivním větráním. Optimální vlhkost pro mák je pod 10 % a pro makovinu pod 17 %. Z časového hlediska je možné již suchou směs skladovat až do období další sklizně. Problémem především menších pěstitelů je absence ideálních skladovacích prostor. V takovém případě lze využít halu s vhodnou podlahou a kdekoli v ní instalovat mobilní aktivní větrání. Provzdušňování máku společně s makovinou má výhodu ve zvětšení mezisemenného prostoru, kterým poté lépe projde vzduch (Vašák et al. 2010).

4 Metodika

Přesný polní maloparcelkový pokus s odrůdou máku setého Aplaus byl veden na Výzkumné stanici Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Červeném Újezdě, která byla založena roku 1974 jako pracoviště kateder fyto technického směru. Na stanici jsou realizovány jak pokusy v rámci výzkumných projektů, tak i bakalářské, diplomové či doktorské práce. Zčásti jsou pokusy využívány pro osivářské a chemické firmy. Celkem zaujímá stanice 30 ha pozemků a cca 6 ha slouží jako pokusná plocha.

4.1 Charakteristika stanoviště a klimatické podmínky

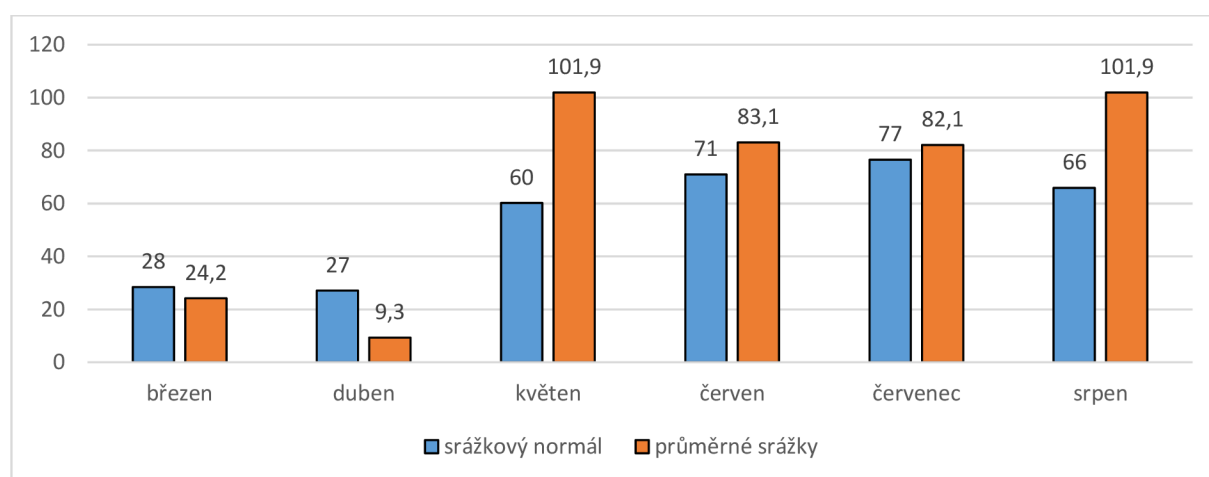
Výzkumná stanice Červený Újezd patří do mírně teplé oblasti, mírně suché a převažují spíše mírnější zimy. Stanice leží v nadmořské výšce 398 m n. m a nachází se asi 7 km od hranic hlavního města Prahy. Pozemky jsou součástí Bělohorské plošiny, která je mírně zvlněná. Převažuje rovinatý terén. Půdním typem je hnědozem. Půda má následující vlastnosti: střední obsah humusu, reakce neutrální, střední sorpční kapacita a koloidní komplex je nasycen.

4.1.1 Klimatické podmínky v roce 2021

Z hlediska klimatických podmínek přinesl rok 2021 pro Červený Újezd spíše příznivé dny a měsíce. Především teplota se pohybovala v mezích dlouhodobého průměru. Jedinou výjimkou byl měsíc srpen, kdy se teplota výrazně a negativně odchýlila od dlouhodobého průměru. Srážky byly variabilnější, avšak stále převažovaly normální nebo nadprůměrné hodnoty.

V grafu č. 1 je srovnání průměrného úhrnu srážek se srážkovým normálem v daném časovém období (březen, duben, květen, červen, červenec a srpen). Z grafu je patrné, že jediným srážkově podprůměrným měsícem byl duben. Naproti tomu v květnu a srpnu byly úhrny srážek nadnormální. Celkově za celý rok byl úhrn srážek spíše nadprůměrný.

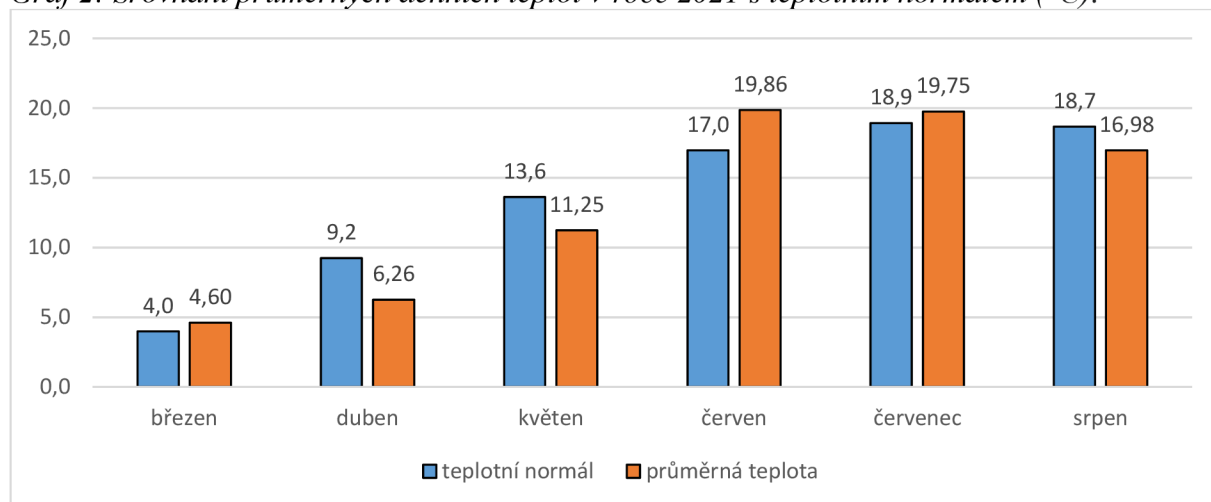
Graf 1: Srovnání průměrného úhrnu srážek v roce 2021 se srážkovým normálem (mm)



Z grafu č. 2, který znázorňuje průměrné teploty ve srovnání s dlouhodobým průměrem, je patrné, že průměrné denní teploty byly podnormální v období dubna, května a v srpnu.

Nadprůměrné teploty naopak byly především v červnu, kdy přesahovaly o téměř 3 °C dlouhodobý průměr.

Graf 2: Srovnání průměrných denních teplot v roce 2021 s teplotním normálem (°C).



4.2 Agrotechnika použitá v pokusu

Tabulka 1:

Agrotechnika pokusů 2021	
herbicidy preemergentní	Calisto 0,25 l/ha + Command 36 SC 0,15 l/ha
setí	30.3.2021, 1,75 kg/ha, odrůda Aplaus
hnojení před setím	200 kg LAD
insekticidy - 2. pravý list	Karate zeon 0,1 l/ha
hnojení během vegetace	200 kg LAD - 7.5.2021
herbicidy - 20 cm	Laudis 1,7 l/ha + Tomahawk 0,3 l/ha
sklizeň	19.08.2021

Odrůda Aplaus

Jedná se o středně ranou modrosemennou odrůdu, která je určená pro produkci semene pro potravinářské účely a makoviny pro farmaceutický průmysl. Byla registrována v roce 2014. Rostliny této odrůdy jsou zpravidla středně vysoké a středně odolné proti poléhání před sklizní. Tato odrůda je méně až středně odolná proti napadení helmintosporiózou na listech a středně odolná proti napadení helmintosporiózou v tobolkách. Mimo to je také středně odolná proti napadení plísní makovou. Jedná se o odrůdu spíše typu slepák, výskyt hledáků bývá u Aplausu nízký. Pokud hovoříme o sortimentu modrosemenných odrůd, je výnos semene odrůdy Aplaus středně vysoký, výnos makoviny nízký až středně vysoký a výnos morfinu středně vysoký až vysoký. HTS (hmotnost tisíce semen) je u této odrůdy středně vysoká, obsah oleje v semeni středně vysoký a obsah morfinu v makovině středně vysoký.

