

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Vliv různých způsobů ošetření osiva máku setého na
produkční parametry porostu a výnos**

Diplomová práce

Bc. Petra Cibulková

Obor studia: rostlinná produkce

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

© 2020/2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv různých způsobů ošetření osiva máku setého na produkční parametry porostu a výnos" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 25.4.2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní prof. Ing. Ivaně Capouchové, CSc. za umožnění podílet se na takto zajímavé práci a pozitivní energii. Dále bych ráda poděkovala panu Ing. Matěji Satranskému za celkovou podporu při psaní diplomové práce, a především za trpělivost.

Vliv různých způsobů ošetření osiva máku setého na produkční parametry porostu a výnos

Souhrn

Jednou z nejdůležitějších částí pěstitelské technologie máku setého je výsev kvalitního a zdravého osiva. Vzhledem k tomu, že možnost tradičně využívaného chemického ošetření osiva (insekticidní a fungicidní mořidlo Cruiser OSR) končí, je třeba věnovat zvýšenou pozornost šetrnějším, nechemickým možnostem ošetření osiva máku s využitím dostupných biologických fungicidů, stimulačních a podpurných přípravků, případně i fyzikálních metod.

Cílem práce bylo vyhodnotit vliv různých způsobů ošetření osiva máku setého (vybrané přípravky biologického a chemického charakteru, fyzikální ošetření osiva systémem E-ventus) na vzházivost porostu v rámci přesného polního maloparcelkového pokusu, vedeného v roce 2020 na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Červeném Újezdě, na strukturu porostu a výnos.

Variety ošetření osiva máku, obsahující chemický přípravek Cruiser OSR (ať již samostatně, či v kombinaci s hodnocenými podpurnými přípravky – Sunagreen, Envisseed, Terra-sorb či TS osivo) dosáhly u většiny sledovaných parametrů máku (průměrný počet rostlin na m² na konci vegetace, délka kořenů, počet makovic na m², výška porostu před sklizní, výnos a HTS) lepších výsledků než varianty ošetření osiva, které Cruiser OSR neobsahovaly.

Avšak i varianty ošetření osiva bez Cruiseru OSR, tvořené sledovanými podpurnými a stimulačními přípravky (Sunagreen, Envisseed, Terra-sorb) dosahovaly zpravidla lepších výsledků než neošetřená kontrola; vykazovaly tedy určitý pozitivní efekt. Efekt fyzikálního ošetření osiva systémem E-ventus (samostatně) se zpravidla výrazněji neprojevil, nicméně varianty kombinace ošetření E-ventus s přípravkem Cruiser OSR či podpurnými přípravky se v řadě případů projeví pozitivně.

Samostatné použití biologických přípravků (Polyversum a Gliorex) zpravidla nepřineslo kýžený efekt, s výjimkou průměrné hmotnosti kořenů na rostlinu (Polyversum) a průměrné hmotnosti semen v makovici (Gliorex).

Je třeba zohlednit, že se jednalo pouze o jednoleté výsledky; v případě rozdílného průběhu povětrnostních podmínek během vegetace by mohl být efekt sledovaných variant ošetření osiva odlišný – je tedy třeba pokračovat ve víceletém ověřování a věnovat pozornost i ekonomickému vyhodnocení jednotlivých variant.

Klíčová slova: mák, osivo, ošetření, výnos, výnosové prvky

The effect of different poppy seed treatment on production parameters and yield

Summary

One of the most important parts of poppy growing technology is the sowing and healthy seeds. As the possibility of traditionally used chemical treatment (insecticidal and fungicidal mordant Cruiser OSR) is coming out of date due new norms. It is necessary to pay attention for using more gentle, non-chemical possibilities of poppy seed treatment using biological fungicides, stimulants, supportive products or physical methods.

The aim of the work was to evaluate the influence of different methods of poppy seed treatment (selected biological and chemical preparations, physical seed treatment with E-ventus system) on the emergence of vegetation in a precise field small plot experiment conducted in 2020 at the CULS Research Station in Červený Újezd, on the structure of the stand and the yield.

Poppy seed treatment variants containing the chemical preparation Cruiser OSR (either alone or in combination with the evaluated support products like Sunagreen, Envisseed, Terra-sorb or TS osivo) reached for most of the monitored poppy parameter (average number of plants per m² at the end of vegetation, root length, number of poppies per m², stand height before harvest, yield and weight of thousand seeds) better results than seed treatment variants that did not include Cruiser OSR.

However, even variants of seed treatment without Cruiser OSR, consisting of the monitored support and stimulant preparation (Sunagreen, Envisseed, Terra-sorb) generally achieved better results than the untreated control; therefore showed a certain positive effect. The effect of physical seed treatment with the E-ventus system (alone) was not really noticeable, however combination of E-ventus treatment with Cruiser OSR or support products were positive in many cases. The use of biological fungicides alone (Polyversum and Gliorex) did not generally produce desired effect, except for the average weight of roots per plant (Polyversum) and the average weight of seeds in poppies (Gliorex). This was one year results, so in the case of different weather conditions during the vegetation, results of treatment could be different. There is necessary to continue the multi year verification and pay attention to the economic evaluation of individual variants.

Keywords: poppy, seed, treatment, yield, yield indicators

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Historie pěstování máku setého	10
3.2 Aktuální situace máku v ČR	11
3.3 Budoucí rizika pěstování máku v ČR	11
3.4 Využití máku setého	12
3.4.1 Využití makoviny	13
3.4.2 Obsahové látky	13
3.5 Biologie máku	14
3.5.1 Stavba rostliny	14
3.5.2 Požadavky máku na prostředí	15
3.6 Šlechtění a odrůdy	17
3.7 Osivo máku	18
3.7.1 Ošetření osiva	19
3.8 Pěstování máku	20
3.8.1 Zakládání porostů	20
3.8.2 Abiotická poškození máku	21
3.8.3 Výživa a hnojení	22
3.8.4 Ochrana máku proti plevelům	23
3.8.5 Ochrana máku proti chorobám a škůdcům	24
3.8.6 Regulátory růstu v máku.....	25
3.8.7 Sklizeň máku	26
3.8.8 Pěstování máku v ekologickém zemědělství	29
4 Metodika	30
4.1 Charakteristika stanoviště a klimatické podmínky	30
4.1.1 Klimatické podmínky v roce 2020	30
4.2 Agrotechnika	33
4.3 Použití přípravky	33
4.3.1 Cruiser OSR.....	33
4.3.2 Enviseed.....	34
4.3.3 TS osivo	34
4.3.4 Terra-sorb	35
4.3.5 Sunagreen	35
4.3.6 Polyversum	35
4.3.7 Gliorex	36
4.3.8 E-ventus	36

5	Výsledky.....	37
5.1	Vliv ošetření osiva na sledované parametry	38
5.2	Porovnání výnosotvorných prvků z hlediska chemického a nechemické ošetření osiva 47	
5.3	Ekonomické aspekty ošetření osiva máku	51
6	Diskuze.....	52
7	Závěr	57
8	Literatura.....	58
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	Chyba! Záložka není definována.
10	Samostatné přílohy	Chyba! Záložka není definována.

1 Úvod

Mák je jednoletá bylina, jež se dnes využívá v potravinářském a farmaceutickém průmyslu. V České republice se produkuje i spotřebovává největší množství máku ve světě (Honsová 2020). Následkem intenzifikace zemědělské výroby a s nástupem pěstování monokultur se zvýšil výskyt a škodlivost organismů snižujících kvalitu a výnos pěstovaných plodin. Část těchto patogenních organismů postihuje osivo a ovlivňuje tím kvalitu porostů založených z postižených semen (Satranský 2020).

Osivo zejména zemědělsky významných plodin podléhá přísné státní kontrole. Díky namátkovým zkouškám a následným kontrolám je zajištěna předepsaná minimální klíčivost a odrudová pravost. Předpisy Evropské unie kupujícím zaručují, že se do obchodu nedostanou žádné neproověřené odrůdy a že jejich vlastnosti zůstávají zachovány (Stein 2008).

Kvalitní osivo je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících tvorbu porostu a jeho výnosu. Kvalitu osiva máku můžeme zvýšit jeho ošetřením. Tím zvýšíme zapojení porostu, počet silných rostlin a omezíme tím některé z působících stresových faktorů (Vašák et al., 2010). Ošetřením osiva rozumíme biologický, chemický, fyzikální či mechanický proces úpravy, který vede ke zlepšení některých vlastností osiva (klíčivost, vitalita, nižší napadení škůdci a chorobami) (Khanzada et al. 2002). Nejběžnějším typem ošetření osiva v pěstitelské technologii máku bylo moření chemickými přípravky. Především přípravek Cruiser OSR, který obsahuje aktivní látky s fungicidním i insekticidním účinkem (Vašák et al., 2010). Ovšem poté co EU, s ohledem na negativní dopad na opylující hmyz, omezuje používání neonikotinoidů (Woodcock et al. 2018), bude možné pro ošetřování osiva máku využívat jen přípravky na bázi hnojiv, rostlinných stimulátorů (Cihlář et al. 2016), bioagens či fyzikálních ošetření (např. metoda E-ventus, kalibrace, termická desinfekce) (Vašák et al., 2010). S pomocí těchto biologicky aktivních a podpůrných látek můžeme nejen zvýšit produkci porostů v daném roce, ale také zlepšit semenářskou hodnotu osiva, z těchto porostů vyprodukovaného (Procházka et al. 2015).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotézy:

- Lze předpokládat, že nechemické metody ošetření osiva máku setého pozitivně ovlivní vzcházivost a zapojení porostu a následně i výnos.
- Využitím nechemických způsobů ošetření osiva máku setého lze docílit snížení pesticidní zátěže při zachování uspokojivého výnosu a přijatelné ekonomiky pěstování.

Cílem práce je vyhodnotit vliv různých způsobů ošetření osiva máku setého (vybrané přípravky biologického a chemického charakteru, fyzikální ošetření osiva systémem E-ventus) na vzcházivost porostu v rámci přesného polního maloparcelkového pokusu, na strukturu porostu a výnos.

3 Literární rešerše

3.1 Historie pěstování máku setého

Nejstarší nálezy zbytků semen a tobolek máku podle Mahr (2017) sahají až do doby neolitu, mladší doby kamenné (7 000 – 3 500 let př. n. l.) a to ze tří hlavních oblastí, kterými jsou Španělsko, Alpy a Porýní. Makovnyka (2020) uvádí, že mák byl již 5 000 let př. n. l. součástí mnoha starých kultur a archeologické důkazy naznačují pravděpodobný výskyt v místech mezi Středomořím a Malou Asií. Podle Azcan et al. (2004) je mák původem z Turecka a jeho přilehlých zemí. Mák z vykopávek není zcela shodný s dnešním kulturním mákem. Mohlo se jednat i o mák, který je již vyhynulý a který mohl být předkem máku setého (Havel et al. 2018). V České republice sahá nejstarší nález máku do doby bronzové, původem z okolí Ostrova u Stříbra (Novák a Nováková 2018). Podle Vašáka (2010) mák pěstovali 4 tis. let př.n.l. Sumerové. Z téže doby pochází i zmínka o využívání šťávy z makovic. Charles (2012) uvádí, že jméno druhu somniferum (latinsky sommus „spánek“ a farre „přinést“) odkazuje na narkotické vlastnosti opia, stejně jako španělská adormidera (z latinského slova Dormite „spát“), také arabské jméno máku, Abu al-num „otec spánku“. V 9. století př.n.l. se Homér v díle Ilias a Odysea básní zmiňuje o Helenině trojské směsi, ta měla pro obsah opia tlumit bolesti i sváry. V antickém Řecku jsou makovice symbolem boha spánku Hypnose a jeho bratra Thanata, boha smrti. Současné řecké město Sikyón se v 8. století př.n.l. nazývalo Makon, což znamená město Máku. Od 1. století př.n.l. se mák dále šířil do Malé Asie a získal velký ekonomický význam. Pro jeho léčebné účely se dle některých zdrojů začal mák využívat koncem 18. století př.n.l., jiné zdroje uvádějí až počátek 12. století př.n.l. Ve středověku bylo opium považováno za velkou hrozbu. Z opia a citrusové šťávy se vyráběly černé pilulky, zvané kameny nesmrtelnosti. Morfin byl objeven na počátku 19. století německým lékárníkem Friedriechem Sertünerelem. Angličan Alder Wright syntetizoval v roce 1895 z morfinu heroin a ten byl následně vyráběn jako lék. Dne 23. 1. 1912 byla ujednána „Mezinárodní opiová konvence“ proti narkotikům. V Evropě se mák pěstuje jako zahradní i okrasná plodina již od středověku. V sedmdesátých letech 20. století začalo pěstování máku jako polní plodiny v úzkých řádcích.

3.2 Aktuální situace máku v ČR

V České republice se produkuje i spotřebovává největší množství máku ve světě. Pro soběstačnost nám stačí produkce 3 tisíc tun za rok. Od roku 2018 probíhá úspěšný projekt s názvem „Náš modrý mák“. Cílem tohoto projektu je přiblížit lidem kvalitu této potraviny. Většina máku se exportuje do zahraničí. V roce 2019 dosáhl výnos máku v České republice 0,66 t/ha, což představuje meziroční navýšení výnosu. V tomtéž roce dostal český modrý mák cechovní normu, která představuje záruku českého původu a kvality. Tato norma se vztahuje pouze na některé odrůdy máku splňující požadovaná kritéria potravinářského máku. Dle norem není povolena tepelná úprava máku. Obsah morfinových alkaloidů nesmí překročit hranici 20 mg/kg s vlhkostí 8 %. Maximální obsah nečistot a příměsí je 5 %, poškozená semena do 3 % a hraniční hodnota pro olejnatost je minimálně 40 %. Plocha, na které je mák pěstován se meziročně zvětšuje, v roce 2018 to bylo na území 26 608 ha, v roce 2019 naši pěstitelé oseli plochu 35 778 ha. Fialová (2020) uvádí, že v roce 2020 plocha vzrostla na 40 255 ha, což činí 1,6 % celkových osevních ploch. V Česku tuto plodinu pěstuje více než 830 zemědělců. Vývoz českého modrého máku ze sklizně roku 2019 z období do dubna roku 2020 dosáhl 15 317 tun. Nejvíce vypěstovaného máku bylo vyvezeno do Ruska s více než 4.5 tisíc tunami, nadále do Rakouska s téměř 3.9 tisíc tunami a za nimi jsou Polsko, Slovensko a Německo (Honsová 2020).

3.3 Budoucí rizika pěstování máku v ČR

V České republice je patrně nejvyšší spotřeba potravinářského máku na osobu na světě, za posledních deset let statistiky uvádějí spotřebu v ČR 380 g máku na osobu.

Prvním rizikem pro produkci máku by mohl být export a cena. Pěstování máku není přímo závislé na spotřebě tuzemska, ale na jeho úspěšném exportu. Rizika přináší legislativní překážky při dovozu máku. Dosud exportu našeho máku napomáhá úplný zákaz pěstování či legislativní omezení pěstování máku v cílové zemi. Dřívější zkušenosti a pověst máku jako nebezpečné drogy brzdí jeho rozšíření pěstování i v jiných zemích.

Druhé riziko může představovat kadmium. Havel (2015) uvádí, že stopové množství kadmia je u máku téměř jistotou, ovšem u žádného testovaného vzorku nenastalo stažení produktu z trhu na základě překročení limitů. Tento kov v lidském organismu působí jednoznačně negativně a zvyšuje riziko rakovinového bujení. O kadmiu mluvíme jako

o kumulativním jedu, který lidský organismus dokáže vylučovat jen pozvolna. Nejvíce bývají ohroženy játra a ledviny, kde se hromadí nejvíce. Mák je plodina, jež kadmium obsahuje v semeni; kumulaci tohoto prvku můžeme do jisté míry ovlivnit správným hnojením a pěstováním ve vzdálenějších půdách od průmyslových komplexů, elektráren a měst. Dle Černého et al. (2020) má velký vliv na příjem Cd právě zmiňované pH půdy, kdy na kyselých půdách se příjem zvyšuje, ovlivnit to můžeme vápněním a dostatečným přísunem organických látek.

Třetí riziko představují mrazy, sucho a vývoj počasí v předjaří. Negativní vývoj počasí, velké výkyvy teplot, nedostatek vláhy a další nepříznivé podmínky ohrožují vzcházení máku. V letech 2017, 2018 a 2019 nebyly podmínky pro mák příznivé, v letech 2017 a 2018 bylo velké sucho a mák špatně vzcházel, mnohdy na etapy. Dle ÚKZUZ (2020) je dostatek vláhy důležitý během celého vegetačního období. V roce 2019 se krom sucha přidal v předjaří také mráz. Bez adekvátní náhrady se jedná o největší ohrožení komplexní pěstitelské technologie máku v České republice.

Dalším a posledním rizikem by mohla být absence podpory výzkumu a propagace této plodiny. V posledních letech je podpora státních orgánů, zejména Ministerstva zemědělství a také Agrární komory, velmi silná. Jistým rizikem vyvstává možnost ztráty této podpory a nezáměr o výchovu nových mladých odborníků v dlouhodobějším horizontu (Mikšík 2020).

3.4 Využití máku setého

Mák je jednoletá bylina, jež se dnes využívá v potravinářském a farmaceutickém průmyslu. Lahiri et al. (2017) uvádějí, že z potravinářského hlediska jsou semena bohatá na olej, bílkoviny a minerály, používají se v cukrářském i pekárenském průmyslu po celém světě. Podle Özbek a Ergönül (2020) jde nadále mák využívat jako okrasnou rostlinu pro své velké barevné květy. Mák obsahuje řadu cenných alkaloidů, zejména opiátů, které se využívají pro farmaceutickou výrobu. Dle Makovnyka (2020) neoddělitelnost funkce máku jako potraviny od drogy vytváří jak sociální, tak ekonomické výzvy pro jeho pěstování. Struktura genetické informace tedy genomu máku byla popsána teprve nedávno. Velikost genomu opiového máku je 2.72 giga bází sestavených do 11 chromozomů. Genom máku tvoří poměrně složitá struktura, jež komplikuje analýzy, jelikož prošel během evoluce částečnými nebo celogenomovými duplikacemi. Zajímavé je, že byl nalezen kompletní klast, který zahrnuje kódující klíčové enzymy metabolické cesty syntézy opiových alkaloidů. Tyto alkaloidy se nachází zejména v latexu, ze kterého získáváme opium. Opium je zaschlá šťáva, získaná z nazrálých makovic.

Mák našel využití zejména pro výrobu farmak, taktéž však pro kulinářské účely, kdy v tomto oboru musí plnit určité normy obsahu opiátů. Registrované odrůdy máku rozdělujeme dle jejich použití na odrůdy průmyslové, kulinářské a duální. Máky využívané průmyslově se často chemickou cestou zbavují nadbytečných alkaloidů, a to především z důvodu jeho chutě a snížení ceny (Ovesná et al. 2020).

3.4.1 Využití makoviny

Z makoviny získáváme opiové alkaloidy, jež jsou významnými účinnými látkami řady léků proti bolesti, kašli, křečím hladkého svalstva a dalších. Názvy těchto alkaloidů můžeme nalézt v příbalových letácích těchto léků. U nás se alkaloidy získávají z makoviny vymláčením rozbitých makovic s nanejvýš 0,15 m dlouhými stonky. Na straně jedné máme snahu zabezpečit dostatečné množství potřebných látek pro farmaceutické účely. Na straně druhé zůstává problém spočívající v návykovém zneužíváním některých z nich (Novák a Nováková 2018).

3.4.2 Obsahové látky

Mák setý produkuje několik benzylochinolinových alkaloidů (BIA) farmaceutického významu, včetně narkotických analgetik morfinu a kodeinu, protinádorového léku noskapinu a vazodilátoru papaverinu. Alkaloidy jsou hromaděny v latexu, což je cytoplazma vysoce specializovaných buněk, jež jsou spojené s floémem v rostlině (Onoyowne 2013).

Mezi přirozeně se vyskytujícími substituenty patří morfin a kodein dle (Samano et al. 2015). V minulém století byly vyjádřeny obavy ohledně pozitivních testů na opiáty, a proto je nesmírně důležité rozlišovat mezi požitím máku jako potravin a legitimním nepředepsaným zneužíváním opiátů. Obsah opiátů se v máku velmi liší a závisí na původu semen a způsobu zpracování, přičemž dokumentované koncentrace se pohybují od 0,1 do 294 µg/g.

