

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv moření osiv přírodními látkami s fungicidně
insekticidním účinkem na počáteční fáze růstu máku
setého**

Bakalářská práce

**Autor práce: Miloš Hlídaek
Obor studia: Rostlinná produkce**

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

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv moření osiv přírodními látkami s fungicidně insekticidním účinkem na počáteční fáze růstu máku setého" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22.4. 2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé práce Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za jeho cenné rady při zpracování bakalářské práce, trpělivost a přátelský přístup a také chci poděkovat své rodině, která mě podporovala během celého studia.

Vliv moření osiv přírodními látkami s fungicidně insekticidním účinkem na počáteční fáze růstu máku setého

Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo ověřit v polních podmínkách vliv moření osiva máku přírodními látkami s fungicidně insekticidním účinkem na dynamiku růstu máku.

Pro moření osiva byly použity výluhy z tymiánu, papriky a kopřivy, dále jsme použili variantu s insekticidním přípravkem na ochranu rostlin Neem Azal T/S (účinná látka *azadirachtin*), do každé z těchto látek byl přidán pomocný přípravek Agrovital (pomocná látka na bázi pinolenu) a pomocný rostlinný přípravek Lexin (směs huminových kyselin, fulvokyselin a jejich solí). Tyto varianty jsme porovnávali s neošetřenou kontrolní variantou s osivem mořeným komerčním přípravkem Cruiser OSR s účinnými látkami: *thiamethoxam*, *fludioxonil* a *metalaxyl-M*.

V rámci pokusu byl sledován počet vzcházejících rostlin, dynamiku růstu, zdravotní stav porostu, výnosotvorné prvky a výnos máku. Tento jednoletý pokus byl založen na jaře v roce 2021 na pokusných pozemcích na výzkumné stanici v Červeném Újezdě. Dle výsledků všechny použité látky neměly negativní vliv na dynamiku růstu, varianty, jejichž osivo bylo před výsevem ošetřeno přírodními látkami vykazovaly vyšší dynamiku růstu rostlin. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta ošetřená komerčním přípravkem Cruiser OSR. Následovala varianta varianta ošetřená výluhem z kopřivy.

V rámci výzkumu byl ověřen vliv vybraných látek také v laboratorních podmínkách, který byl založen v roce 2021 na katedře agroekologie a rostlinné produkce v Praze. Byl zde zkoumán vliv moření na dynamiku růstu máku v laboratorních podmínkách. Dále jsme pozorovali počet vzešlých rostlin a stanovovali jsme obsah sušiny. Nejvyšší počet vzešlých rostlin měla varianta výluhu z tymiánu.

Ošetřování osiva přírodními látkami s insekticidním a repelentním účinkem bude zřejmě jediná forma ochrany vzcházejících rostlin z důvodu neustálého tlaku na zemědělce v oblasti omezování použití přípravků na ochranu rostlin. V posledních letech se sice daří využívat komerční přípravky jako Cruiser OSR na moření máku alespoň na udělenou výjimku. Je tedy nutné hledat intenzivně náhradu jiného ošetření osiva máku tak, aby byly vzcházející rostliny chráněny proti chorobám a škůdcům.

Klíčová slova: moření osiva, přírodní látky, mák setý, vzcházení, dynamika růstu

Influence of seed dressing with natural substances with fungicidal insecticidal effect on the initial stages of poppy growth

Summary

The aim of this bachelor thesis was to verify the effect of poppy seed pickling with natural substances with fungicidal insecticidal effect on poppy growth dynamics in field conditions.

Thyme, pepper and nettle extracts were used for seed pickling, we also used a variant with the insecticide plant protection product Neem Azal T/S (active ingredient *azadirachtin*), Agrovital adjuvant (pinolene-based adjuvant) was added to each of these substances and auxiliary herbal preparation Lexin (mixture of humic acids, fulvic acids and their salts). We compared these variants with the untreated control variant and seed-stained commercial Cruiser OSR with the active ingredients: *thiamethoxam*, *fludioxonil* and *metalaxyl-M*.

In the experiment, we monitored the number of emerging plants, growth dynamics, stand health, yield-generating elements and poppy yield. This one-year experiment was established in the spring of 2021 on experimental plots at the research station in Červený Újezd. According to the results, all substances used did not have a negative effect on the growth dynamics, the excipients of the substance showed a higher plant growth dynamics. The variant treated with the commercial product Cruiser OSR achieved the highest yield. This was followed by a variant treated with nettle leachate.