4.3 Přípravky použité pro ošetření osiva máku

Cruiser OSR

Jedná se o insekticidní a fungicidní přípravek proti škůdcům a houbovým chorobám. Je ve formě kapalného suspenzního koncentrátu. Obsahuje tři účinné látky: thiamethoxam, fludioxonil, metalaxyl-M. Thiamethoxam je ze skupiny neonikotinoidů a jedná se o neselektivní systemický insekticid s reziduálním působením. Je schopný hubit škůdce požerovým a dotykovým účinkem. U poškozeného hmyzu je narušena činnost nicotinic acetyl choline receptoru v nervovém systému. Fludioxonil je ze skupiny fenylpyrrolů a jde o širokospektrální kontaktní fungicid s reziduálním účinkem. Částečně je přijímán semeny a omezeně translokován do klíčících rostlin. Účinkuje proti hospodářsky významným druhům hub ze tříd *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* a *Fungi imperfecti*. Metalaxyl-M patří do skupiny fenylamidů. Označuje se jako systemický fungicid, který je velmi dobře přijímán semeny a translokován do všech částí klíčících rostlin. Je schopen účinkovat proti hospodářsky významným druhům hub ze třídy *Oomycetes*.

Tento přípravek se doporučuje užívat v dávce 25 l na 1 tunu osiva máku. Moření se provádí pomocí kontinuálních nebo diskontinuálních mořiček, které zajistí přesné a rovnoměrné dávkování a pokrytí povrchu osiva mořidlem ve formě kapaliny nebo v suspenci.

TS Osivo

Tento přípravek je určen pro rychlý start porostu a jeho vitalitu. Aplikuje se buď samostatně nebo společně s mořidlem přímo na osivo. Klíčící rostliny potřebují energii pro svůj počáteční růst. Tu jim může poskytnout přípravek TS Osivo díky obsahu aminokyselin, huminových látek a ostatních složek (NPK, močovinový N, výtažek z mořských řas, B, Mo, Fe v chelátové formě, Mg, Mn, Zn, Cu ve formě síranů a látky se smáčivým a lepivým účinkem). Dále stimuluje růst kořenů a tvorbu kořenového vlášení, podporuje syntézu chlorofylu, podporuje metabolismus a urychluje tvorbu a růst nadzemní části.

Pro mák setý je doporučena dávka 10 l/t osiva.

Enviseed

Jedná se o pomocný výživový a stimulační přípravek, používá se jako součást mořící kapaliny. Napomáhá klíčivosti rostlin, působí stimulačně v raných fázích růstu a tím pádem vytváří vhodnější podmínky pro tvorbu kořenového systému.

Enviseed obsahuje směs organicky vázaného dusíku, aminokyselin, fytohormonů a mikroprvků v chelátové formě. Do přípravku je zakomponována pro lepší přilnutí mořící směsi přírodní směs látek snižující povrchové napětí. Díky aminokyselinám, které jsou v přípravku obsaženy, je cíleno na látky podporující vývoj semene v období klíčení. Mimo jiné jsou zde obsaženy stimulační látky auxinového a gibberelinového typu. Tyto látky zvyšují rychlost biochemických procesů a tím pádem působí podpůrně v počátcích vegetační fázi růstu. Obsahuje také prvky jako měď, železo, mangan či zinek, které, pokud jsou v biologicky dostupné formě, napomáhají snadnějšímu klíčení. V přípravku Enviseed je obsažen také bor, který příznivě působí na tvorbu kořínků a pro aktivní příjem živin. Na vývoj kořenového systému rostlin působí obsah velkého množství huminových kyselin v přípravku.

Před aplikací je potřeba vytvořit roztok smícháním přípravku s doporučeným množstvím vody. Pro mák setý činí dávka 30 l/t osiva + mořící přípravek v předepsaném ředění.

Sunagreen

Jedná se o stimulátor růstu a vývoje rostlin, vyhovuje i k využití jakožto součást kapaliny určené k ošetření osiva. Zvyšuje intenzitu počátečního růstu a vývoje rostlin a růst hmotnosti kořenového systému. Jedná se o rozpustný koncentrát obsahující dvě účinné látky: kyselinu 2-aminobenzoovou a kyselinu 2-hydroxybenzoovou. Ošetření osiva máku je doporučeno v dávce 30 l/t osiva.

Terra-sorb

Pomocný rostlinný přípravek; u máku je doporučeno dávkování 9 l/t osiva, aplikuje se běžnou technikou pro moření osiva ve směsi s mořidlem. U tohoto přípravku je důležitý obsah aminokyselin, které slouží jako výživné složky a aktivátory růstu kořenové soustavy. Aplikace na osivo vede i k rovnoměrnějšímu a rychlejšímu vzcházení. Terra-sorb je vhodný i pro odstranění následků stresových situací jako je sucho, extrémní teploty nebo převlhčení. Dále působí na fytotoxicitu agrochemických přípravků, problémy se vstřebáváním živin, kritická fyziologická období či zasolení půd.

Polyversum

Polyversum je biologický fungicid, který slouží pro ochranu rostlin proti houbovým chorobám, je ve formě smáčitelného prášku. Jedná se o přípravek na bázi mikroorganismu *Pythium oligandrum*. Je to mykoparazit, který napadá širokou škálu původců houbových chorob. Jedná se o „chytrou“ houbu, která nenapadne rostlinu, ale pouze plíseň samotnou. Výhodou také je, že tímto přípravkem nelze rostlinu předávkovat. *Pythium oligandrum* napadá konkrétně fytopatogenní houby. Využívá k tomu enzym, kterým rozkládá těla (mycelia) fytopatogenních hub a v některých případech i některé rozmnožovací orgány (sklerocia). *Pythium oligandrum* proniká svými vlákny do fytopatogenních hub a získává z nich živiny pro vlastní výživu. Napadenou houbu zcela vysaje a zničí. K dalším pozitivním vlastnostem tohoto přípravku patří schopnost symbiózy s kořenovým systémem. *Pythium oligandrum* produkuje nízkomolekulární protein oligandrin, který má systematické a translaminární vlastnosti. Ošetřované rostliny jsou pak rezistentní vůči foliárním houbovým chorobám. Projev této rezistence je buď aktivní – omezení klíčení spor patogena a potlačení růstu jejich těl, ale také pasivně, kdy dojde ke zluštění buněčných stěn rostliny.

Existuje řada možností aplikace přípravku: zálivka, postřik, máčení kořenů rostlin a moření osiva. Pro mák slouží k ochraně proti helmintosporioze a plísni mákové.

Gliorex

Jde o pomocný rostlinný přípravek ve formě smáčivého prášku, obsahující konidie hub rodu *Clonostachys* a *Trichoderma* a interní plnidlo. Pozitivně ovlivňuje vzcházení rostlin, zlepšuje celkovou vitalitu rostlin a dynamiku jejich růstu. Slouží pro ošetření osiva, satby, ošetření výsevních a výsadbových substrátů a půdy. Slouží jako prevence nástupu patogenních hub. Účinek působí na principu vyklíčení spor hub obsažených v tomto přípravku. Jejich těla se poté rozvinou v kořenovém systému ošetřovaných rostlin a působí preventivně proti

fytopatogenním houbám. Mimo jiné je schopný rozkládat organické zbytky a zpřístupňuje je rostlině, aby je mohla přijmout. Doporučená dávka pro mák setý činí 3 kg přípravku na 100 kg osiva.