V surovém opiu se hlavní alkaloidy vyskytují v různém množství. Morfin se pohybuje v rozmezí 2,7-21 %, narkotin od 6 do 10 %, kodein mezi 0,3-4 %, papaverin od 0,8 do 1 % a thebain mezi 0,1-0,6 % (Vašák 2010).

3.5 Biologie máku

3.5.1 Stavba rostliny

3.5.1.1 Kořenová soustava

Kořenová soustava máku není příliš bohatá, tvoří jí hlavní zdužnatělý kulový kořen, z něhož vyrůstá několik silnějších postranních kořenů. Mnoho tenkých až vláskovitých kořínků prorůstá bezprostředně pod povrchem půdy. Kořenová soustava dosahuje hloubky v rozmezí 0,5 – 0,8 m (Novák a Nováková 2018).

3.5.1.2 Lodyha máku

Vašák (2010) uvádí, že lodyha v našich podmínkách dorůstá výšky od 1 do 1,8 m. Počet větví je odrudovým znakem, který zejména ovlivňuje spon výsevu. Lodyhu vyplňuje houbovitá dřevina a dle odrůdy začíná větvení buď těsně nad zemí, nebo od poloviny lodyhy. Pod květem může být lodyha lysá, či více nebo méně štětinatá (Novák a Nováková 2018).

3.5.1.3 Listy

Listy rozdělujeme na spodní, střední a horní. Spodní listy se nacházejí pod rozvětvením rostliny, střední v jejím úžlabí a horní listy jsou přisedlé k jednotlivým větvím. Mají jednoduchý, podlouhlý, mírně zvlněný a zubovitý tvar. Listy jsou pokryté jemnou voskovou vrstvou, jejíž síla kolísá dle kultivaru a zajišťuje významnou ochranu před herbicidy a listovými hnojivými (Vašák 2010).

3.5.1.4 Květ máku

Květ máku se skládá z kališních lístků a čtyř korunních plátek. Korunní plátky mohou být zubaté, celokrajné, nebo silně roztřepené. Podle Mahr (2017) spektrum barev květu máku je rozmanité, některé odrůdy mají květy celé bílé, nadále mohou mít růžovou, fialovou, světle nebo tmavě červenou barvu. Ve většině případů mají květy na bázi korunních plátek velkou skvrnu, jež je tmavší než zbývající část. Dle Stavenga et al. (2021) toto barevné bohatství vzniklo především ve vztahu k opylovačům. Viditelnost květů a tím i přitažlivost je dána závislostí vlnové délky na zlomku dopadajícího světla, který je zpětně rozptýlen. Nadále květ máku obsahuje okolo 200 tyčinek, z toho důvodu květ pojímá velké množství pylu. Uvádí se, že včely, které opylovávají mák, bývají často agresivní (Vašák 2010).

3.5.1.5 Tobolka máku

Tbolka máku, v praxi obvykle nazývaná makovice, je ke stonku připojena kolénkem. Velikost a tvar určují specifické znaky pro danou odrůdu, dalším faktorem ovlivňující tobolku jsou okolní vlivy, mezi něž patří klimatické podmínky a způsob pěstování. Povrch tobolky je ojíněný, hladký, žebernatý, vrásčitý či hrbolkatý, za plné zralosti má hnědou, žlutohnědou a u některých odrůd dokonce nafialovělou barvu. Vašák (2010) uvádí, že makovice může být téměř zcela uzavřená (slepák), nebo má pod paprsky blizny otvůrky, kterými se může semeno vysypat na zem (hnědák). Nejčastěji mají tobolky tvar kuželovitý, kulovitý, oválný v délce 20-70 mm a šířce 15-50 mm s počtem lamel pohybující se od 8 do 14 (Novák a Nováková 2018).

3.5.1.6 Semeno máku

Stein (2008) uvádí, že semenem začíná celý život. Množství a velikost semen závisí na velikosti, tvaru a počtu lamel v tobočkách. Jedna tobolka může obsahovat až dvanáct tisíc semen. Obvyklý počet semen se pohybuje mezi čtyřmi a šesti tisíci a jejich hmotnost okolo tří gramů. Semeno máku je ledvinovitého tvaru, dlouhé přibližně 1-1,5 mm s rozbrázděným povrchem. Povrch semene je drsný, díky čemuž zvyšuje přilnavost vody i ochranných prostředků. Naše odrůdy mají modré, šedomodré či bílé osemení. Barva však může být i stříbrno šedá, fialová, růžová, hnědá a černá (Vašák 2010).

Semena máku obsahují dieteticky hodnotný olej s dobrými sensorickými vlastnostmi a vysokou nutriční hodnotou. V makovém oleji nalezneme látky s příznivými účinky na lidské zdraví. Semena obsahují 43-45 % oleje v sušině. Olej máku obsahuje asi 10 % kyseliny olejové a 70-75 % kyseliny linoleové, esenciálních mastných kyselin (Kuchtová et al. 2013).

3.5.2 Požadavky máku na prostředí

3.5.2.1 Půda

Mák citlivě reaguje na půdní nevyrovnanost a změny, k nimž v průběhu vegetace dochází a jež mohou být způsobeny počasím, nedostatky ve výživě a agrotechnikou. Mák vyžaduje pečlivé a rovnoměrné zpracování půdy. Vyhovují mu středně těžké, hluboké, hlinité až hlinitopísčité půdy, které musí být dostatečně provzdušněné a strukturně nezaplevelené. Vzcházející rostliny nesnáší půdní škraloup, což znevýhodňuje, nebo téměř vylučuje pěstování máku na půdách náchylných na kornatění (Kuchtová et al. 2013).

Dle Havla (2020) jsou nevhodné půdy výsušné, kamenité nebo naopak sléhavé a zamokřené. Půdy pro pěstování máku by měli mít pH kolem 6,5. Tato hodnota je optimální z hlediska předpokládané rozpustnosti většiny živin a řadíme ji do skupiny půd slabě kyselých až neutrálních. Malý a Kapletová (2018) uvádějí jako optimální pH v rozmezí 6,2-6,8. Při hodnotách značně se odchylojící od hodnoty 6,5 přístupnost živin značně klesá (Černý et al. 2020).

3.5.2.2 Voda

Vašák (2010) uvádí, že mák potřebuje pro vyklíčení podobně jako jiné olejninu malé množství vody. Jelikož se mák vysévá mělce, je potřeba, aby i vrchní vrstva půdy byla vlhká.

Nedostatečné množství vody v období od vzejití do vytvoření listové růžice se u máku nemusí projevit snížením výnosu, pokud kořen stačil prorůst dostatečně hluboko do půdy, což mu může být nápomocné v pozdějších obdobích při výskytu sucha. V období prodlužovacího růstu do začátku květu je mák na vláhu velmi citlivý. Sucho v tomto období výrazně limituje výnos. Začne-li období květu, sucho a teplé počasí již může naopak výnos ovlivnit příznivě. Po odkvětu mák ale potřebuje opět dostatečný přísun vody. Vegetační doba jarního máku je poměrně krátká, a to asi 120-140 dnů a během této doby činí celková spotřeba vody 250-300 l na m², zatímco u máku z podzimního setí až o 50 l více (Kuchtová et al. 2013).

3.5.2.3 Světlo a teplo

Naše středoevropské odrůdy máku patří mezi dlouhodobní rostliny a jsou náročné na světlo. Nedostatek světla v porostu se projevuje celkovým oslabením rostliny, prodlužuje se výška a snižuje se celková konkurenční schopnost v boji proti plevelům. Málo světla nepříznivě ovlivňuje výnos semene a alkaloidů v makovicích. Na počátku vývoje silně zastíněné květy a tobolek vytvářejí menší semena a v extrémních případech mohou být tobolek i prázdné. Rostliny ozimého máku, běžně vysévaného na podzim, velmi citlivě reagují na změnu světelných podmínek. Proto je důležité kromě nejvhodněji zvoleného termínu setí také optimální spon. Zvláště žádoucí je slunečné a teplé počasí v době kvetení a dozrávání tobolek (Vašák 2010).

Mladé rostliny jsou odolné vůči chladu i mrazu, v průběhu růstu se však nároky mění. Teplota společně s dostatečným množstvím vláhy je rozhodující pro délku klíčení a vzházení. Vzházející rostliny snášejí teploty až -4 °C, ovšem hodnota -7 °C již představuje kritický limit.

Do vytvoření listové růžice jejich odolnost roste, nároky na teplo opět narůstají v průběhu dlouhivého růstu. Odolnost oproti chladu i značná mrazuvzdornost umožňuje máku podzimní, případně i zimní výsevy. Velmi nízké a záporné teploty ale výrazně snižují odolnost vůči napadení chorobami a jejich vitalitu v pozdějších vývojových fázích (Kuchtová 2013).

3.6 Šlechtění a odrůdy

Havel et al. (2018) uvádí, že v současné době jsou všechny registrované i nově šlechtěné odrůdy typu linie. Liniové šlechtění vychází z výběru vhodných rodičovských genotypů a jejich křížení, na které navazuje hodnocení a výběr potomstva. Zdrojem rodičovských genotypů mohou být rozpracované šlechtitelské materiály nebo krajové kultivary. Nejvíce se ale osvědčilo využití materiálu ze zdrojů dostupných v rámci Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity. Systematické šlechtění máku setého v České republice začalo ve třicátých letech 20. století. Do té doby se pěstovala řada velmi pestrých odrůd, které daly základ pro šlechtění. Do první generace získané individuálním výběrem náležely Freudlův Libverdský nepukavý, Dregerův stříbrnošedý, Karlův růžokvětý, Zborovnický modrosemenný a Vyškovský. Z této sestavy byly registrovány odrůdy Dvorský azur, Hanácký modrý a Dubský stříbrnošedý, vyznačující se vyšším obsahem morfinu. V roce 1957 začala další intenzivní etapa šlechtění a do šlechtitelského procesu se zavedlo cílené křížení. Prvními registrovanými odrůdami této generace byly Blankyt a Modran. Zajímavou kapitolou byla roku 1959 hybridní odrůda Hybrid HD, která dosahovala o 20 % vyšších výnosů, než srovnávací odrůda Azur (Vašák 2010).

Směry ve šlechtění máku se v současné době odvíjejí od požadavků pěstitelské praxe a požadavků farmaceutického průmyslu. Spočívá to ve třech základních užitkových typech. Prvním typem jsou průmyslové odrůdy, které akumulují vysoký obsah morfinu a jiných důležitých alkaloidů. Druhým typem jsou odrůdy potravinové, určené pro produkci semen pro potravinářské využití, zejména na výrobu oleje. Mahr (2017) dále hovoří o okrasném máku jako nemalé skupině odrůd tvořící řadu speciálních květů a tvarů tobolek.

O výběru odrůd rozhodují obecně přírodní podmínky, pěstitelská technologie, cílové využití a možnost odbytu. Není vhodné v rámci osevního sledu střídat odrůdy máku s různou barvou semene, neboť příměsi odlišně zbarvených semen jsou z hlediska kvality nepřijatelné (Kuchtová 2013).

3.7 Osivo máku

Osivo zejména zemědělsky významných plodin podléhá přísné státní kontrole. Díky namátkovým zkouškám a následným kontrolám je zajištěna předepsaná minimální klíčivost a odrudová pravost. Předpisy Evropské unie kupujícím zaručují, že se do obchodu nedostanou žádné neproověřené odrůdy a že jejich vlastnosti zůstávají zachovány (Stein 2008).

Produkce osiva podléhá doзору a kontrole úředních orgánů – ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský). Předpokladem pro uznání je registrace odrůdy, uznaný množitelský porost, správný technologický postup při odebírání vzorků a provedení úřední zkoušky pro zjištění vlastností osiva. Po úspěšném uznávacím řízení množitelského porostu vydá ÚKZÚZ uznávací list, který obsahuje: název druhu a odrůdy, údaj o výměře množení, výsledek přehlídky množitelského porostu, popřípadě výsledky dalších předepsaných úředních zkoušek. Nadále se uvádí dodavatel a osoby, které s dodavatelem uzavřely písemnou smlouvu o výrobě osiva, datum vydání a číslo uznávacího listu. Na základě tohoto lze přejít k samotnému uznání osiva. Po jeho dokončení je vystaven uznávací list, který obsahuje název plodiny a odrůdy, údaj o množení osiva včetně počtu a druhu balení, čísla partie a uznávací list o uznání množitelského porostu, ze kterého bylo osivo vyrobeno, výsledky zkoušek, údaje o kategorii a generaci osiva, číslo uznávacího listu, datum vydání a podpis osoby, která uznávací list vydala (Vašák 2010).

Kvalita osiva je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících tvorbu porostu a jeho výnosu. Jedná se o souhrn vlastností a ukazatelů, které se stručně nazývají jako semenářská hodnota a biologická hodnota. Semenářská hodnota je vyjadřována klíčivostí, čistotou a hmotností tisíce semen. Mluvíme-li o vnitřních vlastnostech osiva, podmíněných genetickým základem, mluvíme o biologické hodnotě. Dle Vašáka (2010) mezi nejvýznamnější faktory ovlivňující kvalitu osiva jsou vedle odrůdy také správná agrotechnika množitelského porostu, sklizeň, uskladnění a úpravy osiva. Kvalita osiva se obvykle testuje při optimálních podmínkách pro pěstování, které odpovídají jednotlivým botanickým druhům. Pro uznání partie osiva je požadována minimální klíčivost 80 %. V polních podmínkách se ovšem semeno setkává s podmínkami zcela odlišnými. Tudíž rozdíl mezi zjištěnou klíčivostí a vlastní polní vzcházejivostí souvisí se životností, tedy vitalitou osiva. Honsová (2019) popisuje klíčivost jako schopnost semene poskytnout v optimálních podmínkách za stanovenou dobu normálně vyvinuté klíčence, u nichž je předpoklad, že v příznivých podmínkách v půdě se vyvinou zdravé rostliny. Vitalita osiva se popisuje jako přirozený potenciál zdravých semen, umožňující rychlé vyklíčení a vzcházení za rozmanitých podmínek (Honsová a Cihlár 2020).

3.7.1 Ošetření osiva

Následkem intenzifikace zemědělské výroby a s nástupem pěstování monokultur se zvýšil výskyt a škodlivost organismů snižujících kvalitu a výnos pěstovaných plodin. Část těchto patogenních organismů postihuje osivo a ovlivňuje tím kvalitu porostů založených z postižených semen. Jednou z nejdůležitějších částí pěstitelské technologie je setí kvalitního a zdravého osiva. To platí pro veškeré rostliny, ovšem mák jako drobnosemenná rostlina je postihnut o to více. Mimo setí zdravého a kvalitního osiva je taktéž velmi důležité zaměřit se na ochranu klíčících a vzházejících rostlin. Kombinací těchto dvou opatření, tedy kvalitou osiva a vhodným ošetřením, dáváme předpoklad pro kvalitní produkci s vysokými výnosy (Satranský 2020).

Zájem o úpravy osiva máku roste a lze je rozdělit do několika oblastí: chemické (moření), fyzikální (separace semen, termické nebo elektronické ošetření osiva), biologické (předklíčování, aplikace bioagens) a obalování osiva (včetně aplikace sorbentů vody. Labanca et al. (2018) uvádí že u máku je jedinou běžnou úpravou moření. Každá z metod má svá specifika. Některé metody chrání osivo proti patogenům, jiné zlepšují jeho kvalitu a výkonnost (Vašák 2010).

Moření je nejrozšířenější, úsporný a ekologicky přijatelný způsob chemického ošetření osiva. Především slouží k potlačení houbových patogenů, přenosných osivem nebo se vyskytujících v půdě. Neméně důležitá je funkce ochrany proti škůdcům vzházejících rostlin, nejvíce proti krytonosci kořenovému. Z chorob přenosných osivem jsou nejvýznamnější helmintosporióza máku a plíseň maková (peronospora). Působení přípravku závisí na účinné látce, způsobu aplikace a dávky mořidla. Snížená dávka má nižší účinnost a příliš vysoká může naopak působit toxicky a snížit biologickou kvalitu osiva (Labanca et al. 2018).

Sorbenty vody, které jsou aplikované společně s mořidlem jsou využívány za účelem zajištění vláhy v suchém období, tato problematika skýtá prozatím úskalí v zamezení nežádoucího příjmu vzdušné vlhkosti při skladování a procesu setí.

Dalším ošetřením osiva je inkrustace. Jedná se o potahování osiva směsí mořidla a inkrustační látky (lepidla). Tato metoda je podstatná v konkurenci vůči plevelům a v boji proti stresům. Jednou z existujících forem aplikace živin během inkrustace je technologie iSeed, která dodává semenu převážně fosfor, draslík a hořčík (Knight 2015).

Obalování osiva je u drobnosemenných plodin častou metodou pro umožnění přesného výsevu, ovšem u máku se tato metoda příliš nepoužívá z důvodu výběru vhodného materiálu (bentonit, škrob, kompostová zemina aj.) V běžném provozu se tato metoda příliš neosvědčila,

mák vykazoval nižší vzcházivost. Pro klíčení je potřeba dostatečná půdní vláha, která zajistí navlhčení a následné rozpadnutí obalových hmot a bobtnání semen (Vašák 2010).

Prehydratace neboli předklíčování je speciální úprava, jejíž předností je zvýšení rychlosti klíčení a uniformity vzcházení. Podstatou této metody je částečné nabobtnání semen, které umožní aktivaci metabolických procesů, ale již nedostačuje k předčasnému vyklíčení. Tato metoda dokáže i částečně snížit vliv stárnutí semen. Nevýhodou je vyšší cena a problematický výsledek. U máku tato metoda nebyla prokázána jako účinná. Pro systém ekologického zemědělství je vhodná nechemická metoda termické dezinfekce. Osivo se ponoří do vody, která má teplotu dostatečně vysokou pro likvidaci patogenů a zároveň není nebezpečná pro embryo. Pro mák je nejvhodnější teplotou 50 °C a doba expozice 15 minut. Při dodržení tohoto postupu nedochází k významné změně semenářských parametrů osiva (Knight 2015).

Elektronická dezinfekce je další ekologicky šetrná metoda. Osivo je dezinfikováno proudem urychlených nízkoenergetických elektronů. Ty odstraní spóry houbových chorob, bakterií a virů z povrchu semen. Na základě dosavadních výsledků čítá tato metoda mnoho výhod. Na rozdíl od chemického ošetření to jsou nulová rezidua, možnost skladování či využití semen pro potravinářské účely. V praxi je vhodné tuto metodu kombinovat s insekticidními, případně i fungicidními mořidly.

Aplikace bioagens je ekologickou alternativou chemického moření. Využívá se fytoparazitická aktivita aplikovaných organismů k regulaci škodlivých patogenů přítomných na osivu či v jeho okolí. Účinnost závisí zejména na množství jednotek bioagens, termínu a způsobu aplikace. Ošetření nemá negativní dopad na hodnoty klíčivosti, naopak má pozitivní efekt na následný výnos (Vašák 2010).

3.8 Pěstování máku

3.8.1 Zakládání porostů

Mák je podle Jursíka et al. (2018) plodina s velmi pomalým počátečním vývojem a trvá 6-8 týdnů, než dojde k zapojení porostu. V tomto období je důležité důsledně eliminovat plevel, zejména druhy s vysokou konkurenční schopností. Příprava půdy a setí je rozhodujícím agrotechnickým vstupem u všech polních plodin a u máku to platí dvojnásob. Semena máku, jejichž HTS je okolo 0,55 g, mají malý obsah zásobních látek. Musil (2018) uvádí, že negativní dopady půdního škraloupu, působení plevelných rostlin a herbicidů mohou během začátku růstu vést ke zpomalení růstu a vývoje. Pro základní zpracování půdy jsou pro mák vhodné jak

orebné, tak bezorebné způsoby zpracování půdy. U bezorebného zpracování je nezbytné půdu zapracovávat minimálně na 15-20 cm. Při použití orby je vhodné hrubé urovnění povrchu již na podzim. Před zahájením dalších operací bychom v časném jaře měli udělat vizuální kontrolu pole a při případném nalezení lokalit s výskytem vlčího máku provést aplikaci totálního herbicidu s rychlým účinným mechanismem. Dle Vašáka (2010) by při použití totálních glyfosátových herbicidů měl být odstup od setí alespoň 10-14 dnů. Při samotném setí by měla být půda taková, že se nelepí na pracovní orgány secího stroje, netvoří se hrudky, ale po přejezdu stroje vzniká patrná vlhká stopa (Cihlář at al. 2018).