In November 2021, a laboratory experiment was established at the Department of Agroecology and Plant Production in Prague. The effect of pickling on poppy growth dynamics in laboratory conditions was investigated here. We also observed the number of emerged plants and determined the dry matter content. The variant of thyme extract had the highest number of emerged plants.

Seed treatment with natural substances with insecticidal and repellent effects will probably be the only form of protection for emerging plants due to the constant pressure on farmers to limit the use of plant protection products. In recent years, it has been possible to use commercial products such as Cruiser OSR for poppy pickling, at least with the granted exemption. It is therefore necessary to intensively seek alternative substitutes for poppy seeds so that emerging plants are protected against diseases and pests.

Keywords: seed pickling, natural substances, poppy seeds, emergence of plants, growth dynamic

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Máku setý	10
3.1.1 Charakteristika máku setého.....	10
3.1.2 Původ a historie máku setého	10
3.1.3 Požadavky máku na vnější prostředí	11
3.1.4 Zařazení v osevním postupu	11
3.1.4.1 Nároky na světlo.....	11
3.1.4.2 Nároky na teplo	12
3.1.4.3 Nároky na vodu	12
3.1.4.4 Nároky na půdu	13
3.1.4.5 Nároky na živiny	13
3.1.5 Morfologie	13
3.1.5.1 Klíčící rostlina	13
3.1.5.2 Kořenová soustava	13
3.1.5.3 Lodyha.....	14
3.1.5.4 Listy.....	14
3.1.5.5 Poupata	14
3.1.5.6 Květ	14
3.1.5.7 Tobolka (makovice)	14
3.1.5.8 Semena	15
3.1.6 Růst a vývoj	15
3.1.6.1 Makrofenologická stupnice máku (BBCH).....	16
3.2 Agrotechnika	18
3.2.1 Zpracování půdy	18
3.2.2 Setí	19
3.2.3 Moření osiva máku	19
3.2.4 Výživa a hnojení máku setého.....	20
3.2.4.1 Hnojení dusíkatými hnojivy	20
3.2.4.2 Hnojení fosforečnými, draselnými a hořečnatými hnojivy	20
3.2.4.3 Hnojení síranovými hnojivy	20
3.2.4.4 Mikrobiogenní prvky ve výživě máku	21

3.2.4.5	Cizorodé prvky v semeni máku	21
3.2.4.6	Vápnění.....	21
3.2.4.7	Sklizeň	21
3.3	Použité látky	22
3.3.1	Tymián obecný (<i>Thymus vulgaris</i>).....	22
3.3.2	Paprika setá (<i>Capsicum annum</i>)	22
3.3.3	Kopřiva dvoudomá (<i>Urtica dioica</i>)	23
3.3.4	Neem Azal T/S.....	23
3.3.5	Agrovital	23
3.3.6	Lexin	24
3.3.7	Cruiser OSR.....	24
4	Metodika	25
4.1	Charakteristika stanoviště.....	25
4.1.1	Půdní charakteristika.....	25
4.1.2	Průběh počasí v roce 2021	25
4.1.3	Povětrnostní podmínky	26
4.1.4	Polní pokus	26
4.1.5	Průběh moření osiva	26
4.1.6	Laboratorní pokus	30
4.1.6.1	Založení laboratorního pokusu	30
5	Výsledky	33
5.1	Polní pokus.....	33
5.1.1	Hodnocení porostu v průběhu vegetace.....	33
5.1.2	Hodnocení po sklizni máku	39
5.2	Laboratorní pokus	40
6	Diskuze	41
7	Závěr.....	44
8	Literatura.....	45

1 Úvod

Mák setý (*Papaver somniferum* L.) patří mezi významné olejninu pěstované v České republice, je také důležitou vývozní komoditou. Pěstování máku v České republice má dlouholetou tradici a český mák je vždy ceněn pro dobrou chuť, kvalitu a jasnou barvu semene. To dokládá i to, že v roce 2021 mák získal prestižní modro-žluté Chráněné zeměpisné označení (CHZO). Díky tomu nebude možné v rámci EU použít název Český modrý mák, pokud nebude vypěstován v ČR. Makové semeno má vynikající nutriční kvalitu a je hojně využíváno v potravinářství. Makovina se dříve využívala ve farmaceutickém průmyslu, jelikož obsahuje mnoho významných alkaloidů zejména morfin, nyní se z ní vyrábí např. i brikety na topení (Vašák et al. 2010; Míkšík 2021).