E-ventus

Jedná se o fyzikální ošetření osiva prostřednictvím účinku nízkoenergetických elektronů. Tato metoda pozitivně ovlivňuje polní vzcházivost a zdravotní stav porostu. E-ventus umí odstranit spóry houbových chorob, bakterie a viry z povrchu semen. Výhodou, ve srovnání s chemickým mořením osiva, jsou nulová rezidua a možnost skladování nebo využití semen pro potravinářské účely. E-ventus lze kombinovat s insekticidními nebo fungicidními mořidly.

Prometheus

Jedná se o pomocný rostlinný přípravek postřikového typu a tekutého koncentráту. Slouží k podpoře vitality řepky a máku. Plodiny jsou díky němu schopné dosáhnout vyšších výnosů. Bakterie, které obsahuje, kolonizují kořeny řepky nebo máku a vytvoří s nimi prospěšné soužití, ze kterého těží oba organismy. Minerální látky jsou získávány pro rostlinu pomocí biodegradačního procesu. Mimo to také přípravek chrání kořenový systém kulturní plodiny proti stresovým faktorům. Aplikační dávka pro mák setý činí 1 l/ha. Do máku se aplikuje pouze jednou. Doporučuje se časně postemergentní aplikace za vhodných klimatických podmínek. Doporučené množství vody je 200-600 l/ha. Vzhledem k tomu, že přípravek obsahuje živé bakterie, které je potřeba dostat ke kořenům rostlin, aplikujeme jej za vlhkého počasí. Vlhká půda umožní bakteriím snazší pohyb v ní. V tomto případě stačí 200 l/ha vody. Pokud je období sušší, aplikujeme přípravek k večeru s větším množstvím vody. Za suchého a slunečného období se aplikace přípravku nedoporučuje.

5 Výsledky

V následující části práce je vyhodnocen vliv ošetření osiva na vybrané produkční parametry a výnos, a vliv ošetření osiva na vývoj rostlin a rozvoj kořenového systému máku setého.

Tabulka 2 znázorňuje pro lepší přehlednost barevné rozdělení jednotlivých přípravků a jejich skupin. Ošetření s Cruiserem OSR (v grafech značeno jako CR) zahrnuje 4 varianty, z toho jednu variantu tvoří samostatné použití Cruiseru OSR, u třech variant je použit společně s podpůrnými a stimulačními přípravky, případně i s fyzikálním ošetřením osiva metodou E-ventus. Ošetření osiva metodou E-ventus je použito i jako samostatná varianta. Mezi přípravky se stimulačními a podpůrnými účinky řadíme TS Osivo, Enviseed, Terra-sorb a Sunagreen. Další skupinou jsou varianty s ošetřením osiva biologickými přípravky (Polyversum, Prometheus a Gliorex) a součástí hodnocení byla samozřejmě i neošetřená kontrola.

Tabulka 2: Rozdělení variant ošetření osiva dle použitých přípravků

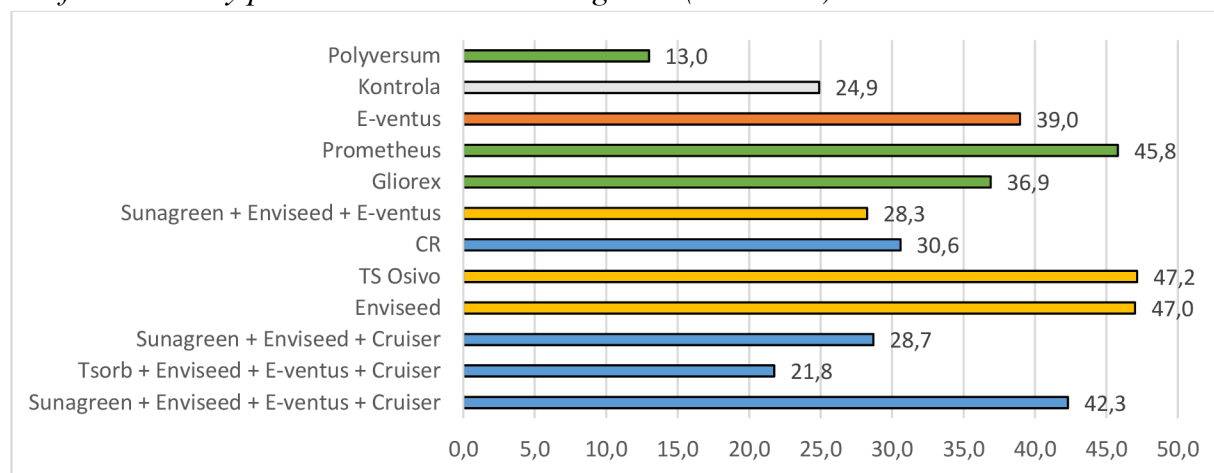
ošetření zahrnující Cruiser OSR	
biologické přípravky	
fyzikální ošetření osiva E-ventus	
stimulační přípravky a jejich kombinace	
kontrola	

5.1 Vliv ošetření osiva na sledované produkční parametry a výnos

Průměrný počet rostlin na m² na počátku vegetace

Graf č. 3 znázorňuje průměrný počet rostlin na počátku vegetace s tím, že hodnocení probíhalo 5.5.2021. Varianta ošetřená pomocí stimulačního přípravku TS Osivo dosáhla nejvyššího průměrného počtu rostlin na počátku vegetace - 47,2 rostlin na m². Velmi podobný počet 42,0 rostlin na m² byl zaznamenán u varianty ošetřené dalším podpůrným přípravkem Enviseed. Naopak nejnižší počet rostlin na m² na počátku vegetace (pouze 13 rostlin) byl zjištěn u varianty ošetřené biologickým přípravkem Polyversum. Naproti tomu, další dva hodnocené biologické přípravky – Gliorex a Prometheus dosáhly podstatně lepších výsledků – 36,9 a 45,8 rostlin na m². Varianty zahrnující přípravek Cruiser OSR celkově dosahovaly spíše nižších hodnot, stejně jako varianta samostatně ošetřená Cruiserem OSR. Neošetřená kontrola dosáhla 24,9 rostlin na m²; byl to třetí nejhorší výsledek ze všech hodnocených variant.

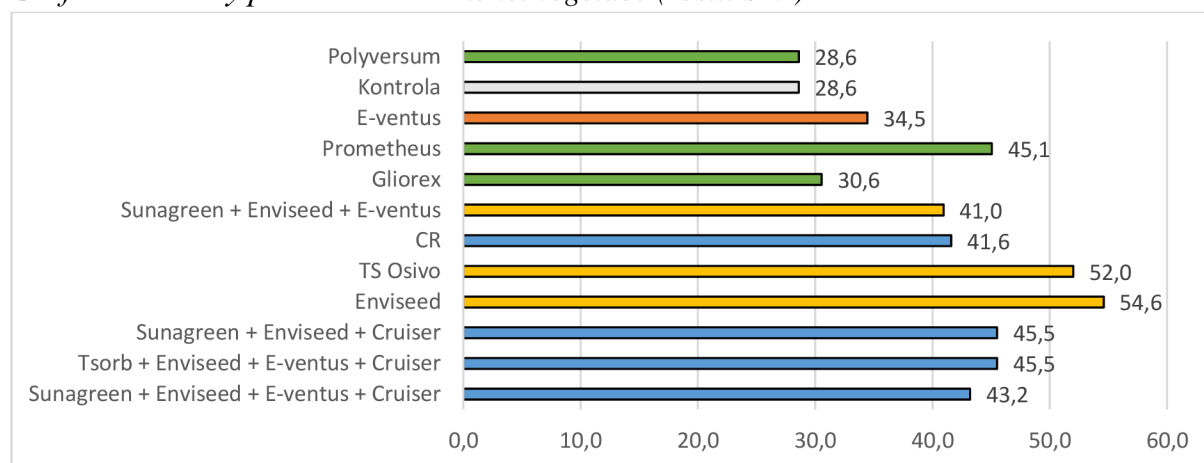
Graf 3: Průměrný počet rostlin na začátku vegetace (rostlin/m²)