Pro výsev máku se používá široká škála secích strojů s mechanickým i pneumatickým výsevním ústrojím. Termín by měl být časný, ovšem musíme počítat s vlivy vnějšího prostředí. Ideální je založení porostu nejpozději do 20.4., při pozdějších výsevech se vlivem zkrácení vegetační doby značně sníží výnos. Výsevek obvykle činí 1,5-1,75 kg/ha osiva. To znamená že vyséváme asi 250-300 klíčivých semen/m². Hloubka setí činí 1-2 cm, za sucha volíme větší hloubku, protože půda v povrchové vrstvě rychleji vysychá. Meziřádková vzdálenost by neměla být větší než 25 cm. Optimální je 10-15 cm (Vašák 2010).

Kučera a Košál (2018) uvádějí, že je mák v našich podmínkách zajímavou plodinou a alespoň částečně pomáhá naředit úzké osevní sledy. Nejběžnější předplodinou pro mák jsou obilniny. Velmi vhodné by byly luskoviny, ty se v České republice pěstují ale v omezeném měřítku. U trav a pícnin na orné půdě může být problém velké vysušení půdy v podorničních vrstvách, takový porost je výrazně více poškozován přísuškou. Okopaniny nejsou příliš vhodné z hlediska možného lokálního utužení půdy. Problematická jako předplodina může být i kukuřice. Její pozdní sklizeň totiž neumožní potlačení vytrvalých plevelů a mohl by se vyskytnout problém s rezidui pesticidů. Obecně platí, že mák je rostlina vysoce citlivá na rezidua některých sulfonylmočovín. Výdrol řepky může zapříčinit také určitá rizika, nedoporučuje se tedy jako předplodina ani řepka (Havel 2020).

3.8.2 Abiotická poškození máku

Jak již bylo zmíněno, mák je velmi citlivou plodinou na utužení půdy. Problematické bývají zejména utužené souvratě, okraje polí. Mák na takových místech mívá zřetelně ztloustlé kořenové krčky, ale i hlavní kořeny. Výrazné poškození může být v kombinaci utužení půdy s velkým množstvím srážek. Mák je také velmi citlivý na zamokření půdy. Velmi nebezpečné je zamokření způsobené silnými vytrvalými dešti, a to zejména na rovinatých pozemcích, odkud voda hůře odtéká a tvoří se souvislá vrstva vody na povrchu pozemku. Nebezpečí se také skrývá v herbicidním ošetření. Poškození herbicidními přípravky je poměrně časté. Na porostu se

mohou objevit prakticky všechny známe druhy fytoxicity, jako jsou vyblednutí, změna barvy, nekrózy, deformace až uhynutí rostlin. Tato poškození lze do značné míry ovlivnit správným používáním a dodržáním doporučení jednotlivých přípravků od výrobce. Velký problém může vzniknout u neregistrovaných přípravků. Nebezpečí mohou představovat také usazeniny přípravku v postřikovači, které se mohou v následném použití uvolnit a následně vzniká typické trojúhelníkové spálení porostu. Všechna tato výše uvedená poškození se mohou stát spouštěčem pro bezsemennost makovic. Havel et al. (2018) uvádí také jako abiotické poškození přilepené korunní plátky. To se děje nejčastěji vlivem deštivého počasí. Ve většině případů ovšem makovice normálně dozraje, pouze ojediněle dochází k rozvoji houbové infekce. Dalším nebezpečím je polehnutí. Toto poškození je relativně časté a nastává většinou po odkvětu. Nejčastějším spouštěčem bývá náraz větru nebo bouřka. Výrazně náchylnější jsou porosty přehnojené dusíkem, jejichž pletivo je křehké. Polehnuté rostliny hnijí, obtížně se sklízí a zvyšuje se příměs nečistot. Polehlé rostliny také dále poškozují hraboši a havrani (Havel 2016).

3.8.3 Výživa a hnojení

Hnojení řadíme mezi významné intenzifikační zásahy v pěstitelské technologii máku. Tyto zásahy jsou nezbytné pro dosažení odpovídajících výnosů a jejich náležitě kvalitě. V praxi výživy rostlin se zaměřujeme především na úpravu kyselosti půdy a bilancování organické hmoty a živin. K posouzení výživného stavu půdy slouží její rozbor s možností následné optimalizace před založením porostu (Škarpa a Richter 2018).

Malý a Kapletová (2018) uvádějí, že mák neřadíme mezi nejnáročnější plodiny, má ovšem nízkou osvojovací schopnost. Pravidlem pro výživu máku je pravidelná aplikace statkových hnojiv a vápnění. Nadále dobré zásobení fosforem, draslíkem a hořčíkem. Dostatek organické hmoty a živin pak vytvoří ideální podmínky pro optimální vývoj porostu a předpoklady pro překonání nepříznivých podmínek. Dle Özarslana et al. (2018) se máku nejlépe daří na půdách bohatých na organickou hmotu. Samozřejmým předpokladem je množstevní dodržení dávky živin dle předpokládaného výnosu, kdy na jednu tunu makového semene a odpovídajícího množství makoviny potřebuje 60-70 kg N, 50-60 kg P₂O₅, 90-110 kg K₂O, 15-25 kg MgO, 15-20 kg S a 60-90 kg CaO. Důležité je také počítat s potřebou mikroprvků v rozsahu 0,1 kg bóru, 0,2 kg zinku a 0,3 kg manganu (Kučera a Košál 2018).

Jak již bylo zmíněno, jedním z nejdůležitějších faktorů je hodnota pH půdy. I při vyhovujícím pH je vhodné zkontrolovat množství vápníku v půdě právě z důvodu vysoké náročnosti máku na tuto živinu. Zároveň s dodáváním Ca do půdy nesmíme opomenout možné

zhoršení příjmu mikroživin, zejména bóru a zinku. Mák klade vysoké nároky také na dusík, a to od počátku vegetace až do fáze tvorby listové růžice. Aby byla kvalitně využita jeho funkce, je nezbytné dodat zbývající živiny v dostatečném množství. Vhodné je dávku dusíku dělit, první polovinu aplikovat před setím a druhou během tvorby listové růžice. Taktéž draslík a fosfor hrají důležitou roli ve výživě máku. Oba tyto prvky mají významnou roli v době kvetení a tvorby semen. Jejich největší spotřeba začíná ve fázi prodlužovacího růstu. Hořčík ovlivňuje tvorbu chlorofylu, aktivuje řadu enzymových systémů, účastní se fixace CO₂, je důležitý pro metabolismus dusíku a příjem fosforu. Nedoceněnou živinou máku bývá síra, která se zúčastňuje tvorby primárních i sekundárních produktů fotosyntetické aktivity. Dusík společně se sírou pozitivně ovlivňují výnos semen a kvalitu makoviny. Z mikroživin je mák nejnáročnější na bór a zinek a je doporučováno u těchto prvků opakovaně během vegetace provádět aktuální rozbor (Malý a Kapletová 2018).

3.8.4 Ochrana máku proti plevelům

Jursík et al. (2018) popisují plevele jako jeden ze škodlivých činitelů v zemědělství, který se vyskytuje každoročně, na pozemcích všech typů a ve všech typech plodin. Obecná definice označuje plevel jako každou rostlinu, který se na daném stanovišti vyskytuje proti vůli člověka. Polní plevele představují rozmanitý soubor rostlinných druhů, které mají takové vlastnosti, jež jim umožní se úspěšně prosadit v porostech kulturních rostlin. U herbicidní ochrany proti plevelům nejsou prakticky žádné nově registrované přípravky. Dle Vlka (2018) se seznam registrovaných přípravků každoročně mění, avšak přibývá jich jen poskromnu. Samotná registrace je extrémně nákladná. Při volbě preemergentních přípravků je potřeba se řídit instrukcemi na etiketě a doporučeními pěstitelů v dané oblasti. Je potřeba zvážit aplikaci za extrémních podmínek. Interakce půdních podmínek, vzcházejících rostlin a počasí jsou natolik složité, že nikdy nedokážeme přesně určit do jaké míry bude působit fytoxicita. Podle Jursíka et al. (2018) se k preemergentnímu ošetření nejčastěji používá přípravek Callisto, který vykazuje poměrně dobrou selektivitu k máku, a to i na lehčích půdách. Pro použití postemergentních herbicidů je rozhodující vývojová fáze rostlin i vzcházejících plevelů a také jejich druhy. U dobře zapojeného porostu je možné postemergentní ochranu zcela vynechat, pokud byla preemergentní ochrana dostačující. Pokud je porost silně zaplevelený je potřeba rozdělit dávky ošetření a začít s ochranou co nejdříve. Jursík et al. (2018) uvádějí, že postemergentní ošetření se obvykle provádí až po vytvoření 6-8 pravých listů. Velmi důležité je ovšem také zohlednit voskovou vrstvu na listech máku. Asi nejrozumnější zásadou, kterou se agronom může řídit, jsou tři dny bez deště (Havel 2020).

Velmi zákeřným plevem v máku je vlčí mák, ten nelze herbicidně v porostu vyhubit, protože registrované přípravky na něj nepůsobí. Není ani možné ho potlačit posklizňovým ošetřením, neboť průběžně vzchází z půdní zásoby semen. Vlčí mák může být velmi nebezpečný, dokáže potlačit kulturní porost máku natolik, že se stane výnos nerentabilní. Nebezpečí nastává také pro porost máku výdrolelem řepky, který v menším měřítku zvládneme herbicidně potlačit, při příliš silném zaplevelení je ovšem účinnost herbicidů omezená (Havel 2020).

3.8.5 Ochrana máku proti chorobám a škůdcům

Jak již bylo zmíněno, mák je plodina velmi citlivá na podmínky prostředí. Velmi rizikovým obdobím je doba vzcházení, kdy se mohou rostliny nacházet v utužených, málo provzdušněných, zamokřených půdách a být napadeny patogeny přenosnými osivem a půdou. Na kořenových a krčkových chorobách se většinou podílí komplex půdních patogenů, jako jsou houby *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum*., *Fusarium* spp., *Dendryphion* nebo *Phomopsis*, které způsobují hnědnutí kořenů, kořenových krčků a jejich zaškrcování. Z chorob nadzemních částí rostlin je nejzávažnější spála máku, způsobována původcem *Pleospora papaveracea*, která způsobuje výrazné ztráty až 80 %. Primárním zdrojem je napadené osivo. První příznaky se většinou objevují na počátku kvetení jako hranaté hnědnoucí skvrny. Na stoncích vytváří černohnědé až černé podélné proužky a napadené rostliny zasychají. Houba dále prorůstá do makovice, kde myceliem omotává nedozralá semena, která potom vytvářejí shluky. Druhou závažnou chorobou je plíseň máku, kterou způsobuje patogen *Peronospora arborescens*. Patogen se přenáší osivem a rostliny vyrůstající z napadeného osiva jsou zakrnělé s chlorotickými, deformovanými a ztloustlými listy. Vegetační vrchol zpravidla odumírá. Na spodní straně vytváří hustý šedý povlak mycelia a konidioforu patogenu, které jsou zdrojem sekundární infekce. Typickým příznakem sekundární infekce jsou hranaté žlutozelené skvrny, na jejichž spodní straně tvoří šedý povlak. Pletivo v místě skvrny postupně odumírá a následně černá (Plachká et al. 2018).

Mák je každoročně napadán řadou škůdců. Krytonosec kořenový působí největší škody ožíráním vzcházejících rostlin, hlavně dospělci tohoto škůdce. V případě silného výskytu, tyto škůdci mohou porost silně poškodit, dokonce i zničit. Larvy tohoto brouka oslabují rostliny ožíráním kořenových krčků a kořenů. Insekticidy jsou účinné pouze proti dospělcům. Napadení krytonosem bývá silnější v teplejších oblastech. Naproti tomu mšice maková se vyskytuje i na řadě jiných plodin a na máku se ošetřuje proti tomuto škodlivému činiteli pouze v případě napadení porostu vyšším než 5 % rostlin. Podle Mušky (2007) jsou rostliny napadané mšicemi

pokroucené a mají zpomalen růst. Listy postupně zasychají a na jejich spodní straně jsou patrné kolonie černých mšic. Postupně se snižuje výnos a také se přenáší virózy. Žlabatka stonková se vyskytuje prakticky všude, kde se mák pěstuje, avšak většinou uniká pozornosti. Larvy prožirají stonek máku a mohou přerušit cévní svazky. Žír rostlinu nezničí, ale mohou vzniknout značné ztráty na výnosu. V posledních letech je nejproblematictější škůdcem máku Krytonosec makovicový. Dospělce rozeznáme od ostatních krytonosců podle bílé skvrny na krovkách a dají se v porostu poměrně dobře najít. Krytonosci nalétávají do porostu společně s bejломorky a je vhodné provádět současné ošetření proti oběma škůdcům (Havel et al. 2015).

3.8.6 Regulátory růstu v máku

Vašák (2010) uvádí, že mák je velmi citlivá plodina, kterou často poškodí nepřízeň počasí i postřiky. Jedná se o plodinu, jež potřebuje podporu a stimulaci. Přírodní regulátory růstu přirozeně vznikající v rostlině nazýváme fytohormony. Tyto fytohormony v rostlině působí endogenně. Dále existují regulátory růstu, které jsou synteticky vyráběné, jež se aplikují na rostliny, působí tedy exogenně (např. morforegulátory). Smyslem růstové regulace v době květu je zpevnění rostlin a omezení nebezpečí poléhání. Polehlé porosty nepředstavují pouze problém sklizňových ztrát, ale taktéž zhoršením kvality způsobené poléháním, vzrůstá nebezpečí napadení plísněmi nebo nerovnoměrné dozrávání. Nezanedbatelné je také celkové zpomalení sklizně (Ort et al. 2017).

Přírodní stimulatory růstu jsou auxiny, cytokininy a gibereliny. Později byly objeveny i další se stimulačními účinky jako brassinosteroidy a polyaminy. Nejnověji objeveným látkám, ke kterým patří například kyselina jasmínová, případně jiným fenolickým látkám, je přisuzován inhibiční účinek. Auxiny stimulují prodlužovací růst a objemový nárůst buněk, tvorbu kořenů, ovlivňují aktivitu meristematických pletiv, zakládání květních pupenů, opadávání listů a plodů. Cytokininy vznikají v rostoucích kořenových špičkách a jsou translokovány kořenovým systémem do nadzemní části rostliny, zejména do listů a pupenů. Z listů přechází do floému (lýka) a mohou být transportovány i do jiných orgánů. Mají morfo-genetický účinek na tvorbu a růst pupenů. Cytokininy nadále zvyšují biosyntézu chlorofylu i rychlost fotosyntézy a jsou spolu s auxiny nejdůležitější složkou hormonálního komplexu rostliny. Na jejich obsahu v rostlině se značně podílí výživa dusíkem. Gibereliny jsou nejpočetnější skupinou fytohormonů a jejich fyziologické účinky se projevují dlouhým růstem. Taktéž ovlivňují vývoj listové plochy, avšak snižují obsah chlorofylu, a naopak zvyšují koncentraci karotenoidů. Vliv na obsah giberelinů má i denní cyklus, dlouhý den jejich koncentraci v listech zvyšuje, krátký den naopak snižuje (Knight 2015).

3.8.7 Sklizeň máku

Havel et al. (2018) uvádí, že u sklizně je velmi důležité správné dodržení technologií, jelikož chyby mohou vést až k naprostému znehodnocení sklizeného máku. Obvyklý termín sklizně máku začíná od poloviny července do začátku září (Vašák 2010). Dle Kuchtové et al. (2013) termín sklizně závisí na zralosti porostu, kterou lze určit dle jednotného zbarvení porostu a vyschlých tobolek, v nichž při pohybu slyšíme chrastění semen. Pokud po odlomení korunky do dlaně vysypaná semena nezesvětlají, mají správnou sklizňovou vlhkost. Nestihneme-li sklizeň včas, rostliny odumírají a na povrchu tobolek se objevuje povlak alternáriových černí, který snižuje kvalitu. Lapcevic (2019) udává, že pokud se sklizní čekáme příliš dlouho, makovice praskají a semena se mohou vysypat na zem, což způsobuje ztráty na výnosu. Malé plochy lze sklízet ručně vylamováním a sběrem makovic. Nejčastěji se uplatňuje přímá sklizeň sklízecími mlátičkami ve směsi semen s makovinou. Sklizeň bez makoviny výrazně zvyšuje sklizňové ztráty, zhoršuje kvalitu semen a způsobuje potíže při skladování a čištění semen. Porost pro bezproblémovou sklizeň by měl být nepolehlý, vyrovnaný, suchý a bezplevelný (Özarslan et al. 2018).

Pro sklizeň jsou vhodné všechny sklízecí mlátičky bez ohledu na rozdíly v konstrukci, avšak je nutné seřízení stroje. Cílem těchto kalibrací je především snížit posklizňové ztráty na minimum (Vašák 2010). Sklizeň může být také dvouúčelová zahrnující makovinu. Princip mechanizované sklizně makoviny spočívá v hrubém rozbití tobolek, které spolu se semeny propadnou skrz síta do zásobníku. Mák by měl být sklizen při vlhkosti semen do 10 % a makoviny do 17 %. Tyto hodnoty jsou hraniční pro posklizňovou úpravu bez dosoušení. Sklizeň makoviny musí respektovat požadavky šetrné sklizně máku pro potravinářské účely a současně kvalitní sklizně makoviny pro farmaceutické účely (Carlin et al. 2020).

3.8.7.1 Posklizňové ošetření máku a skladování

Mnoho zemědělců se věnuje vlastnímu čištění i výrobě osiv. Cílem je snaha ušetřit většinu vstupních nákladů. Mák se skladuje s vysokým podílem makoviny, proto vlastnímu čištění předchází separace makoviny. Ta se liší od běžného čištění zejména v objemu odpadního materiálu, v celkové směsi dosahuje 50-90 %, zatímco u klasického čištění máku se tato hodnota pohybuje mezi 5-20 %. Nejčastěji se používají specializované dvousítové separátory. Úkolem vrchního síta je oddělení směsi prodejné makoviny a spodní má za úkol oddělit makovinu neprodejnou. Propadem potom odchází předčištěný mák. Následuje čištění na

čističce drobných semen, tedy čištění na sítích proudem pomocného vzduchu, který drobné nečistoty, lehčí než semena, odfukuje. V horní části stroje jsou vzduchové komory s regulací množství vzduchu. Princip spočívá v nadlehčování úlomků rostlin a drobných nečistot za pomoci vzduchu, tak aby nepropadli do vyčištěného produktu. Tímto způsobem ovšem nedokážeme odstranit nečistoty, které mají podobnou hmotnost jak semeno máku, jako jsou například semena merlíku nebo lebedy. Z tohoto důvodu se závěrem provádí ještě čištění na separačním stole, který odděluje materiál dle specifické hmotnosti. Základem je velké rovinné síto, pod které se vhání velké množství vzduchu a nadlehčuje tříděné částice. Deska tohoto stolu je nakloněna do dvou na sebe kolmých rovin. Vhodnou volbou sklonu pracovní plochy stolu, velikosti kmitu a množství vháněného vzduchu, umožňuje rozřídění přivedeného materiálu do maximálně šesti frakcí, od nejlehčí po nejtěžší (Vrzalová 2009).

Jako jiné olejniny je i mák silně náchylný na zapaření a plesnivění. Konkrétní technologický postup závisí na kvalitě sklizených semen. Pokud byl porost při sklizni nezaplevelený, dobře vyžralý a suchý, není nutno sklizenou hmotu ihned čistit. Makové semeno i makovinu je možné skladovat i bez vyčištění se zachováním stejné kvality. Zachování makoviny nám napomáhá skladování, aktivní vzduch skrze makovinu lépe prostupuje. Pokud nebyl porost dostatečně suchý, nebo byl zaplevelený, je nutné po sklizni tuto partii, co nejdříve vyčistit a dosušit. Delší dobu lze skladovat pouze mák nepoškozený při sklizni. Velké nebezpečí při skladování představují skladištní roztoči. Jsou v podstatě všudypřítomní a čekají na vhodné podmínky k množení. Vhodné podmínky mohou nastat při zvlhnutí máku v nedostatečně větraných prostorách, případně při nevhodném skladování v nezatěsněných skladech proti srážkové vodě. U silně napadené partie máku je cítit vůni připomínající med, v tuto chvíli je již pozdě a nezbývá nežli semena zlikvidovat (Havel et al. 2018).

3.8.7.2 Požadavky na kvalitu semen a makoviny

Mák je významnou potravinou v národních kuchyních hlavně pro své dietetické hodnoty. Má dieteticky velmi cenný olej, který má vynikající sensorické vlastnosti. Nárůst produkce i cen je spojen s vysokými nároky na kvalitu semen i makoviny. Kvalita semen máku je dána normou ČN 462312. Provozovatelé potravinářských podniků, kteří dovážejí, zpracovávají a balí mák, musí splňovat požadavky řady právních předpisů, ať už se jedná o zákon č. 110/1997 Sb., a jeho vyhlášku č. 329/1997 Sb., pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejná semena, nebo nařízení EP a Rady (ES) č. 852/2004, o hygieně potravin.

V neposlední řadě musí mák splňovat nařízení EP a Rady (ES) 396/2005 o maximálních limitech residuí pesticidů v potravinách a krmivech rostlinného a živočišného původu a na jejich povrchu. Z pohledu kontrol máku prováděných SZIP je důležitým předpisem vyhláška č. 172/20015 Sb., dle které jsou provozovatelé potravinářského podniku v místě prvního příjmu, zacházení nebo manipulace s vybranými druhy potravin povinnosti podat hlášení. Tato hlášení jsou podkladem pro plánování kontrol jakosti a zdravotní bezpečnosti zahrnutých potravin. Zároveň SZPI umožní získat přehled o dováženém máku do České republiky. SZPI zaměřuje své kontroly především na mák původem ze zemí třetího světa, u kterých ověřuje vhodnost pro použití v potravinářství z hlediska přítomnosti morfinových alkaloidů (Schneeweiss 2020).

Mák je hodnocen jako pochutina s důrazem především na homogenitu barvy, vůni, chuť, vlhkost, cizorodé příměsi i nečistoty celkem. Z nečistot se hodnotí zvláště minerální nečistoty, mezi které řadíme zeminu, písek, prach a kameny. Nadále to mohou být nečistoty organické, kterými jsou například části tobolek, stonků a listů. Za příměsi se považují zlomky semen máku bez ohledu na velikost, semena poškozená do 50 % povrchu a semena máku rezavé barvy. Podle Havla et al. (2018) jsou semena máku relativně měkká, snadno se při sklizni poškodí a poté výrazně zhořknou. Výrazné nebezpečí pro kvalitu sklizených semen představují zmlazující rostliny s nedostatečně zralými tobočkami. Nedožralá semena jsou tak měkká, že i při správném nastavení kombajnu dojde k jejich poškození. Takto poškozená semena pak snadno ulpí na povrchu zralých semen a způsobují jejich žluknutí. Limity pro těžké kovy jsou dány vyhláškou Státní zemědělské a potravinářské inspekce, která vychází z vyhlášky Ministerstva zdravotnictví, kde je mák řazen mezi olejnatá semena pro účel potravin. Například maximální možný přípustný obsah mědi v jedlém tuku či oleji je 80 ppm. Mák taktéž musí vyhovovat požadavkům na mikrobiální nezávadnost. Pokud mák nevyhovuje výše uvedenému, nelze jej použít k lidské spotřebě.

Pro dosažení vysoké kvality je důležitý čistý, odrůdově jednotný a vyrovnaný porost, neznečištěný jiným typem máku ani předplodiny. Sklizeň by měla probíhat v plné zralosti a vlhkosti asi 8 %. Skladování makové drtě je ideální s makovinou a neprodleně po navezení z pole směs větrat aktivním větráním. Důležité je důsledné čištění semen a následně vycištěný mák skladovat v pytlích nebo kontejnerech. Pokud dodržíme tyto zásady, je možné mák skladovat při aktivně větraném prostoru, při teplotě 20 °C jeden rok.

Jak již bylo uvedeno výše, kromě semene je možné rostlinu máku setého využít také pro makovinu. Kvalitu makoviny definuje podniková norma Zentivy Hlohovec a dále je obchod s makovinou upraven legislativním zákonem. Makovinou označujeme prázdné tobolky se

stonkem maximálně 15 cm pod tobolekou. Nečistoty, tedy listy máku a jejich úlomky, semena máku či plevelů, jiné organické a anorganické nečistoty a rovněž propad drobných částí makoviny pod sítem o velikosti 3,15 x 3,15 mm. Z kvalitativních parametrů je stanoveno, že makovina musí být zdravá, suchá, bez plísní a škůdců, hnědožluté barvy se světlejším nebo tmavším odstínem. Musí být sklizena včas v plné zralosti, která je totožná s biologickou zralostí máku. Do první jakosti řadíme makovinu, která má čistotou minimálně 90 % a obsah morfinu nad 0,25 %. Druhá jakost musí splňovat čistotu minimálně 80 % a stejný obsah morfinu jako první jakost. Pokud čistota makoviny klesne pod hodnotu 80 %, ale obsah morfinu se zachová mezi 0,20-0,30 % vykupuje se jako nestandardní (Vašák 2010).

3.8.8 Pěstování máku v ekologickém zemědělství

V České republice se nachází několik podniků hospodařících ekologicky přes dvacet let. U mnohých z nich se daří díky důkladné přípravě a zvládnutí konverze podniku v pěstebních technologiích zachovávat půdu bohatou na živiny. Dodržování pravidel pěstitelské praxe, preventivní opatření a stabilizace ekosystému přinášejí mnohý užitek, nicméně výnosy jsou ohroženy chorobami a škůdci. Zemědělci hospodařící v ekologickém zemědělství mnohdy také nepohrdnou užitím přípravků povolených v ekologickém zemědělství. Na stránkách ÚKZÚZ je dostupný seznam přípravků na ochranu rostlin, obsahující mimo jiné i informace o účinných látkách. Povolení užití prostředky ochrany rostlin se omezuje pouze na případy, kdy se preventivní a agrotechnická opatření ukážou být nedostatečná. Používání těchto přípravků podléhá evidenci a při kontrole může nastat situace, kdy bude konstatováno porušení zákona a může být odebrána certifikace (Kuchtová a Dvořák 2016).

Na semena máku se vztahují požadavky dle ČSN 46 2300-3 a způsob jejich produkce musí odpovídat podmínkám vyplývajícím z legislativních podmínek a omezení pro ekologické zemědělství. Pěstování a produkce máku je nevyužitou příležitostí. Na rozdíl od konvenční produkce nepodléhá cena ekologického máku výkyvům. Pro ekologické pěstitele není cestou návrat k dřívějším praktikám, dostupnost nových poznatků ve spojení s modifikacemi užívaných pěstitelských postupů, vhodných pro ekologické aplikace a využitím moderní zemědělské techniky umožňuje přizpůsobit způsob produkce požadavkům ekologického zemědělství (Kuchtová et al. 2013).

4 Metodika

Přesné polní maloparcelkové pokusy s mákem setým byly realizovány v roce 2020 formou na Výzkumné stanici FAPPZ v Červeném Újezdě. Tato výzkumná stanice byla založena roku 1974 a v současné době slouží jako experimentální pracoviště některých kateder FAPPZ, především Katedry agroekologie a rostlinné produkce a Katedry agroenvironmentální chemie a výživy rostlin. Stanice obhospodařuje 30 ha pozemků, z této plochy je 6 ha věnováno pokusům.

4.1 Charakteristika stanoviště a klimatické podmínky

Červený Újezd spadá do oblasti mírně teplé, mírně suché, převážně s mírnou zimou. Pozemky jsou situovány v nadmořské výšce 405 m n.m. Terén pokusných ploch je jednoduchý, orientovaný převážně jižním směrem. Klimatické podmínky podmiňují vznik hnědozemí, hnědozemí illimerizovaných, vyluhování vrchních půdních horizontů a posun koloidních částic do spodiny. Průměrná roční teplota je 6,9 °C a průměrný roční úhrn srážek 549 mm. Osevní postup je pětihoný a plodiny rotují v uvedeném sledu: 1. Pokusy, 2. Jarní obilovina, 3. Jetelovina, 4. Jetelovina, 5. Ozimá obilovina.

Chemické vlastnosti půdy: mírný obsah humusu, reakce neutrální, střední sorpční kapacita, koloidní komplex je nasycen. Na sprašových pokryvech uhličitán vápenatý vyloužen. Obsah P, K je střední až dobrý.

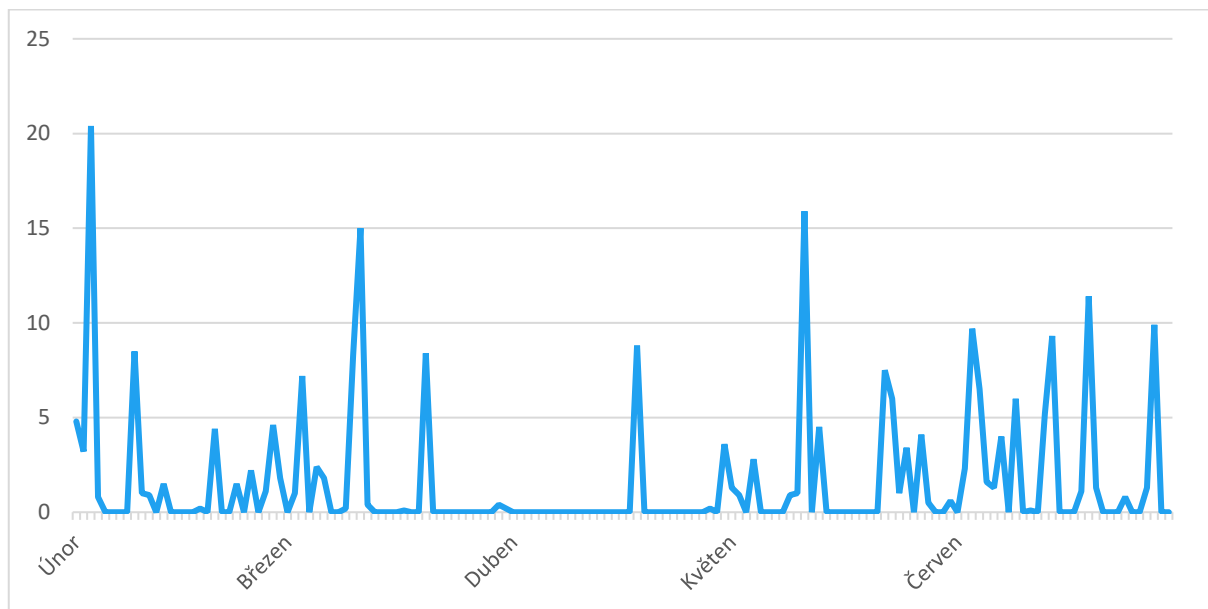
4.1.1 Klimatické podmínky v roce 2020

Klimatické podmínky v roce 2020 nebyly na pokusném stanovišti v Červeném Újezdě ideální. Z hlediska průměrné teploty byla vegetační sezóna nadprůměrná. Vysoce nadprůměrné byly především zimní měsíce, kdy průměrná teplota překonávala dlouhodobý normál o cca 5 °C. Z hlediska průměrných úhrnů srážek vztažených k dané lokalitě byl únor i březen poměrně vydatný. V dubnu se srážky značně odchýlily od normálu a tento deficit měl značný vliv na porost máku. Zbytek roku byl z pohledu srážek nadprůměrný.

V grafu 1 lze vidět konkrétní rozložení srážek během nejdůležitějších měsíců pro vegetaci máku. Mák byl vyset 18. března, optimálním termínem bývá udáván 20. březen. Dne 20. března na založené porosty spadlo 8.4 mm srážek. Následně do 18. dubna prakticky nepřibyl žádný úhrn srážek. V tomto mezidobí jsme se obávali, že porosty vláhový deficit nezvládnou a bude

se muset přistoupit ke znovuzaložení porostů. Dne 18. dubna spadlo na pokusné lokalitě 8.8 mm srážek. Po srážkově normálním květnu přichází mírně nadprůměrný červen, který v kombinaci s vyššími teplotami poskytuje ideální živnou půdu pro rozvoj houbových chorob.

Graf 1: Úhrny srážek (mm)



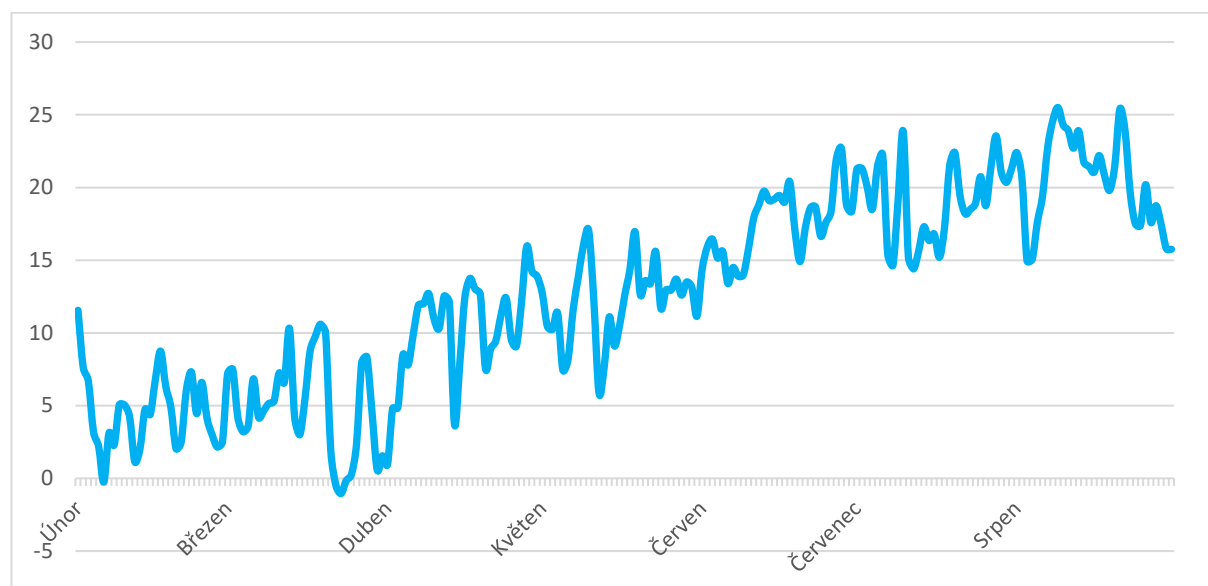
Nahlédneme-li do dlouhodobých statistik průměrného úhrnu srážek v ČR, zjistíme nejružnější odchylky v jednotlivých letech. V tabulce 1 je uveden průměrný úhrn srážek v jednotlivých měsících v porovnání s dlouhodobým průměrem v letech 1981–2010. Z hlediska srážek můžeme považovat řadu měsíců jako nadprůměrných. Měsíc červen, který je velmi důležitý pro tvorbu výnosotvorných prvků máku, překonal dlouhodobý průměr dokonce o 50 mm srážek na jednotku plochy.

Tabulka 1: Porovnání průměrných měsíčních úhrnů v roce 2020 s dlouhodobým normálem

Průměrné měsíční úhrny srážek (mm)												
měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
průměrné úhrny srážek rok 2020	12	64	45	21	64	120	40	99	64	67	16	17
dlouhodobý normál 1981-2010	34	30	40	34	63	70	82	75	47	34	40	38
odchýlení od dlouhodobého normálu	-22	34	5	-13	1	50	-42	24	17	33	-24	-21

V grafu 2 je důležité období na přelomu března a dubna, kdy noční teplota klesala až na hodnotu -8 °C. To je dle literatury kritická teplota pro vzcházející rostliny máku. Na parcelách touto dobou byly patrné drobné vzcházející rostlinky spálené mrazem. Kromě tohoto období je z grafu patrné, že jiné kritické výkyvy teplot se za dobu měření neodehrály.

Graf 2: Průměrná denní teplota (°C)



Porovnáme-li průměrnou denní teplotu jednotlivých měsíců v roce 2020 s dlouhodobým normálem v období 1981-2010, zjistíme řadu neobvyklých výkyvů.

Tabulka 2: Porovnání průměrných teplot v roce 2020 s dlouhodobým normálem

Průměrná měsíční teplota (°C)												
měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
průměrná teplota rok 2020	-2,1	-0,2	3,7	8,6	13,7	16,5	18,5	18	13,5	8,7	3,4	-0,1
dlouhodobý normál 1981-2010	1,4	4,8	4,6	10,1	11,7	17	18,7	19,6	14,8	9,6	4,4	2,5
odchýlení od dlouhodobého normálu	3,5	5	0,9	1,5	-2	0,5	0,2	1,6	1,3	0,9	1	2,6

Rok 2020 byl v celkovém hodnocení chladnějším. Průměrná teplota v měsíci setí máku byla o 1,5 °C nižší, než tomu bývá v dlouhodobém měřítku a porost již od počátku svého vývoje

musel překonávat značná úskalí. Celková zima přelomu let 2019/2020 byla dlouhá a mrazivá. Měsíc únor se dokonce odchýlil o normálu o 5 °C.

4.2 Agrotechnika použitá v pokusu

Pokus byl veden metodou znáhodněných bloků ve čtyřech opakováních, velikost pokusné parcely činila 10 m². Výsevek osiva činil 2 kg/ha, tedy 2 g na jednu pokusnou parcelu. Byla použita modrosemenná odrůda Aplaus, jejíž osivo bylo ošetřeno různými přípravky uvedenými níže. Setí probíhalo 18. března 2020; během výsevu bylo použito hnojivo NPK (15:15:15) v dávce 200 kg/ha. Pro přihnojení během vegetace byl použit LAD (ledek amonný s dolomitem), a to 9. června v dávce také 200 kg/ha. K regulaci plevelů byly preemergentně použity přípravky Callisto a Comande. Postemergentně, tedy po vzejití rostlin jsme nadále použili herbicidy Laudis, Starane, Karate Zeon. Všechny přípravky byly použity v dávkách registrovaných pro mák a v uvedeném množství výrobcem. Sklizeň proběhla v termínu 11. srpna za pomoci maloparcelkové sklízecí mlátičky upravené pro sklizeň máku.

4.3 Přípravky použité pro ošetření osiva máku

4.3.1 Cruiser OSR

Cruiser OSR je insekticidní a fungicidní mořidlo obsahující tři účinné látky: thiamethoxam, fludioxonil a metalaxyl-M.

Thiamethoxam ze skupiny neonicotinoidů je neselektivní systemický insekticid s reziduálním působením. Hubí škůdce požerovým a dotykovým účinkem. U zasaženého hmyzu je narušena činnost nicotinic acetyl choline receptoru v nervovém systému.

Fludioxonil ze skupiny fenylpyrrolů je širokospektrální kontaktní fungicid s reziduálním účinkem. Je částečně přijímán semeny a omezeně translokován do klíčících rostlin. Účinkuje proti hospodářsky významným druhům hub ze tříd *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* a *Fungi imperfecti*.

Metalaxyl-M ze skupiny fenylamidů je systemický fungicid, který je velmi dobře přijímán semeny a translokován do všech částí klíčících rostlin. Účinkuje proti hospodářsky významným druhům hub ze třídy *Oomycetes*.

Tento přípravek je doporučen používat v dávce 25 litrů na 1 tunu osiva máku. Moření se provádí na schválených kontinuálních i diskontinuálních/vsázkových mořičkách, které zaručí přesné a rovnoměrné dávkování a pokrytí povrchu osiva mořidlem ve formě kapaliny nebo v suspenzi.

4.3.2 Enviseed

Přípravek Enviseed je pomocný výživový a stimulační přípravek používaný jako součást mořící kapaliny. Svým složením zvyšuje klíčivost rostlin, působí stimulačně v raných fázích růstu a tím vytváří lepší podmínky pro tvorbu kořenového systému.

Obsahuje synergickou směs organicky vázaného dusíku, mikroprvků v chelátové formě, fytohormonů a aminokyselin. Pro lepší přilnutí mořící směsi je do přípravku zakomponována přírodní směs látek snižující povrchové napětí, což příznivě ovlivňuje schopnost osiva absorbovat účinné látky ze svého povrchu.