Průměrný počet rostlin na konci vegetace

Výsledky hodnocení průměrného počtu rostlin na konci vegetace znázorňuje graf č.4. Hodnocení bylo provedeno dne 27.7.2021. Z grafu je patrné, že i při tomto hodnocení dosáhly nejlepších výsledků varianty s ošetřením osiva přípravky TS Osivo a Envisseed, stejně jako tomu bylo na začátku vegetace. Nejvyšší počet rostlin na m² (54,6 rostlin) byl zaznamenán u varianty ošetřené přípravkem Envisseed. Výsledky variant zahrnujících přípravky Cruiser OSR (jak samostatně, tak i v kombinaci s podpůrnými přípravky a systémem E-ventus) byly nyní vyrovnanější oproti hodnocení na počátku vegetace. Poměrně výrazné rozdíly byly zaznamenány mezi variantami ošetřenými biologickými přípravky, kdy varianta ošetřená přípravkem Prometheus značně převyšovala ostatní. Nejnižší průměrný počet rostlin na m² na konci vegetace (28,6 rostlin) byl zjištěn u neošetřené kontroly a u varianty ošetřené Polyversem.

Graf 4: Průměrný počet rostlin na konci vegetace (rostlin/m²)

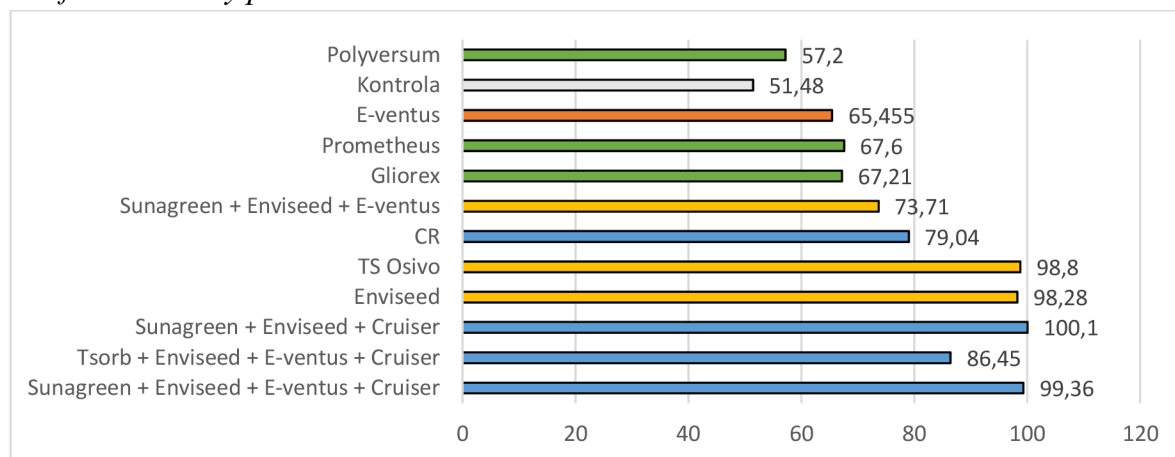


Průměrný počet makovic na m²

Výsledky hodnocení průměrného počtu makovic na m² jsou znázorněny v grafu č.5. Je z něj patrné, že nejvyššího počtu makovic na m² dosáhla varianta s osivem ošetřeným kombinací Sunagreen + Envisseed + Cruiser (100,1 makovic), těsně následovaná kombinací

Sunagreen + Envisseed + E-ventus + Cruiser a variantami s osivem ošetřeným přípravky TS Osivo a Envisseed. Nejhoršího výsledku (v průměru 51,5 makovic na m²) dosáhla neošetřená kontrola. Lze tedy konstatovat, že v případě všech využitých přípravků se ve větší či menší míře projevil určitý pozitivní efekt.

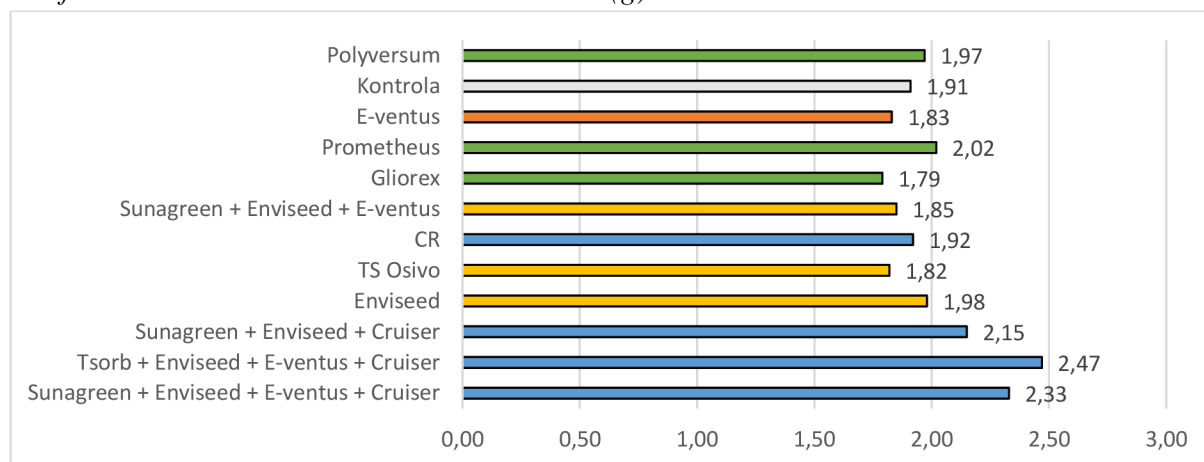
Graf 5: Průměrný počet makovic na m²



Průměrná hmotnost semen v makovici

Z grafu číslo 6, který znázorňuje průměrnou hmotnost semen v makovici je patrné, že varianta s osivem ošetřeným kombinací Tsorb + Envisseed + E-ventus + Cruiser dosáhla nejvyšší průměrné hmotnosti semen v makovici (2,47 g). Ostatní kombinace obsahující Cruiser dosáhly mírně nižší průměrné hmotnosti semen v makovici, ale i tak převýšily variantu se samostatným ošetřením Cruiserem (1,92 g). Nejnižší průměrné hmotnosti semen v makovici dosáhla varianta ošetřená Gliorexem (1,79 g). Je však třeba konstatovat, že výsledky všech hodnocených variant byly poměrně vyvážené, s výjimkou dvou kombinací s Cruiserem, kde průměrná hmotnost semen v makovici výrazněji překonala 2,3 g.

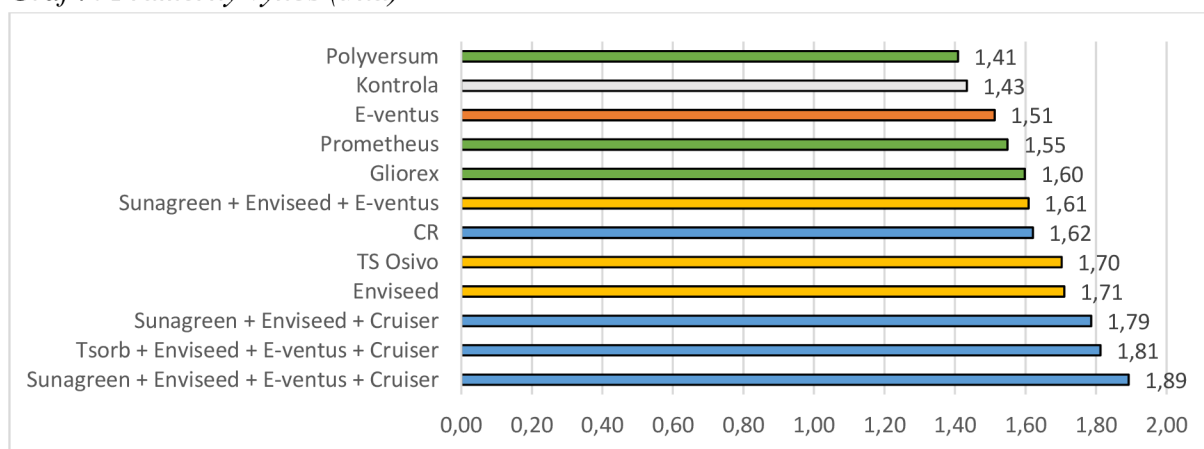
Graf 6: Průměrná hmotnost semen v makovici (g)



Průměrný výnos

V grafu č.7 je uveden hlavní produkční ukazatel: průměrný výnos semen. Nejvyššího výnosu (1,89 t/ha) dosáhla varianta s osivem ošetřeným kombinací Sunagreen + Envisseed+ E-ventus + Cruiser. Nejnižší výnos (1,41 t/ha) byl zaznamenán u varianty s osivem ošetřeným přípravkem Polyversum; téměř shodného výnosu (1,43 t/ha) dosáhla neošetřená kontrola. Celkově lze konstatovat, že k nejvýnosnějším patřily varianty s kombinacemi podpůrných přípravků + Cruiseru OSR + E-ventu. Nadprůměrných výsledků dosáhly i varianty ošetřené přípravky TS Osivo a Envisseed. Celkově nižší výnosy byly zaznamenány u variant ošetřených biologickými přípravky – zde obstála nejlépe varianta ošetřená Gliorexem, nejhůře, jak již bylo uvedeno, varianta s osivem ošetřeným Polyversem. K variantám s nejnižšími výnosy pak patřila kontrola, ale také varianta s osivem ošetřeným metodou E-ventus.

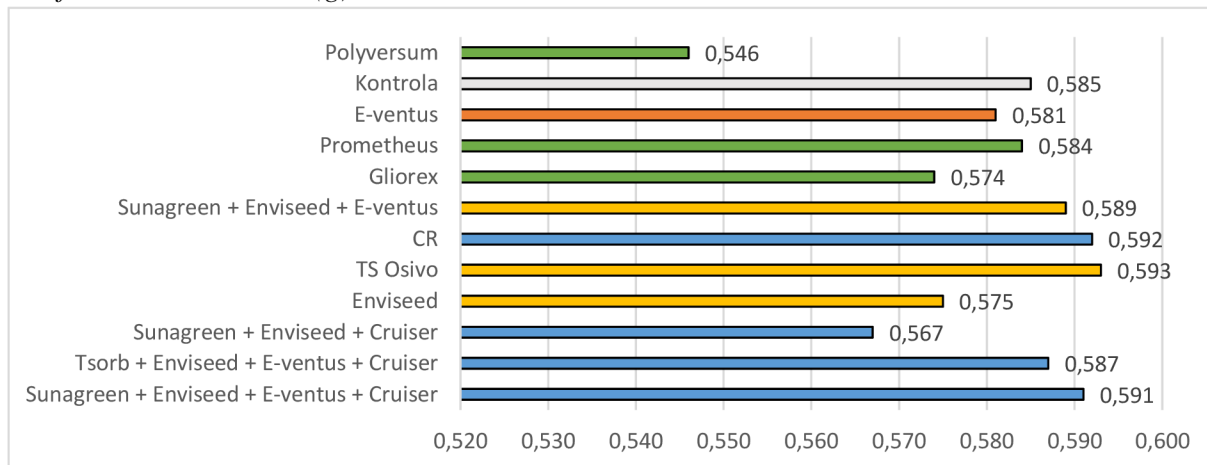
Graf 7: Průměrný výnos (t/ha)



Průměrná HTS

Posledním sledovaným produkčním parametrem byla hmotnost tisíce semen (HTS). Výsledky jsou znázorněny v grafu číslo 8. Nejvyšší průměrné HTS (0,593 g) dosáhla varianta ošetřená stimulačním přípravkem TS Osivo. Těsně za ní se umístily varianty ošetřené buď Cruiserem samotným, nebo jeho kombinací. Jedná se o variantu Sunagreen + Envisseed + E-ventus + Cruiser a variantu Tsorb + Envisseed + E-ventus + Cruiser. Nejnižší průměrné HTS (0,546 g) dosáhla varianta s ošetřením osiva přípravkem Polyversum.

Graf 8: Průměrná HTS (g)

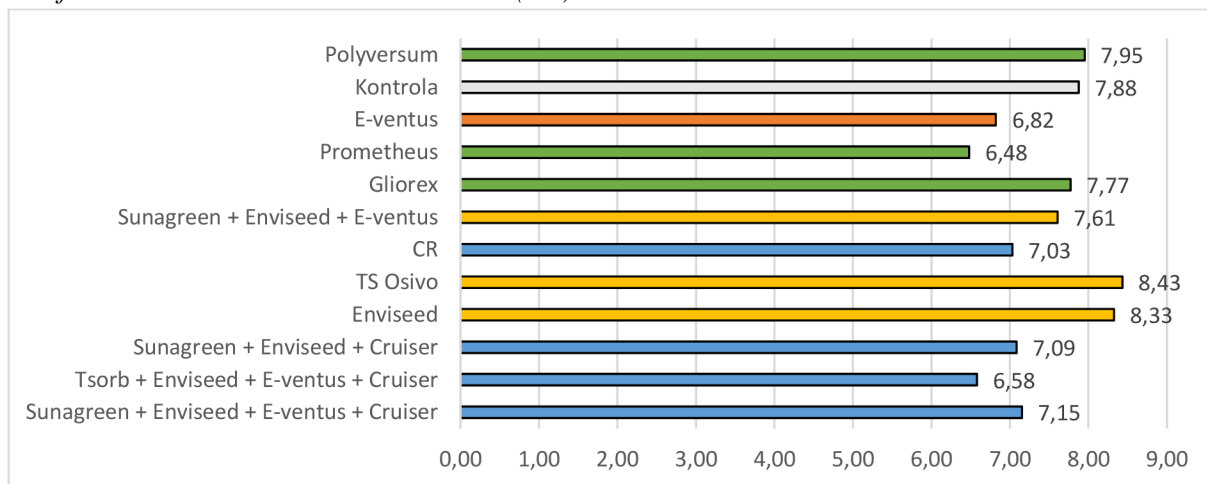


5.2 Vliv ošetření osiva na vývoj rostlin a rozvoj kořenového systému

Průměrná délka kořenů

Výsledky hodnocení průměrné délky kořenů rostlin jsou uvedeny v grafu číslo 9 (hodnocení bylo provedeno 14.6.2021). Z grafu je patrné, že nejvyšší délky kořenů dosáhly varianty se stimulačními přípravky TS Osivo a Envisseed (téměř 8,5 cm), nejmenší délky kořenů dosáhla varianta s ošetřením přípravkem Prometheus (6,48 cm).