Přípravek je vhodný pro všechny plodiny mořené v České republice. Nejlepších výsledků dosahujeme při použití na pšenici, ječmen, mák a kukuřici.

Tento přípravek je vhodné použít v případě výrazně zhoršené dostupnosti živin na pozemku. Je vhodný i pro běžné podmínky s cílem stabilizovat porost v počátečním stádiu růstu, které je nejdůležitějším pro vývoj rostlin. Doporučená dávka pro mák je 30 litrů na tunu osiva + mořící přípravek v předepsaném ředění.

4.3.3 TS osivo

Přípravek TS osivo je určen především pro aplikaci na osivo formou společné aplikace s mořidlem nebo samostatně. Přítomnost aminokyselin, huminových látek a ostatních složek dodává klíčícím rostlinám energii potřebnou pro počáteční růst a dodává základní stavební látky. Obsahuje NPK vázané na aminokyseliny, močovinový N, výtažek z mořských řas, B, Mo, Fe v chelátové formě, Mg, Zn, Mn, Cu ve formě síranů, adaptogenní látky a látky se smáčivým a lepivým účinkem.

Mezi hlavní účinky patří posílení energie pro klíčení, napomáhá vzcházení, stimuluje růst a tvorbu kořenů a kořenového vlášení, podporuje syntézu chlorofylu, urychluje tvorbu a růst nadzemní biomasy a podporuje metabolismus. Doporučená dávka je 10 litrů na 1 tunu osiva.

4.3.4 Terra-sorb

Pomocný rostlinný přípravek Terra-sorb je doporučeno na mák použít v dávce 9 litrů na 1 tunu osiva. Aplikuje se běžnou technikou pro moření osiva ve směsi s mořidlem. Je mísitelný se všemi přípravky na předset'ovou přípravu osiva. Aplikace na osivo se projeví ve zvýšeném objemu kořenové soustavy (lépe vyživený vitálnější porost), v rovnoměrnějším a rychlejším vzcházení.

Přítomnost aminokyselin podporuje otevírání průduchů na listech, stimuluje procesy, které zlepšují pohyblivost živin a mikroelementů v rostlině, fotosyntézu a transpiraci. Biologicky aktivní cheláty vytvořené aminokyselinami jsou účinnými dopravci živin přes buněčné membrány. Aminokyseliny se rovněž přímo účastní procesů dozrávání, zvyšují kvalitu plodů, zlepšují odolnost a regeneraci u rostlin zasažených v důsledku stresu.

4.3.5 Sunagreen

Sunagreen je rostlinný stimulator s formulací vyhovující použití jako součást kapaliny určené pro ošetření osiva. Jedná se o velmi účelné a levné ošetření společně s „klasickým“ mořidlem, popř. o následné přemoření již namořeného osiva. Zvyšuje intenzitu počátečního vývoje rostlin v průběhu klíčení a nárůst hmotnosti kořenového systému. Moření auxinovými přípravky lze považovat za základ silného a vyrovnaného porostu s potenciálem pro zvýšení kvality produkce i samotného výnosu. Ošetření osiva máku je doporučeno v dávce 30 litrů na 1 tunu.

4.3.6 Polyversum

Polyversum je biologický fungicid pro ochranu proti širokému spektru chorob v mnoha plodinách. Jedná se o biologický přípravek na bázi mikroorganismu *Pythium oligandrum* z říše *Chromalveolata*, který taxonomicky spadá do třídy řasovky. *Pythium oligandrum* je mykoparazit, jež napadá širokou škálu původců houbových chorob.

Mechanismus účinku biofungicidu Polyversum se projevuje ve třech rovinách. První je mykoparazitismus (rozkládá stélky fytopatogenů a získává živiny pro vlastní výživu). Druhou je indukce rezistence (sekundární metabolity stimulují tvorbu morfologických a biochemických bariér) a třetí je růstová stimulace (sekundární metabolity podporují tvorbu růstových fytohormonů).

4.3.7 Gliorex

Gliorex je pomocný rostlinný přípravek ve formě dispergovatelného (smáčivého) prášku bělavé barvy. Obsahuje konidie hub rodu *Clonostachys* a *Trichoderma* a interní plnidlo. Obsahuje spóry hub přirozeně se vyskytující v půdě, které mají schopnost pro rostlinu rozkládat organické zbytky v půdě a tím zvyšovat příjem živin z půdy. Pozitivně ovlivňují vzcházení rostlin a zvyšují dynamiku růstu. Doporučené dávkování je uvedeno u máku 3 kg přípravku na 100 kg osiva.

4.3.8 E-ventus

E-ventus je fyzikální ošetření osiva za pomoci účinku nízkoenergetických elektronů. Semena ošetřujeme tak, že propadávají mezi dvěma proti sobě uloženými elektronovými generátory. Přítomné patogeny jsou účinkem elektronů ionizovány. Tímto způsobem ošetřujeme semena proti houbovým patogenům, virům a bakteriím. Výhodou tohoto typu ošetření je možnost využití semen k potravinářským účelům i po ošetření.

4.4 Statistické vyhodnocení výsledků

Ke zpracování a vyhodnocení výsledků byly použity programy Microsoft Excel, Statistica 12 a SPSS Statistics. První část výsledků, která se věnovala vyhodnocení vlivu jednotlivých způsobů ošetření osiva a jejich kombinací na vybrané produkční parametry porostu a výnos, byla zpracována pomocí analýzy variance (ANOVA); průkaznost rozdílů mezi průměry variant ošetření osiva byla vyhodnocena testem dle Tukeye na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Druhá část výsledků, zaměřená na porovnání rozdílů mezi variantami s chemickým a nechemickým ošetřením osiva, byla vyhodnocena prostřednictvím dvouvýběrového t-testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

5 Výsledky

V tabulce 3 jsou uvedené zkrácené tvary jednotlivých použitých přípravků, které byly pro přehlednost použity při zpracování výsledků formou grafů.

Tabulka 3: Zkratky vybraných ošetření

Přípravek	Zkratka
Cruiser OSR	CR
Enviseed	ES
Terra-Sorb	TRS
Sunagreen	SG
E-ventus	EV
Polyversum	PV
Gliorex	GX

Tabulka 4 barevně znázorňuje rozdělení jednotlivých skupin ošetření. Ošetření v kombinaci s Cruiserem OSR zahrnuje 5 variant. Cruiser OSR je možno použít samostatně, ale i v kombinaci s dalšími stimulačními a podpurnými přípravky. Další skupinou jsou biologické přípravky, mezi které jsou zařazeny ošetření Polyversum a Gliorex. E-ventus je jediné ošetření ze skupiny fyzikálního ošetření a mezi přípravky se stimulačními účinky řadíme TS osivo, Enviseed, Sunagreen a Terra-sorb.

Tabulka 4: Rozdělení skupin dle ošetření

Ošetření v kombinaci s Cruiser OSR	
Biologické přípravky	
Fyzikální ošetření osiva	
Stimulační přípravky a kombinace	
Kontrola	

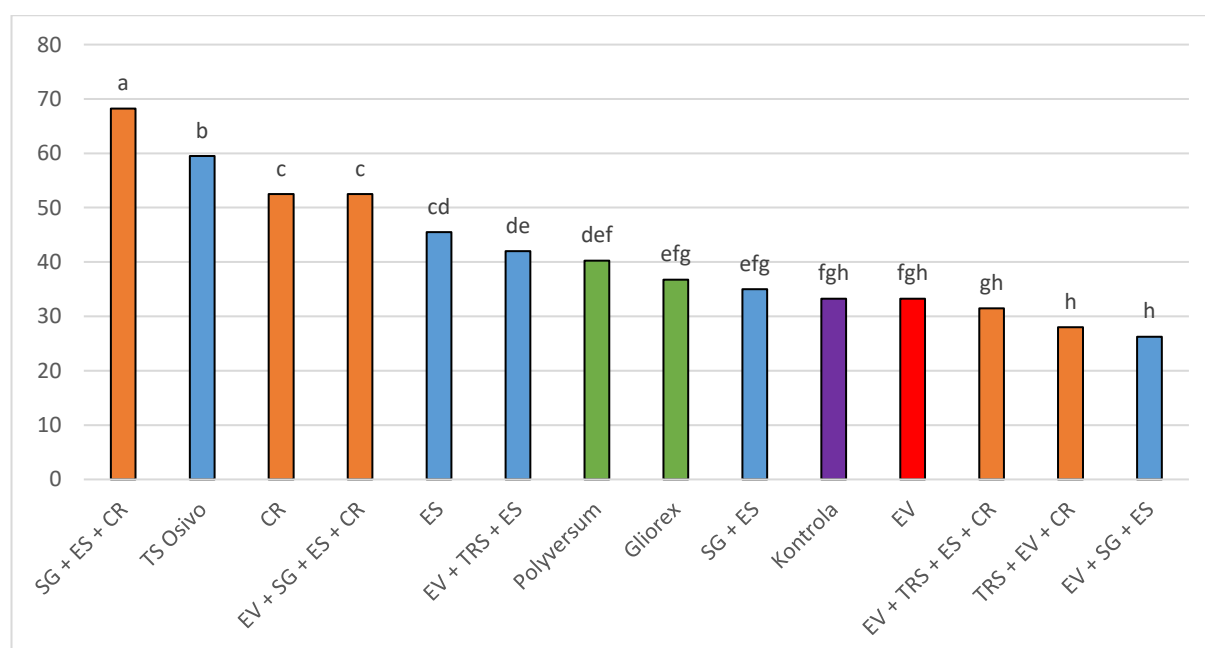
5.1 Vliv ošetření osiva na sledované produkční parametry a výnos

Následující část výsledků je věnována vyhodnocení vlivu různých způsobů ošetření osiva máku u jednotlivých variant pokusu na vybrané produkční parametry porostu, výnos a HTS.

Průměrný počet rostlin na m² na počátku vegetace

Průměrný počet rostlin máku na m² na počátku vegetace (hodnoceno 5.5. 2020) je znázorněn v grafu 3. Nejvyššího počtu 68 rostlin na m² při tomto hodnocení dosáhla varianta s kombinací přípravků Sunagreen + Envisseed + Cruiser OSR, která se v tomto znaku statisticky průkazně odlišovala od všech ostatních variant. Naproti tomu nejnižší počet rostlin na m² (26) byl při tomto hodnocení zaznamenán u varianty s kombinací ošetření E-ventus + Sunagreen + Envisseed. Rozdíly mezi jednotlivými variantami byly v některých případech statisticky průkazné, jindy neprůkazné, ale nelze říci, že by při tomto hodnocení některé varianty ošetření osiva, resp. varianty zahrnující chemický přípravek Cruiser OSR, či naopak varianty tvořené pouze stimulačními přípravky či biologickými fungicidy (Polyversum a Gliorex) byly jednoznačně lepší či horší.

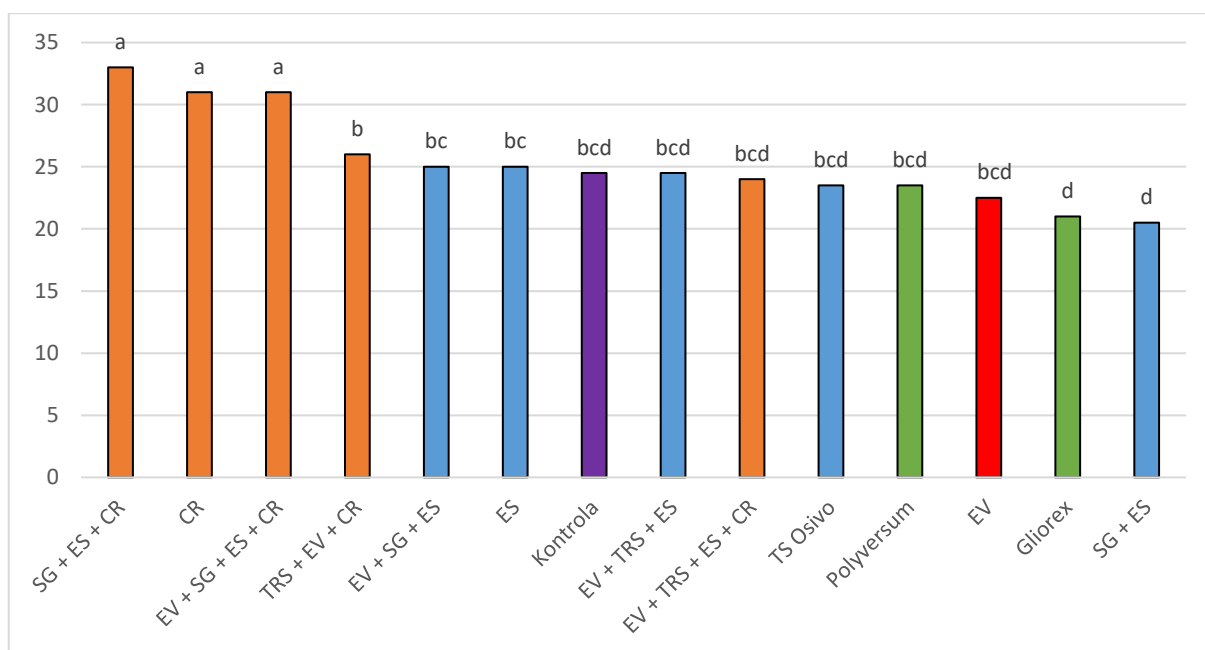
Graf 3: Průměrný počet rostlin na m² na počátku vegetace
(Tukey, $\alpha=0,05$)



Průměrný počet rostlin na m² na konci vegetace

Odlišná situace byla zjištěna při hodnocení průměrného počtu rostlin máku na m² na konci vegetace (hodnocení 15.7. 2020), jak je patrné z grafu 4. Při tomto hodnocení se průměrný počet rostlin na m² pohyboval mezi 33 rostlinami (varianta Sunagreen + Envisseed + Cruiser OSR) a 21 rostlinami (varianta Sunagreen + Envisseed). Pouze 3 první varianty přesáhly v průměru 30 rostlin máku na m² a statisticky průkazně se lišily od všech ostatních variant. Současně platí, že první 4 varianty ošetření, které dosáhly nejvyššího počtu rostlin na m² v tomto období, obsahovaly přípravek Cruiser OSR. Z výsledků je dále patrné, že kromě prvních tří variant s nejvyšším počtem rostlin na m² byly rozdíly mezi ostatními variantami poměrně malé a zpravidla statisticky neprůkazné.

Graf 4: Průměrný počet rostlin na m² na konci vegetace
(Tukey, $\alpha=0,05$)

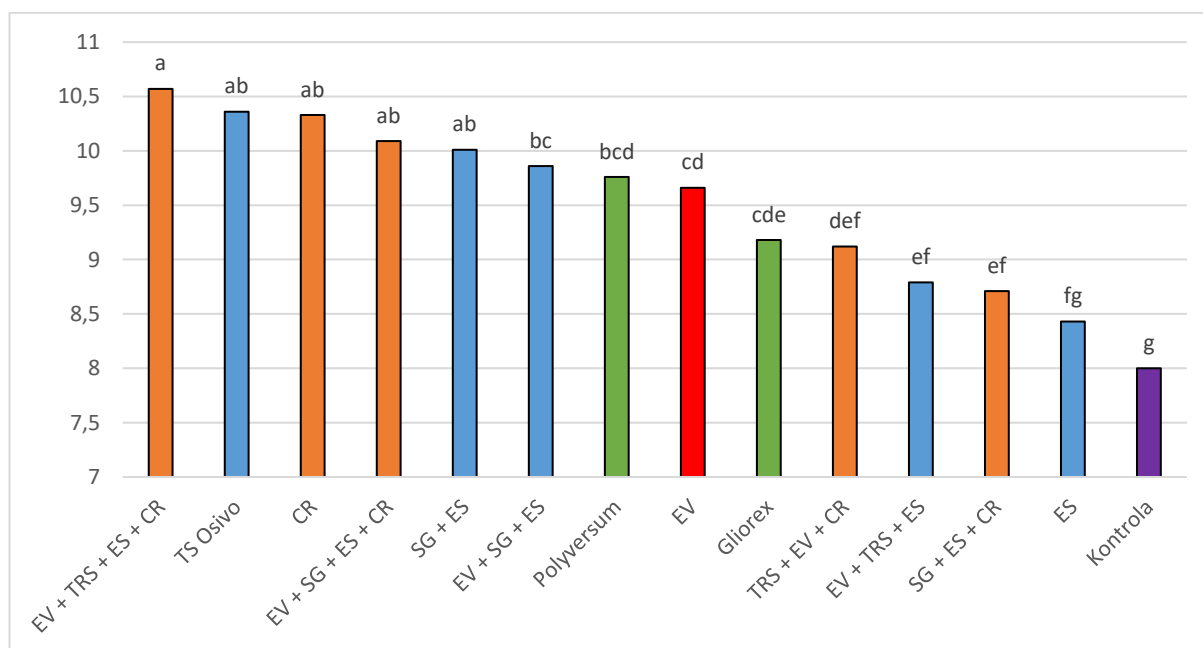


Průměrná délka kořenů

Výsledky hodnocení průměrné délky kořenů máku (hodnocení 12.6. 2020, před dlouhivým růstem) jsou uvedeny v grafu 5.

Z výsledků je patrné, že průměrná délka kořenů v tomto období se pohybovala mezi 10,6 cm (varianta s ošetřením E-ventus + Terra-sorb + Envisseed + Cruiser OSR) a neošetřenou kontrolou (8 cm). Rozdíly v průměrné délce kořenů u prvních 5 variant, zahrnujících kromě variant s přípravkem Cruiser OSR i varianty s podpůrnými, stimulačními přípravky, byly statisticky neprůkazné; statisticky průkazně se od sebe nelišily i 2 poslední varianty s nejnižší délkou kořenů. Na základě výsledků lze vyvodit, že všechny použité varianty ošetření délku kořenů v době hodnocení ovlivnily ve větší či menší míře pozitivně a překonaly neošetřenou kontrolu.

Graf 5: Průměrná délka kořenů (cm)
(Tukey, $\alpha=0,05$)

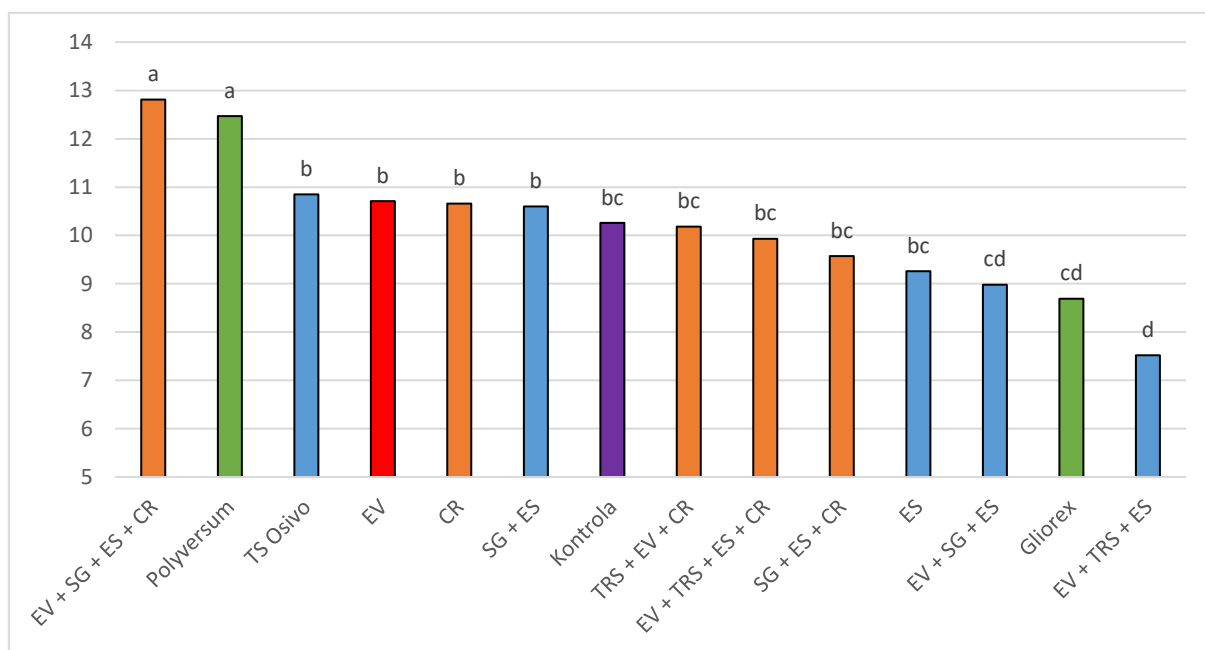


Průměrná hmotnost kořenů na rostlinu

Současně s hodnocením průměrné délky kořenů máku byla stanovena i průměrná hmotnost kořenů na rostlinu. Výsledky jsou znázorněny v grafu 5. Je z nich patrné, že ne vždy korespondovaly s průměrnou délkou kořenů.

Průměrná hmotnost kořenů na rostlinu se pohybovala mezi 12,8 g (varianta E-ventus + Sunagreen + Envisseed + Cruiser OSR) a 7,5 g (varianta E-ventus + Terra-sorb + Envisseed). První 2 varianty, zahrnujících již zmíněnou kombinaci E-ventus + Sunagreen + Envisseed + Cruiser OSR, ale i biologický přípravek Polyversum, se od sebe v průměrné hmotnosti kořenů na rostlinu statisticky průkazně neodlišovaly; stejně tak se od sebe statisticky průkazně nelišily 3 varianty s průměrnou hmotností kořenů nejnižší. Zajímavé je, že neošetřená kontrola v průměrné hmotnosti kořenů na rostlinu překonala 7 variant s různými formami ošetření osiva, ale na druhou stranu, rozdíly mezi nimi a kontrolou zpravidla nebyly výrazné a v řadě případů statisticky neprůkazné.

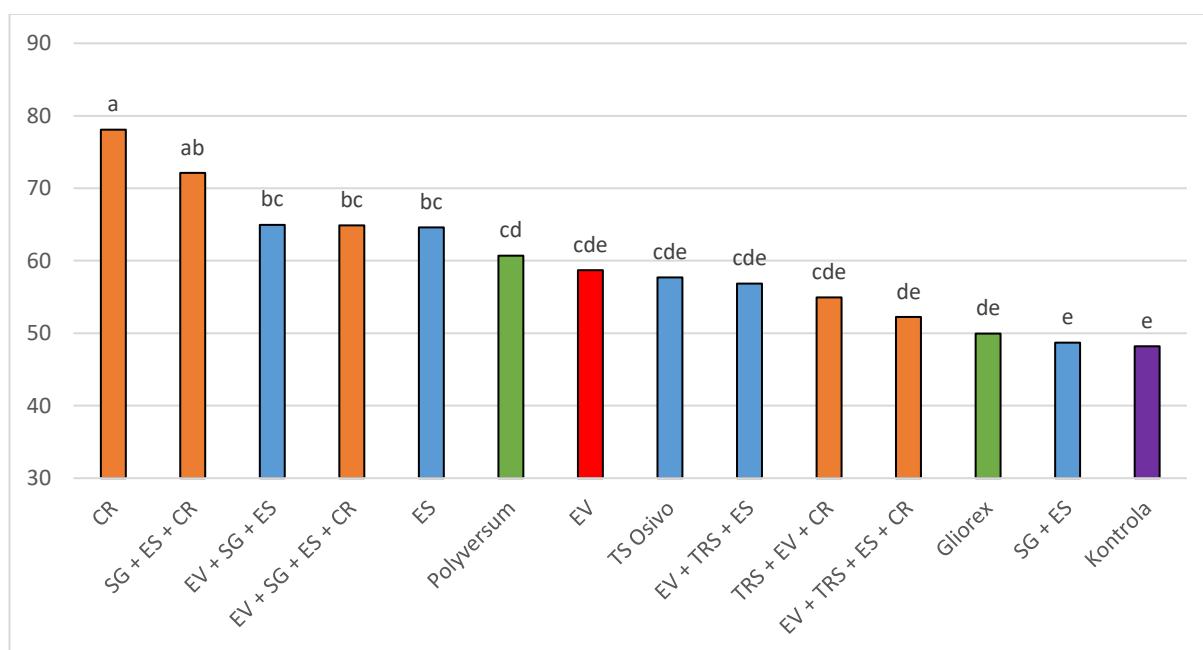
Graf 5: Průměrná hmotnost kořenů na rostlinu (g)
(Tukey, $\alpha=0,05$)



Průměrný počet makovic na m²

Výsledky hodnocení průměrného počtu makovic na m² před sklizní jsou uvedeny v grafu 6. Průměrný počet makovic na m² se pohyboval mezi 78 makovicemi (varianta ošetřená přípravkem Cruiser OSR) a 48 makovicemi (neošetřená kontrola). Statisticky průkazný rozdíl nebyl zjištěn mezi první variantou ošetřenou Cruiserem OSR a následující variantou ošetřenou kombinací Sunagreen + Enviseed + Cruiser OSR; tato varianta se statisticky průkazně nelišila od dalších tří variant zahrnujících kombinace E-ventus + Sunagreen + Enviseed, E-ventus + Sunagreen + Enviseed + Cruiser OSR a variantu samostatného ošetření přípravkem Enviseed. Naproti tomu, poslední tři varianty, zahrnující variantu ošetření biologickým přípravkem Gliorex, kombinaci Sunagreen + Enviseed a neošetřenou kontrolu dosáhly podobného výsledku (48–50 makovic na m²).

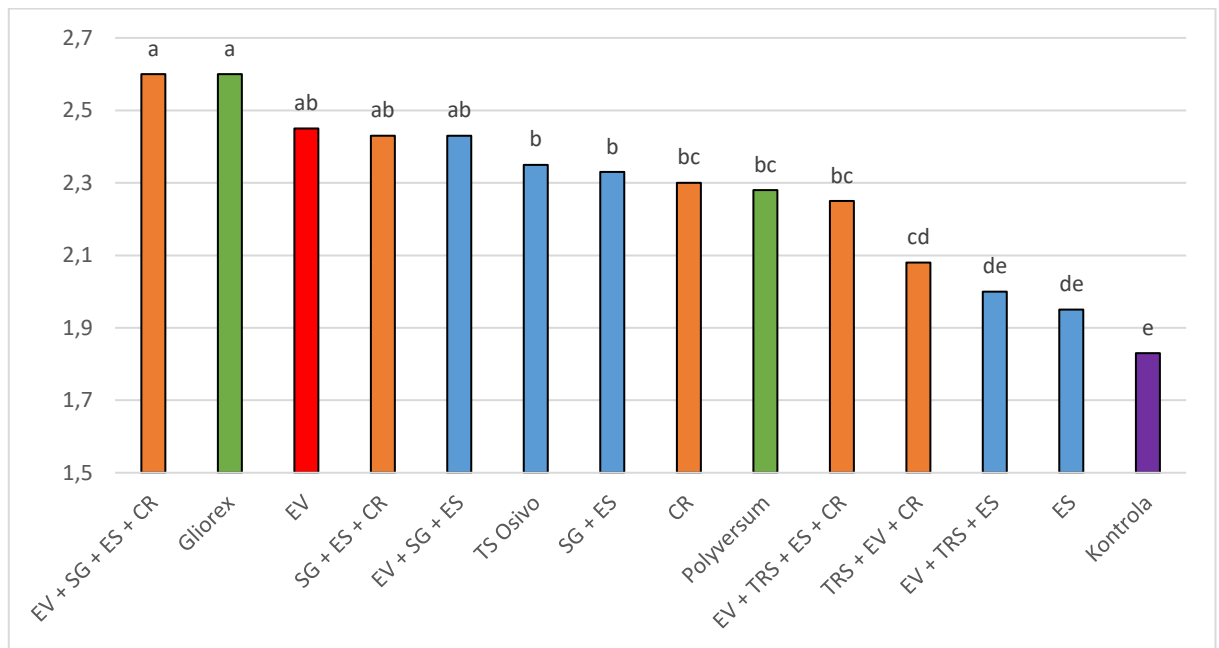
Graf 6: Průměrný počet makovic na m²
(Tukey, $\alpha=0,05$)



Průměrná hmotnost semen v makovici

Výsledky hodnocení průměrné hmotnosti semen v makovici jsou uvedeny v grafu 7. Nejvyšší průměrné hmotnosti semen v makovici (2,6 g) dosáhla varianta E-ventus + Sunagreen + Envisseed + Cruiser OSR, která se však statisticky průkazně nelišila od následujících 4 variant, zahrnujících variantu ošetřenou Gliorexem, variantou ošetřenou systémem E-ventus a kombinace Sunagreen + Envisseed + Cruiser OSR a E-ventus + Sunagreen + Envisseed. Na druhé straně, nejnižší průměrná hmotnost semen v makovici (1,8 g) byla zaznamenána u neošetřené kontroly, která se statisticky průkazně nelišila od varianty ošetřené přípravkem Envisseed a od kombinace E-ventus + Terra-sorb + Envisseed.

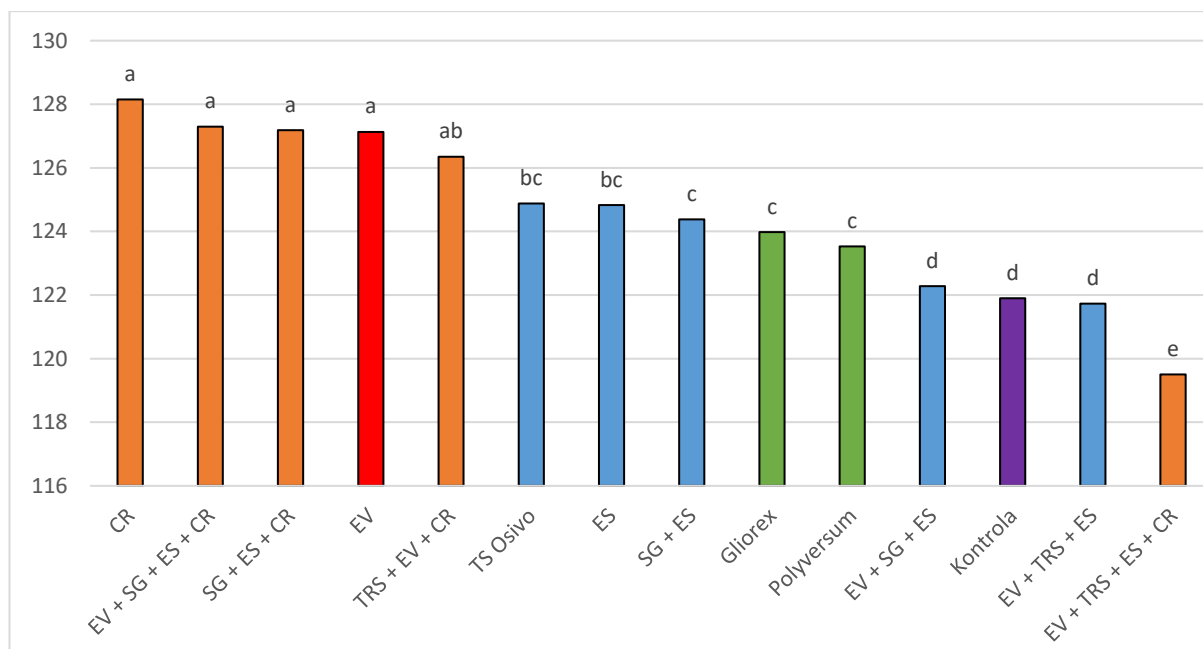
Graf 7: Průměrná hmotnost semen v makovici (g)
(Tukey, $\alpha=0,05$)



Průměrná výška porostu před sklizní

Výsledky hodnocení průměrné výšky porostu před sklizní jsou zaznamenány v grafu 8. Výška porostu před sklizní se pohybovala mezi 128 cm (varianta ošetřená přípravkem Cruiser OSR) a 120 cm (varianta ošetřená kombinací E-ventus + Terra-sorb + Envisseed + Cruiser OSR). Z výsledků je dále zřejmé, že všechny varianty zahrnující přípravek Cruiser OSR (s výjimkou výše uvedené varianty E-ventus + Terra-sorb + Envisseed + Cruiser OSR) dosáhly největší výšky porostu a statisticky průkazně se od sebe nelišily; mezi ně se začlenila ještě varianta ošetřená systémem E-ventus.

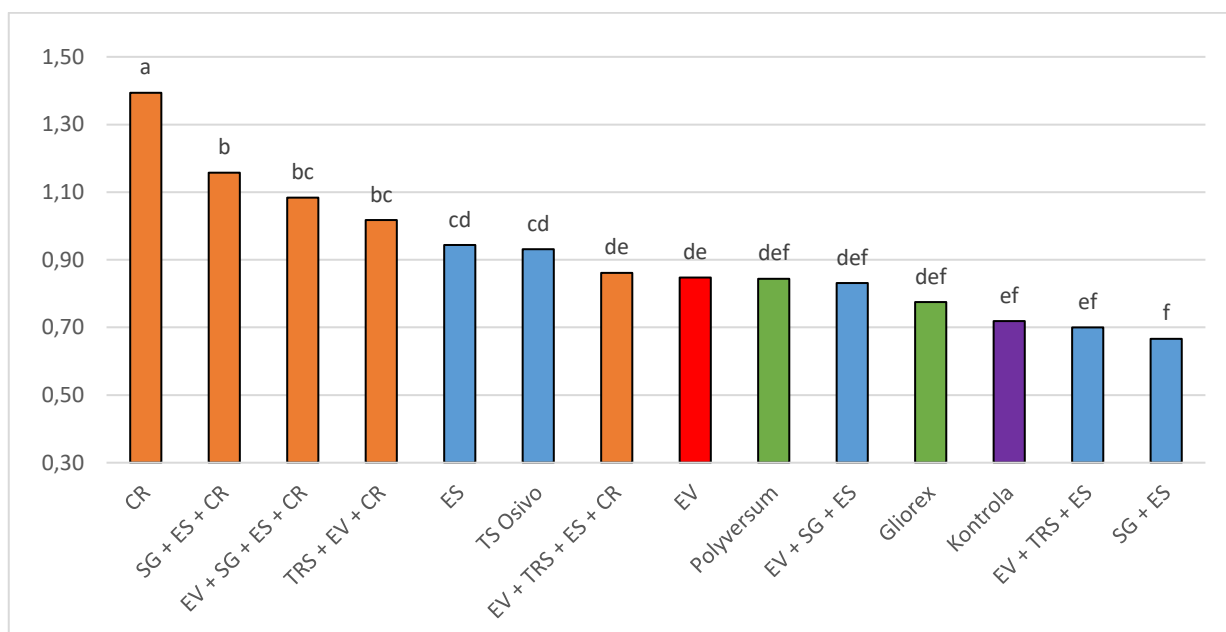
Graf 8: Průměrná výška porostu před sklizní (cm)
(Tukey, $\alpha=0,05$)



Průměrný výnos

Výnos semen je hlavním produkčním ukazatelem. Výsledky hodnocení výnosu jsou uvedeny v grafu 9. Je z nich patrné, že nejvyššího výnosu na úrovni 1,39 t/ha dosáhla varianta ošetřená přípravkem Cruiser OSR; tato varianta se statisticky průkazně lišila od všech ostatních variant. Nejnižší výnos na úrovni 0,67 t/ha byl zaznamenán u varianty ošetřené kombinací Sunagreen + Enviseed. Tato varianta se však statisticky průkazně nelišila od 5 variant předchozích. Z výsledků je dále zřejmé, že první čtyři nejvýnosnější varianty zahrnovaly ošetření osiva přípravkem Cruiser OSR, a to buď samostatně (nejvýnosnější varianta), anebo v kombinaci s podpůrnými přípravky a ošetřením systémem E-ventus. Naproti tomu, k variantám s nižším výnosem, které se od sebe statisticky průkazně nelišily, patřily kromě kontroly varianty s kombinacemi podpůrných přípravků a systému E-ventus (ale bez Cruiseru OSR), a také varianty ošetřené biologickými přípravky Polyversum a Gliorex.

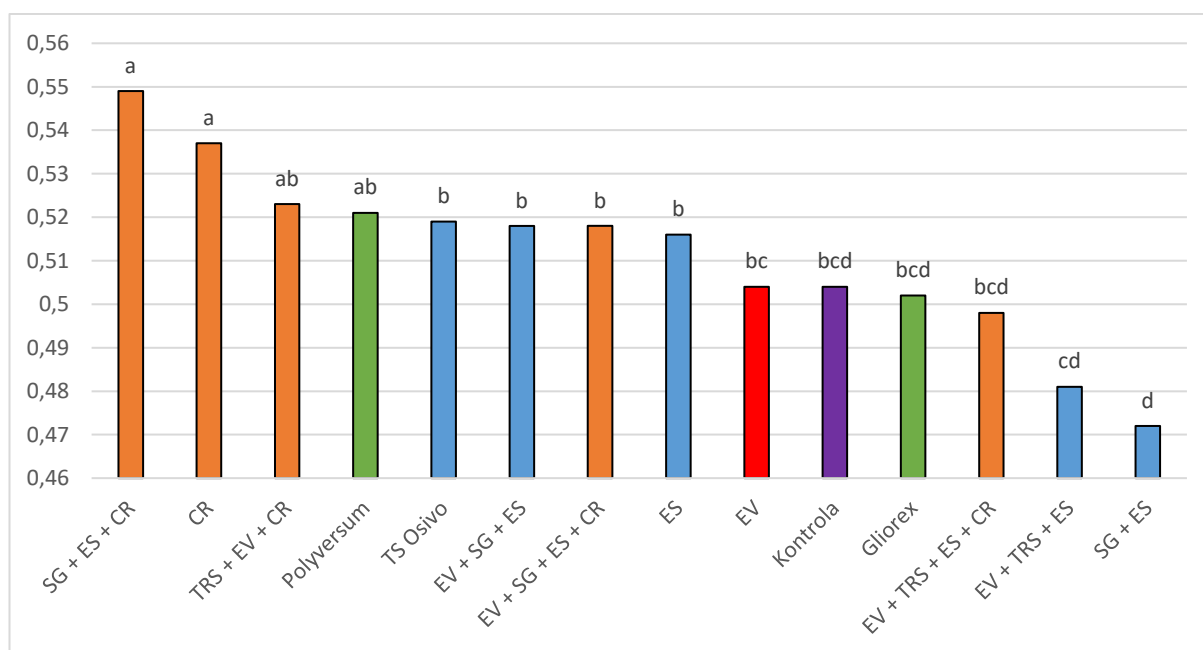
Graf 9: Průměrný výnos (t/ha)
(Tukey, $\alpha=0,05$)



Průměrná HTS

Posledním hodnoceným parametrem byla hmotnost tisíce semen (HTS). Výsledky hodnocení HTS jsou znázorněny v grafu 10. Je z nich patrné, že nejvyšší průměrné HTS (0,549 g) dosáhla varianta s kombinací Sunagreen + Envisseed + Cruiser OSR, nejnižší HTS (0,472 g) byla zaznamenána u kombinace Sunagreen + Envisseed. Je tedy patrné, že přítomnost přípravku Cruiser OSR sehrála opět významnou roli i v případě tohoto parametru. Také na dalších dvou místech ihned za variantou, která dosáhla nejvyšší HTS, se umístily další dvě varianty s Cruiserem OSR, a to jednak varianta samostatně ošetřená tímto přípravkem a jednak varianta tvořená kombinací Terra-sorb + E-ventus + Cruiser OSR.

Graf 10: Průměrná HTS (g)
(Tukey, $\alpha=0,05$)



5.2 Souhrnné porovnání vybraných produkčních parametrů z hlediska chemického a nechemického ošetření osiva

V této kapitole je vyhodnoceno souhrnné porovnání variant s chemickým a nechemickým ošetřením osiva máku. V tabulce 5 jsou jednotlivé varianty rozdělené do dvou skupin. První skupina variant s chemickým ošetřením zahrnuje přípravek Cruiser OSR. Druhá skupina variant s nechemickým ošetřením tento přípravek neobsahuje; jedná se především o přírodní podpůrné látky s pozitivními účinky na výnos máku.