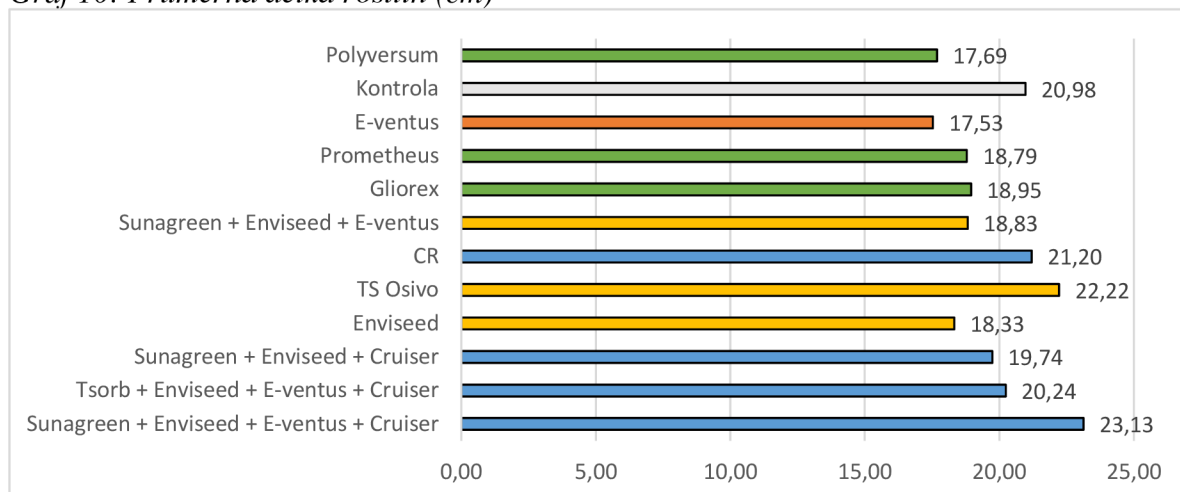
Graf 9: Průměrná délka kořenů rostlin (cm)



Průměrná délka rostlin

Graf č. 10 znázorňuje průměrnou délku rostlin, hodnocenou 14.6.2021. Z grafu je patrné, že nejvyšší délky rostlin dosáhla varianta ošetřená kombinací Sunagreen + Envisseed + E-ventus + Cruiser (23,13 cm); následovala varianta s osivem ošetřeným přípravkem TS osivo. Nejnižších hodnot délky rostlin dosáhla při tomto hodnocení varianta s osivem ošetřeným systémem E-ventus (17,53 cm) a varianta s Polyversem.

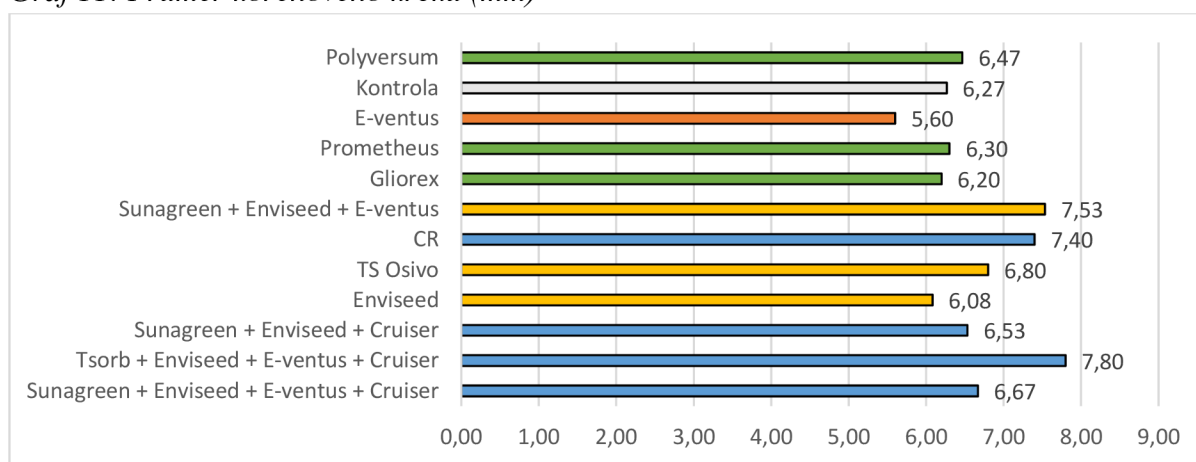
Graf 10: Průměrná délka rostlin (cm)



Průměrná šířka kořenového krčku

Výsledky hodnocení průměrné šířky kořenového krčku (hodnocení dne 14.6.2021) jsou uvedeny v grafu č. 11. Největší šířky kořenového krčku při tomto hodnocení dosáhla varianta ošetřená kombinací Tsoorb + Envisseed + E-ventus + Cruiser. Nejmenší průměr kořenového krčku měly rostliny z varianty ošetřené metodou E-ventus.

Graf 11: Průměr kořenového krčku (mm)



6 Diskuze

Kuchtová (2013) uvádí, že pro mladé rostliny je poměrně snadné odolat chladu a mrazu, ale v průběhu vegetace se jejich odolnost snižuje a rostliny mají odlišné nároky na teplo. Důležité je také uvést, že teplo je velmi důležité pro klíčení semen. Odlišná je doba klíčení. Pokud se teploty pohybují například okolo 10 °C, semena začnou klíčit až po 5 nebo 6 dnech. Naopak při vyšších teplotách pohybujících se v rozmezí 18-20 °C semena začnou klíčit během 3-4 dní (Havel et al. 2018). V roce 2021 byly průměrné teploty na začátku vegetace spíše pod normálem. Prakticky během celého dubna se noční teploty pohybovaly kolem bodu mrazu. Proto vzházení rostlin trvalo prakticky celý duben a porosty byly vzešlé až v první polovině května. Rostliny ošetřené pomocí přípravku Cruiser OSR sice vzházely pomaleji, ale ke konci vegetace počtem rostlin dohnaly ostatní varianty.

Podle Vašáka (2010) platí, že mák je na tom s nároky na vodu při vyklíčení podobně jako ostatní olejninu čili jeho požadavky na vodu nejsou velké. Jelikož se mák vysévá velmi mělce, je třeba dbát na to, aby byla dostatečně vlhká svrchní vrstva půdy. V období dlouhivého růstu a kvetení však začíná být mák na vláhu značně náročný. V roce 2021 v období června a července, kdy mák kvete, byly srážky nadprůměrné až mimořádně nadprůměrné. Dle literatury v tomto období mák vláhu potřebuje nejvíce (společně s dlouživým růstem). Lze tedy říci, že byly srážky v tomto roce z tohoto hlediska ideální.

Obecně v rostlinné produkci je významným intenzifikačním faktorem výběr vhodné odrůdy. Jde také o předpoklad dobré sklizně (Vrbovský et al. 2020). Může se na první pohled zdát, že na odrůdě příliš nezáleží a že zárukou dobré sklizně je především správně zapojený porost. Při podrobnějším zkoumání problematiky však bylo zjištěno, že specifické vlastnosti jednotlivých odrůd stojí za to zohlednit (Rychlá et al. 2020). Kuchtová et al. (2016) ve svém pokusu prokazuje, že byly zjištěny výrazné rozdíly u vlivu odrůdy a kombinace odrůdy a ošetření. Některé odrůdy dokonce nezešly, přestože měly vynikající výsledky v testu klíčivosti. V případě našeho pokusu v roce 2021 byla využita odrůda Aplaus. Jedná se o středně ranou odrůdu modrosemenného typu máku. Má sice pouze střední odolnost proti chorobám, ale proti nežádoucímu otevírání tobolek je odolnost velmi dobrá. Tato odrůda má vysoký výnos semene a lze jí pěstovat ve všech pěstitelských oblastech a snadno se přizpůsobuje půdním i klimatickým podmínkám.

Co se týče výnosu a kvality sklizených semen, jsou tyto parametry ovlivňovány celou řadou faktorů. Jedním z nich, který je velmi důležitý pro založení vyrovnaného a produktivního porostu, je kvalitní osivo. Pokud je porost založen nemořeným osivem, existuje zvýšené riziko výskytu patogenů a škůdců přenosných právě osivem, s čímž souvisí negativní ovlivnění konečného výnosu. V tomto případě je třeba zvýšit pozornost v oblasti nároků na vlastnosti osiva, a to především jeho zdravotní stav (Pšenička & Hosnedl 2007). V našem pokusu jsme pro porovnání zařadili také neošetřenou kontrolu. Ta u většiny sledovaných výnosotvorných prvků dopadla podprůměrně, což je však pro nás pozitivním zjištěním; zároveň se projevil určité rozdíly v účinnosti testovaných přípravků.

Kuchtová et al. (2016) na základě výsledků svého pokusu uvádí, že při použití přípravku Gliorex se projevil pozitivní vliv tohoto přípravku na zdravotní stav osiva a zapojení porostu; v případě přípravku TS Osivo se zlepšil jeden z významných parametrů osiva – HTS. V případě našeho pokusu u hodnocení průměrné HTS dosáhla varianta s osivem ošetřeným přípravkem

TS Osivo hodnoty HTS 0,593 g, což byl nejlepší výsledek ze všech hodnocených variant. V tomto případě se tedy naše výsledky shodují. Naopak varianty s osivem ošetřeným přípravkem Gliorex v našem pokusu u většiny hodnocených parametrů dosáhly spíše průměrných až podprůměrných výsledků. Pšenička a Hosnedl (2007) na základě svého pokusu uvádí, že fyzikální metody ošetření osiv měly vliv na semenářské vlastnosti osiva i vlastnosti z něj vypěstovaného porostu, přičemž metoda E-ventus měla nejvyšší vliv na polní vzházivost. V našem pokusu měla metoda E-ventus největší efekt v kombinaci Tsorb + Envisseed + E-ventus + Cruiser. Jednalo se konkrétně o parametry průměrný počet makovic/m², průměrná hmotnost semen v makovici a průměrný výnos.

Kuchtová et al. (2011) na základě svých výsledků uvádí, že se jim při ošetření osiv i porostu během vegetace osvědčilo použití přípravky Polyversum a Gliorex. Zdálo se dokonce, že ošetření osiva je důležitější než následné ošetření během vegetace. Zvyšovalo totiž výnos a rostliny byly odolnější proti napadení houbovými chorobami. Zároveň v jejich pokusu nebylo potvrzeno, že by nebylo vhodné kombinovat ošetření osiva Gliorexem s následným ošetřením porostu přípravkem Polyversum. V jejich studii dokonce patřila tato varianta k těm, které dosáhly nejlepších výsledků. V našem pokusu jsme též využili přípravky Gliorex a Polyversum pro ošetření osiv. Varianta s Polyversem dosáhla jednoho z nejlepších výsledků v případě průměrné délky kořenů. V ostatních sledovaných parametrech však tato varianta dosahovala spíše průměrných až podprůměrných výsledků. V případě varianty s osivem ošetřeným přípravkem Gliorex byly ve srovnání s ostatními hodnocenými variantami rovněž zaznamenány spíše průměrné či podprůměrné výsledky.

Kuchtová et al. (2013) uvádí, že průměrný výnos máku v ČR se dlouhodobě pohybuje okolo 0,65 t/ha. Zároveň uvádí, že k dosažení většího výnosu je potřeba co největší počet středně velkých až velkých kulovitých tobolek. Vysokého výnosu totiž není možné dosáhnout malým počtem nadměrně rozvětvených rostlin a mnoha malými podlouhlými tobolkami. V našem pokusu jsme zjistili, že nejvyššího počtu rostlin na jednotku plochy dosáhla varianta ošetřená přípravkem Envisseed, a to 54,6 rostlin na m². Z hlediska počtu makovic na plochu nejlépe obstála kombinace Sunagreen + Envisseed + Cruiser. V případě výnosu dosáhla nejvyšší hodnoty varianta s kombinací Sunagreen + Envisseed + E-ventus + Cruiser.

Podle Vašáka et al. (2010) je ideotyp máku závislý na typu porostu, ve kterém mák pěstujeme. Pokud hovoříme o velkovýrobě, je na místě porost hustší až se 100 rostlinami/m². Těsně před sklizní by měl porost máku dosahovat 65-70 rostlin na m², takže asi 100 makovic na m². HTS by se měla pohybovat okolo 0,7-8 g, ale nejčastější je hodnota 0,55 g. V případě našeho pokusu byl zaznamenán nejvyšší průměrný počet rostlin na úrovni 54,6 rostlin na m², což se blíží uvedenému doporučení. Průměrný počet makovic na m² dosáhl doporučených hodnot (100,1 makovic na m²). HTS dosáhla nejvyšší průměrné hodnoty 0,593 g, což je sice nižší hodnota než zmiňuje výše uvedené doporučení, ale jedná se o běžnou, dostačující hodnotu.

Kuchtová et al. (2009) ve svém pokusu uvádí, že výnosu máku setého osvědčilo ošetření osiva přípravkem Polyversum a ošetření fyzikální metodou E-ventus. V našem pokusu jsme tento přípravek a tuto metodu při ošetření osiva máku využili také. Varianta s osivem ošetřeným přípravkem Polyversum, jak již bylo uvedeno, dosahovala u většiny sledovaných parametrů spíše průměrných či mírně podprůměrných hodnot. Osvědčila se v případě hodnocení průměrné hmotnosti semen v makovici a délky kořenů. Metoda E-ventus dosahovala

nejlepších výsledků v kombinacích se stimulačními a podpůrnými přípravky, případně Cruiserem. V případě samostatného použití metody E-ventus byly zpravidla výsledky slabší.

7 Závěr

Cílem práce bylo v rámci přesného polního pokusu s odrůdou máku setého Aplaus vyhodnotit vliv různých způsobů ošetření osiva (vybrané přípravky biologického a pro srovnání i chemického charakteru, fyzikální ošetření osiva systémem E-ventus) na strukturu porostu, produkční parametry a výnos.

Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že:

- Varianty ošetření osiva máku, obsahující kombinace chemického přípravku Cruiser OSR, stimulačních a podpůrných přípravků Terra-sorb, Enviseed a Sunagreen a fyzikálního ošetření E-ventus dosáhly celkově nejlepších výsledků u parametrů počet makovic na m², průměrná hmotnost semen v makovici a výnos máku.
- Velmi dobře se osvědčilo i samostatné ošetření osiva jednotlivými podpůrnými přípravky, především šlo o varianty ošetřené přípravky TS Osivo a Enviseed, které dosáhly nejvyšších hodnot počtu rostlin na m² na počátku i konci vegetace, délky kořenů (TS Osivo i HTS) a současně dosáhly nadprůměrných výsledků i v případě výnosu, počtu makovic na m² a hmotnosti semen v makovici. U většiny sledovaných parametrů překonaly variantu samostatně ošetřenou chemickým přípravkem Cruiser OSR, která dosahovala spíše průměrných výsledků.
- Efekt fyzikálního ošetření osiva systémem E-ventus (samostatně) se zpravidla výrazněji neprojevil, nicméně, jak již bylo uvedeno, v kombinaci s podpůrnými přípravky a přípravkem Cruiser OSR byly výsledky pozitivní.
- Použití biologických přípravků (Polyversum, Gliorex a Prometheus) zpravidla nepřineslo výraznější efekt; varianty s osivem ošetřeným uvedenými přípravky většinou dosahovaly horších výsledků než varianty s osivem ošetřeným podpůrnými, stimulačními přípravky. Z hodnocených biologických přípravků nejlépe obstál Prometheus.
- Je třeba zohlednit, že se jedná o jednoleté výsledky; je proto třeba v testování pokračovat.