Tabulka 5: Rozdělení jednotlivých ošetření na dvě skupiny

S chemickým ošetřením	
	Cruiser
	E-ventus + Terra-Sorb + Envisseed + Cruiser
	Sunagreen + Envisseed + Cruiser
	E-ventus + Sunagreen + Envisseed + Cruiser
	Terra-Sorb + E-ventus + Cruiser
Bez chemického ošetření	
	E-ventus + Terra-Sorb + Envisseed
	E-ventus + Sunagreen + Envisseed
	Sunagreen + Envisseed
	E-ventus
	TS Osivo
	Gliorex
	Envisseed
	Polyversum
	Kontrola

Tabulka 6 poukazuje na celkový počet pozorování jednotlivých variant. S chemickým ošetřením se jednalo celkově o 20 pozorování (tj. 5 variant x 4 opakování) a bez chemického ošetření tato hodnota dosáhla 36 pozorování (tj. 9 variant x 4 opakování). První skupina variant s chemickým ošetřením dosáhla průměrného výnosu 1,10 t/ha, druhá skupina bez chemického ošetření osiva průměrného výnosu 0,81 t/ha. Z těchto hodnot vyplývá, že průměrný výnos v kombinaci s Cruiserem OSR byl znatelně vyšší.

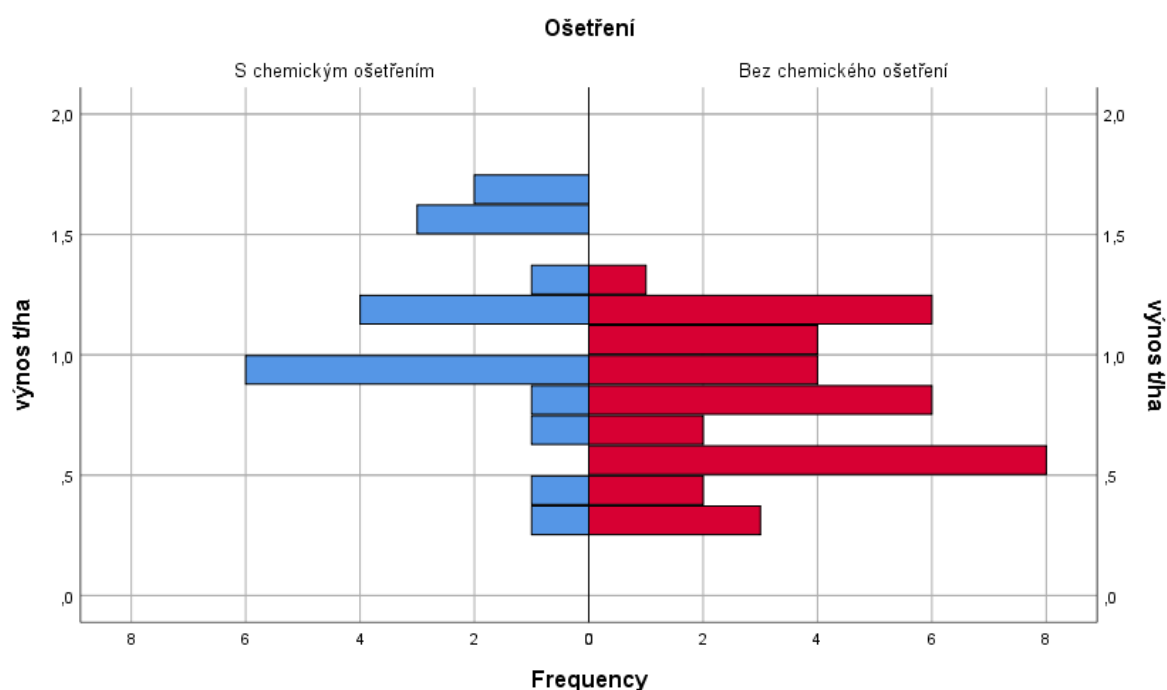
Tabulka 6: Průměrné výnosy jednotlivých skupin

ošetření	počet pozorování	průměrný výnos (t/ha)
s chemickým ošetřením	20	1,10
bez chemického ošetření	36	0,81

V grafu 11 - pyramidovém histogramu jsou znázorněny hodnocené dvě varianty ošetření. Na pravé a levé straně jsou znázorněny hodnoty výnosu a ve spodní ose jejich početnost. Modrou barvou jsou znázorněny varianty s chemickým ošetřením, které již na první pohled přesahují v 5 případech červeně označenou variantu bez chemického ošetření. Statistická průkaznost byla zjištěna za pomoci dvouvýběrového t-testu. Jedním z předpokladů tohoto testu je, že data pocházejí z normálního rozdělení. Dalším předpokladem dvouvýběrového t-testu je shoda rozptylu ve skupinách.

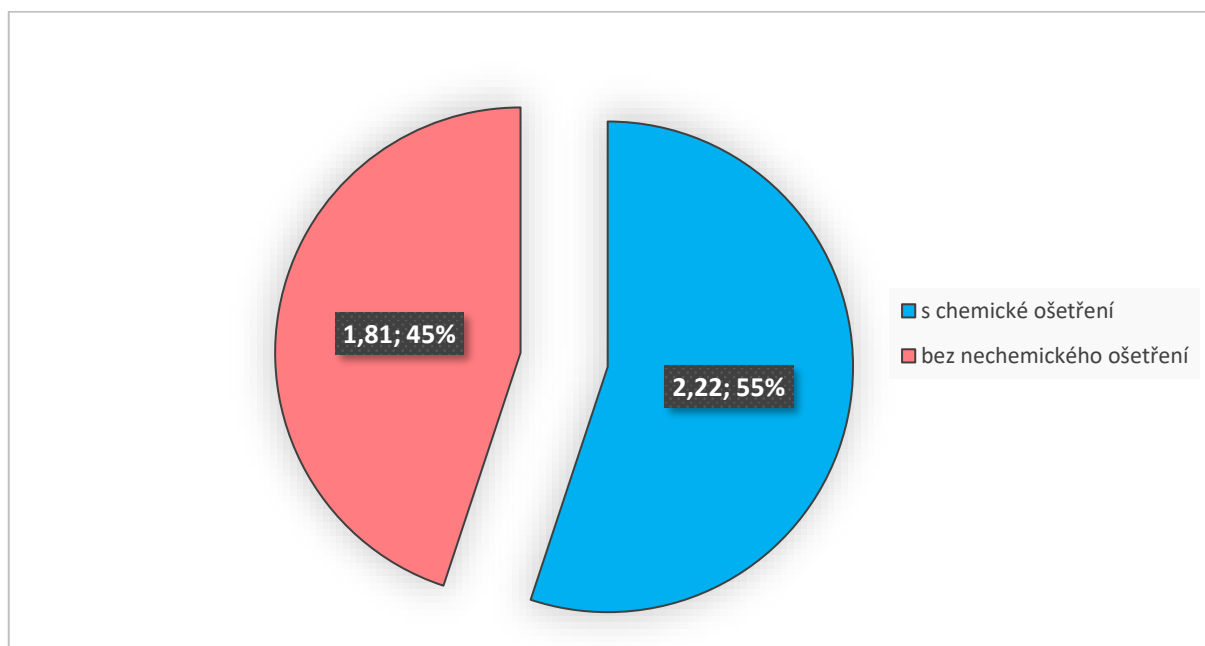
Výsledkem dvouvýběrového t-testu je hodnota průkaznosti 0,02. Tato hodnota je menší než hladina významnosti 0,05. Zamítáme tedy nulovou hypotézu o rovnosti průměrů ve skupinách s chemickým ošetřením a bez chemického ošetření a máme prokazatelný statisticky průkazný rozdíl v těchto skupinách.

Graf 3: Histogram výnosů chemického a nechemického ošetření



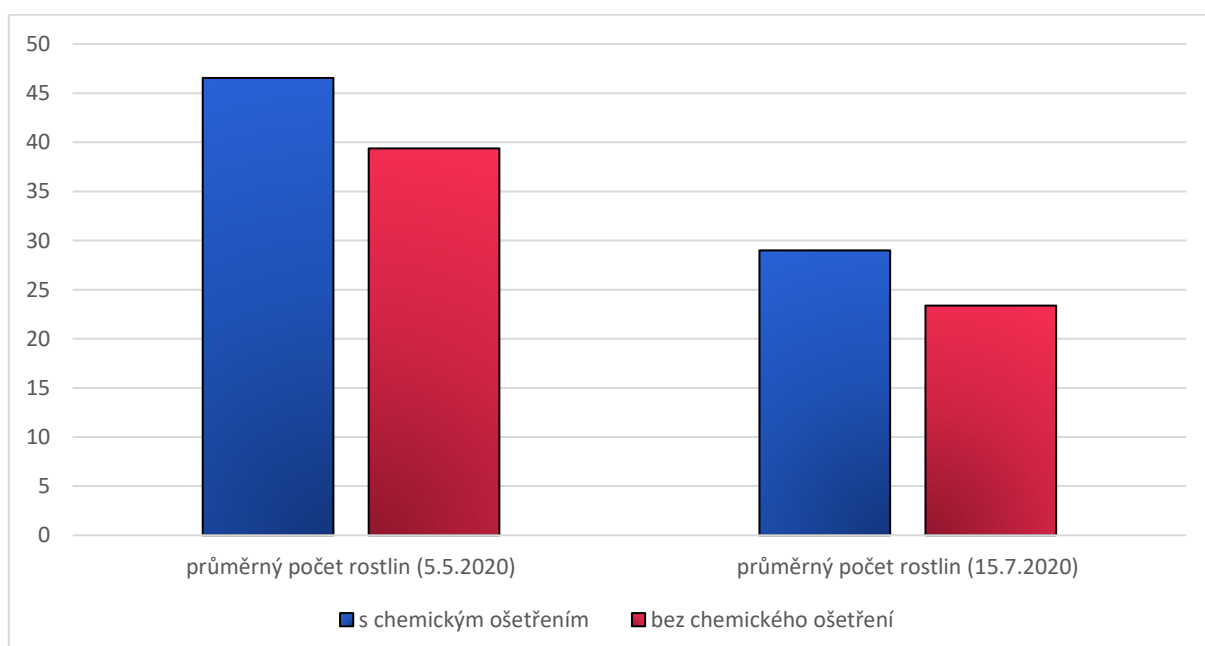
Graf 12 porovnává vliv chemického a nechemického ošetření na výnos makoviny. Dle statistické analýzy byl zjištěn i v tomto případě statisticky průkazný rozdíl v těchto dvou skupinách. Skupina s chemickým ošetřením dosahovala průměrného výnosu makoviny 2,22 t/ha. Druhá část bez chemického ošetření dosáhla průměrného výnosu makoviny 1,73 t/ha, tj. o 0,49 t/ha méně.

Graf 4: Vliv chemického a nechemického ošetření na výnos makoviny (t/ha)



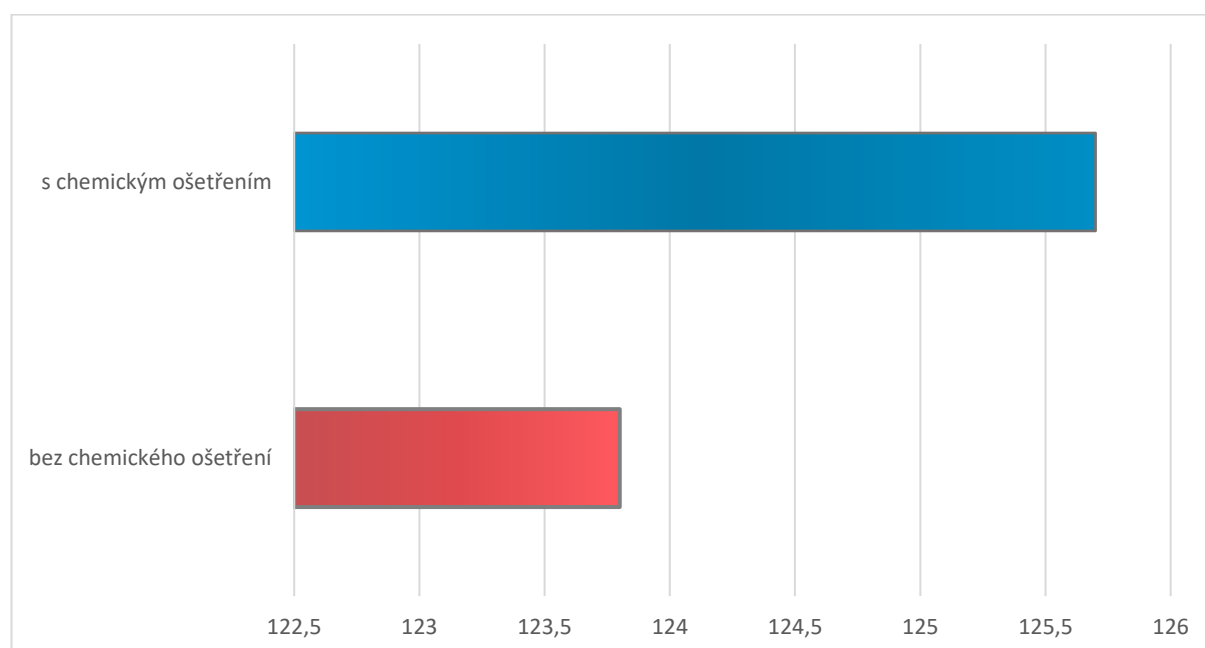
V grafu 13 porovnááme počet rostlin na m^2 na počátku a na konci vegetace v souvislosti se způsobem ošetření osiva. Využitím dvovýběrového t-testu nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi sledovanými dvěma skupinami variant, hodnota průkaznosti byla na počátku i na konci vegetace větší než hladina významnosti 0,05. Nicméně, při hodnocení na konci vegetace se hodnota průkaznosti těsně blížila hladině významnosti a je možné předpokládat, že za předpokladu většího objemu sledovaných dat by se potvrdil statisticky průkazný rozdíl.

Graf 5: porovnání průměrného počtu rostlina počátku a na konci vegetace (počet rostlin/ m^2)



Výška rostlin je jedním z ukazatelů kvalitního a silného porostu s potenciálem poskytnout požadovaný výnos. V grafu 14 je uvedeno porovnání výšky porostu obou sledovaných skupin variant. Z výsledků dvouvýběrového t-testu vyplynulo, že ošetření osiva zahrnující přípravky chemického či nechemického charakteru nemělo při tomto způsobu hodnocení statisticky průkazný vliv na výšku rostlin. Rostliny, jejichž osivo bylo ošetřeno Cruiserem OSR, případně v kombinaci s dalšími přípravky, dosahovalo průměrné výšky porostu 125,7 cm, rostliny z variant bez chemického ošetření dosáhly průměrné výšky 123,8 cm.

Graf 6: Vliv chemického a nechemického ošetření na výšku rostlin (cm)



5.3 Ekonomické aspekty ošetření osiva máku

V tabulce 7 jsou znázorněny ceny jednotlivých přípravků, které jsme použili k ošetření osiva. Každý přípravek byl použit v dávce uvedené od výrobce. Nejvyšší dávka se přidávala Cruiseru OSR, a naopak nejnižší přípravku Terra-sorb.

Tabulka 7: Porovnání cen jednotlivých variant ošetření osiva

Přípravek	Cena za jednotku (Kč)	Dávkování	Dávka/ha	Cena/ha
Cruiser OSR	335 za 1 l	25 l/tunu osiva	80 ml	26,8kč
Enviseed	689 za 1 kg	30 l/tunu osiva	66,6 ml	45,8kč
Polyversum	6900 za 1 kg	0,5-1 kg/tunu osiva	20 g	138,0kč
Terra-sorb	266 za 1k g	9 l/tunu osiva	18 ml	4,8kč
TS osivo	15 za ha	10 l/tunu osiva	20 ml	15kč
Sunagreen	430 za 1 l	30 l/tunu osiva	66,6 ml	28,6kč
Gliorex	65 za 10 g	30 kg/tunu osiva	66,6 g	42,9kč

Tabulka 8 je zaměřena na finální kalkulace z hlediska poměru ceny a výnosu. Z tohoto pohledu je nejlepší ošetření s využitím přípravku Cruiser OSR. Naopak osivo ošetřené přípravkem Polyversum nedosahovalo uspokojivých výnosů a nelze je považovat z hlediska ekonomické stránky za vhodnou a účinnou volbu. Fyzikální ošetření E-ventus nebylo z důvodu specifikace tohoto ošetření započítáno do celkové finální ekonomické stránky.

Tabulka 8: Finální kalkulace poměr cena a výnos

Varianta	Výnos t/ha	Cena ošetření/ha (Kč)	Výkupní cena máku (Kč)	Obrat z ha (Kč)	Obrat pořízený o ošetření (Kč)
CR	1,39375	26,8	40	55750	55723,2
SG + ES + CR	1,1575	101,2	40	46300	46198,8
EV + SG + ES + CR	1,08375	101,2	40	43350	43248,8
TS + EV + CR	1,0175	31,6	40	40700	40668,4
ES	0,94375	45,8	40	37750	37704,2
TS Osivo	0,93125	15	40	37250	37235
EV + TS + ES + CR	0,86125	92,4	40	34450	34357,6
EV	0,8475	/	40	33900	/
PV	0,84375	138	40	33750	33612
EV + SG + ES	0,83125	74,4	40	33250	33175,6
GX	0,775	42,9	40	31000	30957,1
Kontrola	0,71875	/	40	28750	/
EV + TS + ES	0,7	50,6	40	28000	27949,4
SG + ES	0,66625	74,4	40	26650	26575,6

6 Diskuze

Mikšík (2020) uvádí, že mrazy, sucho a vývoj počasí v předjaří představují určité riziko pro vzcházení rostlin. Negativní vývoj počasí, velké výkyvy teplot, nedostatek vláhy a další nepříznivé podmínky ovlivňují počáteční fázi růstu máku. Mladé rostliny jsou odolné vůči chladu i mrazu, v průběhu růstu se však nároky mění. Teplota společně s dostatečným množstvím vláhy je rozhodující pro délku klíčení a vzcházení.

Vzcházející rostliny snášejí teploty až do $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, ovšem hodnota $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ již představuje kritický limit. Do vytvoření listové růžice jejich odolnost roste a nároky na teplo opět narůstají v průběhu dlouhivého růstu. Odolnost proti chladu i značná mrazuvzdornost umožňuje máku podzimní, případně i zimní výsevy. Velmi nízké a záporné teploty ale výrazně snižují odolnost vůči napadení chorobami a jejich vitalitu v pozdějších vývojových fázích (Kuchtová 2013). V roce 2020 bylo důležité období na počátku vegetace, kdy noční teplota klesala až na hodnotu $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$. To je dle odborné literatury kritická teplota pro mladé rostliny máku. Na parcelách touto dobou byly patrné drobné vzcházející rostliny spálené mrazem. Mimo toto období je ze sledovaného období patrné, že jiné kritické výkyvy teplot se za dobu měření neodehrály.

Vašák (2010) uvádí, že mák potřebuje pro vyklíčení podobně jako jiné olejninu malé množství vody. Jelikož se mák vysévá mělce, je potřeba, aby i vrchní vrstva půdy byla vlhká. Nedostatečné množství vody v období od vzejití do vytvoření listové růžice se u máku nemusí projevit snížením výnosu, pokud kořen stačil prorůst dostatečně hluboko do půdy, kde je vlhkost půdy vždy vyšší. V posledních třech letech nebyly podmínky pro pěstování máku optimální. V letech 2017 a 2018 nebyly dostatečné vláhové podmínky, a to se podepsalo na vzcházení porostu. V roce 2019 bylo také suché počasí a přidal se také mráz. Ani v námi sledovaném roce 2020 nebyly klimatické podmínky ideální. Z hlediska teploty, mimo dubnového mrazivého výkyvu, byla celková vegetační sezóna nadprůměrná. Ovšem nedostatek srážek v dubnu byl klíčovým faktorem při zakládání porostů máku a tento deficit měl značný vliv na vzcházení máku. V dalších měsících byly srážky v Červeném újezdu příznivější.

Mák citlivě reaguje na půdní nevyrovnanost a změny, k nimž v průběhu vegetace dochází a jež mohou být způsobeny počasím, nedostatky ve výživě nebo agrotechnikou. Mák vyžaduje pečlivé a rovnoměrné zpracování půdy. Vyhovují mu středně těžké, hluboké, hlinité až hlinitopísčité půdy, které musí být dostatečně provzdušněné a strukturně nezapevlené. Mák je podle Jursíka et al. (2018) plodina s velmi pomalým počátečním vývojem a trvá 6-8 týdnů, než dojde k zapojení porostu. V tomto období je důležité důsledně eliminovat plevele, zejména

druhy s vysokou konkurenční schopností. Při našem pokusu jsme pro regulaci plevelů preemergentně použili přípravky Callisto a Comande, pro postemergentní ochranu porostu proti plevelům to byly přípravky Laudis, Starane a Karate Zeon. Tyto přípravky byly zcela dostačující pro herbicidní ochranu porostu. Vzcházející rostliny také nesnáší půdní škraloup, což znevýhodňuje, nebo téměř vylučuje pěstování máku na půdách náchylných na kornatění (Kuchtová et al. 2013).