Literatura

- Azcan N, Ozturk Kalender B, Kara M. 2004. Investigation of Turkish poppy seeds and seed oils. *Chemistry of Natural Compounds*, **40**(4): 370-372.
- Baranyk P. et al. 2010. Olejniny. Profi press s.r.o., Praha.
- Bechyně M. 1993. Základy pěstování máku. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.
- Bechyně M, Novák J. 1987 Biologie máku a systém jeho produkce. Vysoká škola zemědělská, Praha.
- Bozan B, Temelli F. 2008. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology*, **99**(14): 6354–6359.
- Carlin M. G, Dean, J. R, Ames, J. M. 2020. Opium alkaloids in harvested and thermally processed poppy seeds. *Frontiers in Chemistry*, 737.
- Casado-Hidalgo, G., Morante-Zarcelo, S., Pérez-Quintanilla, D., & Sierra, I. (2021). Opium alkaloids in food products: Current and future perspectives. *Trends in Food Science & Technology*. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.12.013
- Cihlár P, Vašák J, Kosek Z. 2003. Technologie máku setého pro dvoutunové výnosy semen. Sborník mezinárodní konference řepka, mák, hořčice, ČZU, Praha. 134-141.
- Cihlár P, Vašák, J, Pšenička P. 2007. Agrotechnika 2 t/ha máku a poznatky. Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2007, Praha. 66-71.
- Cihlár P. et al. 2008. Intenzivní pěstování máku. Pestovanie maku. Zborník z odborného seminára, Piešťany. 19-22.
- Doležalová J, Zukalová H, Cihlár P, Vašák J. 2010. Výnos semen a obsah morfinu v závislosti na odrůdě a zvolené agrotechnice u máku setého. Sborník z konference Prosperující olejniny 2010. Česká zemědělská univerzita, Katedra rostlinné výroby, Praha. 91-95.
- Erinç H, Tekin A, Özcan M. M. 2009. Determination of fatty acid, tocopherol and phytosterol contents of the oils of various poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds. *Grasas y Aceites*, **60**(4): 375-381.
- Fejer J, Salamon I. 2014. Poppy (*Papaver somniferum* L.) as a Special Crop in the Slovakian History and Culture. In Mathe A (Ed.), International symposium on papaver **1036**: 107–109.
- Ghafoor K, Özcan M. M, Fahad A. J, Babiker E. E, Fadimu G. J. 2019. Changes in quality, bioactive compounds, fatty acids, tocopherols, and phenolic composition in oven-and microwave-roasted poppy seeds and oil. *LWT*, **99**: 490-496.
- Havel J. et al. 2018. Pěstitelská technologie máku pro snížení rizikovosti pěstování: certifikovaná metodika. Oseva vývoj a výzkum, Opava.

- Hájková M, Kuchtová P, Plachká E, Dvořák P, Kazda J. 2010. Výsledky pokusů u máku (*Papaver somniferum*) v ekologické a integrované pěstitelské technologii. Zborník z vedeckej konferencie: Pestovateľské technológie a ich význam pre praxi, Piešťany. 14-18.
- Kara N. 2017. The effects of autumn and spring sowing on yield, oil and morphine contents in the turkish poppy (*Papaver somniferum* L.) cultivars. *Turkish Journal of Field Crops* **22**(1): 39-46.
- Kuchtová P, Míča L, Dvořák P, Štětinová I. 2016. Vliv odrůdy a ošetření osiva na klíčivost a obsahy semen máku setého (*Papaver Somniferum*, L.). Sborník z konference prosperující olejnin 2016. 116-119
- Kuchtová P, Pšenička P. 2007. Výsledky pokusu s ekologickým pěstováním máku. Sborník Prosperující olejnin 2007, Praha. 82-86
- Kuchtová P, Dvořák P, Hájková M, Plachká E, Kazda J, Tomášek J. 2011. Vliv ošetření osiva na složky výnosu u ekologicky pěstovaného máku (*Papaver somniferum* L.). Sborník z konference Prosperující olejnin 2011, Praha. 94-98.
- Kuchtová P. 2012 Mák setý v ekologickém zemědělství. *Zemědělec*, Praha. 31.
- Kuchtová P, Kazda J, Cihlár P, Plachká E, Hájková M, Havel J, Dvořák P, Šupová E. 2009 Vliv vybraných přípravků a jejich kombinací na výnos máku (*Papaver somniferum* L.). Sborník z konference Prosperující olejnin 2009, Praha. 82-87
- Landa B. B, Montes-Borrego M, Muñoz-Ledesma F. J, Jiménez-Díaz R. M. 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.
- Lohr V. 2021. Mák v roce 2020 a výhled na další období. 20. Makový občasník. **20**: 15-23.
- López P, Pereboom-de Fauw D. P, Mulder P. P, Spanjer M, de Stoppelaar J, Mol H. G, de Nijs M. 2018. Straightforward analytical method to determine opium alkaloids in poppy seeds and bakery products. *Food chemistry*, **242**: 443-450.
- Mahr S. 2017. *Mastergardener*. Copyright. Available from https://mastergardener.extension.wisc.edu/files/2017/06/Papaver_somniferum.pdf (accessed February 2021).
- Makovnyka J. G. A. 2020. Opium Poppy Agriculture and Consumption. *The Arbutus Review*, **11**(2), 91-101.
- Mikšík V., Koprdovalá S. 2021. Aktivity spolku český modrý mák v roce 2020. 20. Makový občasník. **20**: 3-9.
- Muhammad A, Akhtar A, Aslam S, Khan R. S, Ahmed Z, Khalid N. 2021. Review on physicochemical, medicinal and nutraceutical properties of poppy seeds: a potential functional food ingredient. *Functional Foods in Health and Disease*, **11**(10): 522-547.
- Ort P, Doubková J, Alexander D. 2017. *Nepolehlé porosty a zdravé makovice zajistí Tilmor*. Agromanual. Kurent s.r.o. Praha. Available from

- <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/nepolehleporosty-a-zdrave-makovice-zajisti-tilmor> (accessed March 2021).
- Özbek Z. A, Ergönül P. G. 2020. Cold pressed pumpkin seed oil. In Cold Pressed Oils pp. 219-229. Academic Press.
- Pšenička P, Václav H. 2007. Nechemické ošetření osiva jarního máku jako možnost ochrany v alternativním zemědělství. Sborník z konference Ekologické zemědělství 2007 **6**: 166-168.
- Rahimi A. et al. 2011. Variation in fatty acid composition of registered poppy (*Papaver somniferum* L.) seed in Turkey. *Akademik Gıda*. 9.3: 22-25.
- Raie M. Y. 1985. *Sesamum indicum* and *Papaver somniferum* oils. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, **87**(6): 246-247.
- Rychlá A, Vrbovský V, Gališová V. 2021. Odolnost odrůd máku ke komplexu houbových chorob. 20. Makový občasník. **20**: 52-54.
- Satranský M. 2021. Vliv ošetření osiva na strukturu porostu a výnos máku setého. 20. Makový občasník. **20**: 42-44.
- Satranský M, Cihlář P. 2020. Pěstitelská technologie máku od vzejití ke sklizni. *Agromanuál*., 2021/4, 145-147.
- Samano K. L, Clouette R. E, Rowland B. J, Sample R. B. 2015. Concentrations of morphine and codeine in paired oral fluid and urine specimens following ingestion of a poppy seed roll and raw poppy seeds. *Journal of analytical toxicology*, **39**(8): 655-661.
- Senila L, Neag E, Cadar O, Kovacs M. H, Becze A, Senila M. 2020. Chemical, nutritional and antioxidant characteristics of different food seeds. *Applied Sciences*, **10**(5): 1589.
- Schuppener L. M., & Corliss, R. F. (2018). Death due to complications of bowel obstruction following raw poppy seed ingestion. *Journal of forensic sciences*, 63(2), 614-618.
- Sikora K. 2014. Ochrana máku setého (*papaver somniferum* l.) před krytonoscem kořenovým (*stenocarus ruficornis stephens*) foliární aplikací." *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. **56**: 123-130.
- Spitzer T, Klemová Z. 2012. Regulace výšky porostu máku aplikací morforegulatorů. 2. ročník Obilnářských listů, Kroměříž.
- Thangavel T, Jones S, Scott J. B, Livermore M, Wilson C. R. 2018. Detection of two *Peronospora* spp., responsible for downy mildew, in opium poppy seed. *Plant disease*, **102**(11): 2277-2284.
- Vašák J. 2010. *Mák*. Powerprint, Praha.
- Vrbovský V. 2021. Aktuálně o šlechtění máku a charakteristika vybraných odrůd. 20. Makový občasník. **20**: 49-51.