Musil (2018) uvádí, že negativní dopady půdního škraloupu, působení plevelných rostlin a herbicidů mohou během začátku růstu vést ke zpomalení růstu a vývoje. Dle Havla (2020) jsou nevhodné půdy výsušné, kamenité nebo naopak sléhavé a zamokřené. Půdy pro pěstování máku by měly mít hodnotu pH kolem 6,5. Tato hodnota je optimální z hlediska předpokládané rozpustnosti většiny živin a řadíme ji do skupiny půd slabě kyselých až neutrálních. Malý a Kapletová (2018) uvádějí jako optimální pH v rozmezí 6,2-6,8. Při hodnotách značně se odchylojící od hodnoty 6,5 přístupnost živin značně klesá (Černý et al. 2020). Pro eliminaci chyb způsobených různými vlivy prostředí byly pokusné parcely o rozloze 10 m² náhodně rozmístěny po celém pokusném poli. Jednotlivé varianty ošetřené stejným přípravkem nebo kombinací přípravků díky náhodnému rozmístění nebyly vysety přímo za sebou.

Příprava půdy a setí je rozhodujícím agrotechnickým vstupem u všech polních plodin a u máku to platí dvojnásob. Semena máku, jejichž hmotnost tisíce semen se pohybuje pouze okolo 0,55 g, mají malý obsah zásobních látek. Proto je důležité půdu obohatit dostatkem živin.

Stein (2008) uvádí, že semenem začíná celý život. Množství a velikost semen závisí na velikosti, tvaru a počtu lamel v tobolkách. Jedna tobolka může obsahovat až dvanáct tisíc semen. Obvyklý počet semen se pohybuje mezi čtyřmi a šesti tisíci a jejich hmotnost okolo tří gramů. Semeno máku je ledvinovitého tvaru, dlouhé přibližně 1-1,5 mm s rozbrázděným povrchem. Povrch semene je drsný, díky čemuž se zvyšuje přilnavost vody i ochranných prostředků. České odrůdy mají nejčastěji modré, šedomodré či bílé osemení. Barva však může být i stříbrno šedá, fialová, růžová, hnědá a černá (Vašák 2010).

Dalším z předpokladů založení porostu schopného přinést uspokojivý výnos je volba odrůdy, o které obecně rozhodují přírodní podmínky, pěstitelská technologie, cílové využití a možnost odbytu (Kuchtová 2013). Při pokusu byla použita modrosemenná odrůda máku Aplaus. Jedná se o středně ranou odrůdu určenou pro produkci semene pro potravinářské účely a makoviny pro farmaceutický průmysl. Dále tato odrůda disponuje střední výškou, která napomáhá stabilitě porostu proti poléhání. Zaručuje středně vysoký výnos semen, makoviny a morfinu. Provedené ošetření osiva máku mělo pozitivní vliv na hmotnost semen v makovici.

Nejvyšší průměrné hmotnosti semen v makovici (2,6 g) dosáhla varianta E-ventus + Sunagreen + Envisseed + Cruiser OSR, nejnižší průměrná hmotnost semen v makovici (1,8 g) byla zaznamenána u neošetřené kontroly.

Podle Vašáka (2010) zájem o úpravy osiva má rostoucí tendence a lze je rozdělit do několika oblastí: chemické (moření), fyzikální (separace semen, termické nebo elektronické ošetření osiva), biologické (předklíčování, aplikace bioagens) a obalování osiva (včetně aplikace sorbentů vody). Každá z metod je svým způsobem specifická. Některé metody chrání osivo proti patogenům, jiné zlepšují kvalitu a výkonnost osiva. Sledovali jsme vliv jednotlivých variant ošetření na vybrané výnosotvorné prvky, a to zejména na výnos, hmotnost tisíce semen, hmotnost a délku kořenů, výšku porostu a v neposlední řadě počet rostlin na počátku a na konci vegetace. Nejlepších výsledků dosahovaly v naprosté většině všech pozorování varianty zahrnující chemický přípravek Cruiser OSR. Tento výsledek pravděpodobně nelze připisovat pouze tomuto přípravku, ale komplexnímu působení všech podmínek, jednak klimatických ale i agrotechnických. Osivo z variant, obsahujících Cruiser OSR, začalo klíčit o něco později, a to bylo v roce 2020 ideální z důvodu nedostatku půdní vláhy těsně po zasetí. V následujících dnech spadlo větší množství srážek a osivo ošetřeno tímto přípravkem bylo ve značné výhodě.

Tobolka máku, v praxi obvykle nazývaná makovice, je ke stonku připojena kolénkem. Velikost a tvar určují specifické znaky pro danou odrůdu, dalším faktorem ovlivňující tobolku jsou okolní vlivy, mezi něž patří klimatické podmínky a způsob pěstování (Novák a Nováková 2018). Neošetřená kontrolní varianta průměrně nasadila 2,1 makovic na jednu rostlinu. Všechny ostatní varianty ošetřené různými kombinacemi přípravků nasadily makovic více. Nejlepších výsledků dosáhla varianta ošetřená Cruiserem OSR. Varianty ošetřené tímto přípravkem nasadily 2,65 makovic na rostlinu. Totožného výsledku dosáhla i varianta ošetřená přípravkem Polyversum, do kterého je do budoucna vkládán velký potenciál v nahrazení již za nedlouho zakázaného chemického přípravku Cruiser OSR.

Kořenová soustava máku není příliš bohatá, tvoří jí hlavní zdužnatělý kulový kořen, z něhož vyrůstá několik silnějších postranních kořenů. Mnoho tenkých až vláskovitých kořínků prorůstá bezprostředně pod povrchem půdy. Kořenová soustava dosahuje hloubky v rozmezí 0,5 – 0,8 m (Novák a Nováková 2018). Při testování jednotlivých variant ošetření vykazovaly všechny použité přípravky pozitivní efekt na délku kořenového systému v porovnání s kontrolní variantou. Nejlépe dopadla kombinace přípravků Eventus + Terra-sorb + Envisseed + Cruiser OSR, takto ošetřené osivo mělo rostliny s průměrnou délkou kořenového systému 10,57 cm. Kombinace těchto přípravků je pravděpodobně ideální pro tvorbu silného kořenového systému a stability celého porostu.

Mák je každoročně napadán řadou škůdců. Největší škody ožíráním vzcházejících rostlin působí Krytonosec kořenový. V případě silného výskytu dokážou tyto škůdci porost silně poškodit až zničit. Larvy ožírají kořenové krčky a kořeny a tím oslabují rostliny. Napadení bývá silnější v teplejších oblastech (Havel 2015). V roce 2020 nebyl tlak tohoto škůdce velký a nebyl proto využit plný potenciál použitého ochranného přípravku Cruiser OSR.

Lodyha v našich podmínkách dorůstá výšky od 1 do 1,8 m (Vašák 2010). Počet větví je odrůdovým znakem, který zejména ovlivňuje spon výsevu. Lodyhu vyplňuje houbovitá dřev a dle odrůdy začíná větvení buď těsně nad zemí, nebo od poloviny lodyhy (Novák a Nováková 2018). Výška rostlin je jedním z hlavních ukazatelů silného porostu s potenciálem poskytnout požadovaný výnos. Nejvyšší výšku vykazovaly rostliny ošetřené Cruiserem OSR a to 128,15 cm, což bylo o 6 cm více než kontrolní varianta. Naopak rostliny ošetřené kombinací přípravků Cruiser OSR + Eventus + Terasorb + Enviseed měřily průměrně 119,5 cm.

Dundálková (2016) sledovala pozitivní vliv aplikace přípravku Sunagreen na osivo máku, který byl použit v dávce 30 litrů na 1 tunu osiva. Výsledky z let 2011-2014 jednoznačně poukazují na pozitivní vliv aplikace stimulačních přípravků. Napříč ročníky došlo k navýšení výnosů, ale i jiných výnosotvorných prvků jako je například hmotnost tisíce semen. Přípravek Sunagreen a jeho pozitivní vliv na výnos pozoroval i Cihlár et al. (2018) v pokusu z roku 2017. Z jeho výsledků vyplývá, že jeho použití prokazatelně zvýšilo výnos o 6 % oproti kontrolní variantě a výnos dosahoval 1,71 t/ha. V našem případě jsme použili přípravek Sunagreen v kombinaci s dalšími. Můžeme pozorovat pozitivní vliv především v kombinaci s Cruiserem OSR a přípravkem Enviseed, kde společně dominují v celkovém výnosu i v dalších sledovaných výnosotvorných parametrech a výnos v této kombinaci ošetření dosahoval v průměrné hodnoty 1,39 t/ha.

Cihlár et al. (2016) po zákazu mořidel na bázi neonikotinoidů se zaměřili na aplikaci rostlinných stimulatorů. V roce 2014 založili pokusy s přípravky TS osivo, Sunagreen + Enviseed a další. Nejvýnosnější variantou v celém rozsáhlém pokusu byla aplikace TS osivo v dávce 14 litrů na 1 tunu osiva a výnos činil 2,26 t/ha. Velmi dobré výnosové odezvy bylo dosaženo i u variant Sunagreen + Enviseed. Výnos této varianty dosahoval 2,19 t/ha. V roce 2020 při našich pokusech se umístila varianta Sunagreen + Enviseed na poslední příčce z hlediska celkového výnosu, který byl 0,66 t/ha. To pravděpodobně bylo zapříčiněno již zmíněnými nevhodnými klimatickými podmínkami pro vzcházení máku. Ošetření za pomoci TS osivo dosáhlo výnosu 0,93 t/ha. Jedná se však o jednoletý pokus a je tedy nutné počítat s projevem konkrétního ročníku a pro objektivnější výsledky je třeba tyto přípravky sledovat i v dalších letech v korelaci s přírodními podmínkami.

Podle Havla at al. (2018) je také velmi důležité dodržení správné technologie u sklizně porostu. Obvyklý termín sklizně máku začíná od poloviny července do začátku září (Vašák 2010). V našem případě sklizeň proběhla v termínu 11. srpna za pomoci maloparcelové sklízecí mlátičky upravené pro sklizeň máku.

7 Závěr

Cílem práce bylo vyhodnotit vliv různých způsobů ošetření osiva máku setého (vybrané přípravky biologického a chemického charakteru, fyzikální ošetření osiva systémem E-ventus) na vzcházejivost porostu v rámci přesného polního maloparcelkového pokusu, na strukturu porostu a výnos.

Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že:

- Varianty ošetření osiva máku, obsahující chemický přípravek Cruiser OSR (ať již samostatně, či v kombinaci s hodnocenými podpůrnými přípravky – Sunagreen, Enviseed, Terra-sorb či TS osivo) dosáhly u většiny sledovaných parametrů máku (průměrný počet rostlin na m² na konci vegetace, délka kořenů, počet makovic na m², výška porostu před sklizní, výnos a HTS) lepších výsledků než varianty ošetření osiva, které Cruiser OSR neobsahovaly a zpravidla se od nich statisticky průkazně lišily.
- Avšak i varianty ošetření osiva bez Cruiseru OSR, tvořené sledovanými podpůrnými a stimulačními přípravky (Sunagreen, Enviseed, Terra-sorb) dosahovaly zpravidla lepších výsledků než neošetřená kontrola; vykazovaly tedy určitý pozitivní efekt.
- Efekt fyzikálního ošetření osiva systémem E-ventus (samostatně) se zpravidla výrazněji neprojevil, nicméně varianty kombinace ošetření E-ventus s přípravkem Cruiser OSR či podpůrnými přípravky se v řadě případů projevíly pozitivně.
- Samostatné použití biologických přípravků (Polyversum a Gliorex) zpravidla nepřineslo kýžený efekt, s výjimkou průměrné hmotnosti kořenů na rostlinu (Polyversum) a průměrné hmotnosti semen v makovici (Gliorex).
- Je třeba zohlednit, že se jednalo pouze o jednoleté výsledky; v případě rozdílného průběhu povětrnostních podmínek během vegetace by mohl být efekt sledovaných variant ošetření osiva odlišný – je tedy třeba pokračovat ve víceletém ověřování.
- Pro následné doporučení praktického využití jednotlivých variant ošetření osiva je ovšem třeba věnovat pozornost i jejich ekonomického vyhodnocení.

8 Literatura

Azcan N, Ozturk Kalender B, Kara M. 2004. Springerlink. Springer Nature Switzerland AG. Available from <https://www.springer.com/gp/> (accessed March 2021).

Carlin G. M, Dean R. J, Ames M. J. 2020. Frontiers. Frontiers Media S. A. All Right Reserved. Available from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2020.00737/full> (accessed March 2021).

Cihlár P, Michalíček J, Bečka D. Založení porostu, vybrané výsledky pokusů. Český modrý mák **17**: 21-23.

Cihlár P, Tomášek J, Bečka D, Mikšík V. Vybrané výsledky z pokusů s mákem na ČZU v roce 2015. Český modrý mák **15**: 74-76.

Černý J, Balík J, Kulhánek M, Sedlár O. Co může ovlivňovat pH půd při pěstování máku? Český modrý mák **19**: 62-67.

Černý J, Balík J, Kulhánek M, Sedlár O. Faktorů ovlivňující příjem kadmia mákem. Český modrý mák **19**: 93-95.

Dudláková L. Pozitivní vliv aplikace stimulačních látek a listové výživy máku. Český modrý mák **15**: 25-26.

Charles J. D. 2012. Springerlink. Springer Nature Switzerland AG. Available from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-4310-0_47 (accessed March 2021).

Fialová Z. 2020. Zemědělec. Profi press. Available from <https://www.zemedelec.cz/sklizen-maku-komplikovaly-deste/> (accessed October 2020).

Havel J. 2016. Agromanual. Kurent s.r.o. Praha Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/neobykla-abioticka-a-bioticka-poskozeni-maku> (accessed March 2021).

Havel J. 2020. Agromanual. Kurent s.r.o. Praha. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/zakladani-porostu-maku-a-moznosti-regulace-plevelu> (accessed December 2020).

Havel J, Kolařík P, Seidenglanz M. Škůdci máku v roce 2015. 2016. Český modrý mák **15**: 56-59.

Havel P. 2015. Vitalia. Copyright. Available from <https://www.vitalia.cz/clanky/kadmium-je-nebezpecne-jeho-hlavnim-zdrojem-vubec-nejsou-potravinny/> (accessed December 2020).

Honsová H. 2019. Agromanual. Kurent s.r.o. Praha. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vitalita-osiva-maku-ve-vztahu-k-polni-vzchazivosti-a-vynosu> (accessed March 2021).

Honsová H. 2020. Agromanual. Kurent s.r.o. Praha. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/uroda-maku-bude-vyssi-nez-loni> (accessed October 2020).

Honsová H, Cihlář P. Klíčivost a vitalita osiva máku ve vztahu k produktivitě porostu v roce 2019. Česká modrý mák **19**: 49-51.

Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. Biologie a regulace plevelů. Kurent, s.r.o. České Budějovice.

Knight K. 2015. Papaver somniferum. CreateSpace Independent Publishing Platform. Scotts Valley, California.

Kučera J, Košál R. Široká paleta prověřených řešení výživy máku. Český modrý mák **17**: 30-34.

Kuchtová P, Dvořák P. Problematika přípravků pro ochranu rostlin v ekologickém zemědělství v České republice. Český modrý mák **15**: 50.

Kuchtová P, Hájková M, Havel J, Kadza J, Plachá E, Dvořák P. 2013. Pěstitelská technologie máku pro ekologické zemědělství. Česká zemědělská univerzita. Praha.

Labanca F, Ovesna J, Millela L. 2018. Researchgate. Copyright. Available from [file:///C:/Users/benda/Downloads/Labanca_et_al-2018-Phytochemistry_Reviews%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/benda/Downloads/Labanca_et_al-2018-Phytochemistry_Reviews%20(1).pdf) (accessed February 2021).

Lapcevic K. 2019. Homespun Seasonal Living. Copyright. Available from <https://homespunseasonalliving.com/grow-harvest-use-breadseed-poppies/> (accessed March 2021).

Mahr S. 2017. Mastergardener. Copyright. Available from https://mastergardener.extension.wisc.edu/files/2017/06/Papaver_somniferum.pdf (accessed February 2021).

Makovnyka G. 2020. ResearchGate. Copyright. Available from https://www.researchgate.net/publication/347538449_Opium_Poppy_Agriculture_and_Consumption (accessed February 2021).

Malá J, Kapletová L. Výsledky listových a půdních analýz v roce 2017. Český modrý mák **17**: 40-43.

Mikšík V. Budoucí rizika pěstování máku v ČR. Český modrý mák **19**:10-15.

Musil D. Komplexní technologie výživy a hnojení máku setého z pohledu TIMAC AGRO. Český modrý mák **17**: 44-48.

Muška F. 2007. Asociace soukromého zemědělství ČR. Public4y. Available from <https://www.asz.cz/cs/odborne-clanky-a-analyzy/nejvyznamnejsi-skudci-maku-seteho.html> (accessed February 2021).

Novák J, Nováková H. 2018. Mák jako potravina a droga. AVENTINUM s.r.o. Praha.

Onoyowe A, Hagel M. J, Chen X, Khan F. M, Schriemer C. D, Facchini J. P. 2013. The plant

cell. Copyright. Available from <http://www.plantcell.org/content/25/10/4110> (accessed Novevember 2021).

Ort P, Doubková J, Alexander D. 2017. Agromanual. Kurent s.r.o. Praha. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/nepolehle-porosty-a-zdrave-makovice-zajisti-tilmor> (accessed March 2021).

Havel J, Bárnet M, Cihlár P, Horáček J, Kolařík P, Mráz J, Ondráčková E, Plachká E, Poslušná J, Vaculík A, Větrovcová M, Vrbovský V. 2018. Oseva VaV. OSEVA vývoj a výzkum. Available from http://www.oseva-vav.cz/vysledky/Nmet_Mak.pdf (accessed March 2021).

Ovesná J, Vašek J, Svoboda P, Vejl P. Můžeme odlišit český modrý mák? Český modrů mák **19**: 22-24.

Özarslan C, Saracoglu T, Fatih Hacıyusufoğlu A. 2018. ReasearchGate. Copyright. Available from <file:///C:/Users/benda/Downloads/KutbilgeDergiMakalesi.pdf> (accessed February 2021).

Özbek A. Z, Ergönül G. P. 2020. ResearchGate. Copyright. Available from https://www.researchgate.net/publication/343186058_Cold_pressed_poppy_seed_oil (accessed February 2021)

Plachká E, Ondráčková E, Cihlár P, Bernet M. Výsledky fungicidních pokusů v máku v roce 2017. Český modrý mák **17**: 62-68.

Samano L. K, Clouette E. R, Rowland J. B, Berry Sample R. H. 2015. Oxford Academic. Copyright. Available from <https://academic.oup.com/jat/article/39/8/655/915592?searchresult=1> (accessed November 2021).

Satranský M. Nechemické ošetření máku. Český modrý mák **19**:52-54.

Scheeweiss P. Pravidelné kontroly jakosti. Český modrý mák **19**:37-38.

Stavenga G. D, Leertower L. H, Dudek B, Kooi J. C. 2021. *Frontiers*. Frontiers Media SA. Available from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.600124/full> (accessed February 2021).

Stein S. 2008. *Výsevy a množení*. Rebo Production CZ s.r.o. Praha.

Škarpa P, Richter R. Specifika mimokořenné výživy rostlin. *Český modrý mák* **17**: 35-39.

ÚKZUZ. 2020. *Mák setý*. Brno.

Vašák J. 2010. *Mák*. Powerprint. Praha.

Vlk R. Regulace některých problematických plevelů v máku. *Český modrý mák* **17**: 52-53.

Vrzalová J. 2009. *Mechanizace zemědělství*. Profi Press. Available from <https://www.mechanizaceweb.cz/poskliznove-linky-na-cisteni-maku/> (accessed March 2021).