Pěstování máku je velmi náročné, jelikož citlivě reaguje na půdní podmínky, půdní nevyrovnanost a některé účinné látky pesticidů. Agrotechnické postupy, vyrovnaná výživa a počasí představují důležité faktory, které ovlivňují růst máku. Moření máku nám zajistí lepší vzcházení a zdravý růst rostlin. Při jarních operacích je velmi důležité správné založení porostu. Průměrný výnos máku činí 0,7 t/ha, ale mák má mnohem vyšší potenciál, až na výnos 3 t/ha (Baranyk et al. 2010).

V bakalářské práci jsem se zabýval vlivem moření osiv přírodními látkami s fungicidně insekticidním účinkem na počáteční fáze růstu máku setého. Pro moření osiva byly použity výluhy z tymiánu, papriky a kopřivy, dále jsme použili variantu s insekticidním přípravkem na ochranu rostlin Neem Azal T/S (účinná látka *azadirachtin*), do každé z těchto látek byl přidán pomocný přípravek Agrovital (pomocná látka na bázi pinolenu) a pomocný rostlinný přípravek Lexin (směs huminových kyselin, fulvokyselin a jejich solí). Tyto varianty jsme porovnávali s neošetřenou kontrolní variantou a osivem mořeným komerčním přípravkem Cruiser OSR s účinnými látkami: *thiamethoxam*, *fludioxonil* a *metalaxyl-M*.

Tento výzkum byl založen z důvodu neustále sílícího tlaku na zemědělce v omezení použití přípravků na ochranu rostlin. Ačkoliv se v posledních letech daří využívat stávající komerční přípravky na moření máku na udělenou výjimku, je ale třeba intenzivně hledat možnosti jiného ošetření osiva máku tak, aby tyto přípravky byly plnohodnotnou náhradou stávajících a funkčních přípravků při vzcházení rostlin a jejich ochraně.

2 Cíl práce

Cílem práce bude jednak sepsání kvalitní literární rešerše na zvolené téma a jednak ověřit v polních podmínkách vliv moření osiva máku přírodními látkami s fungicidně insekticidním účinkem na dynamiku růstu máku, dále porovnat tuto dynamiku jak s porosty založenými nemořeným osivem, tak s porosty založenými osivem mořeným komerčními prostředky, jako je například Cruiser OSR.

3 Literární rešerše

3.1 Mák setý

3.1.1 Charakteristika máku setého

Mák setý (*Papaver somniferum* L.) je hlavním druhem rodu *Papaver*, který se u nás již dlouhou tradicí pěstuje jako zemědělská plodina (Fábry et al. 1990). Mák setý je jednoletá polní i zahradní plodina až 1,8 m vysoká. Vyznačuje se přisedlými terčovitými bliznami a typickými tobolkami tzv. makovicemi (Novák & Skalický 2008). Do rodu mák (*Papaver*) se dnes řadí asi 120 druhů, rozdělených do 9-11 sekcí (Bechyně & Novák 1987). Tyto sekce se navzájem liší morfologickými vlastnostmi, složením alkaloidních spekter a geografickým rozšířením. Jedná se o taxon s bipolárním areálem konkrétně v mírném pásmu severní polokoule (Fábry et al. 1992).

Existují dva typy máku setého: semenný (olejný) a opiový. Semenný typ máku se často využívá ve farmaceutickém průmyslu, konkrétně k získání důležitých alkaloidů ze suchých makovic po jejich vymláčení (tzv. makovina) a dále jako pochutina v potravinářství. Dalším typem je opiový mák, ten se vyznačuje vyšším obsahem opia s vysokým počtem alkaloidů. Obsahuje mléčnou šťávu, která má neobvyklé účinky např. tlumí bolesti a uvádí člověka do stavu opojení (Novák & Nováková 2018). Mezi hlavní alkaloidy patří morfin, kodein, papaverin a noskamin (narkotin) (Carlin et al. 2020; Shukla et al. 1995).

Podle genetického základu se dají členit na jarní, které zaujímají téměř 90 % výměry. Mezi nejznámější odrůdy patří Major, MS Harlekyn, Aplaus, Opal a Onyx (Satranský & Cihlář 2021). Asi na 10 % výměry se pěstuje ozimá forma máku, která se liší vyšší hustotou ochlupení mladých listů a mléčnými skvrnami na nich (Vašák et al. 2010). Nejpěstovanější odrůdou ozimého charakteru je Titan, Oz a Zeno Plus (Havel 2020).

3.1.2 Původ a historie máku setého

Mák setý je velmi stará pěstovaná kulturní rostlina. Ve volné přírodě se jako planě rostoucí nevyskytuje. Původ tohoto druhu máku se odvozuje ze vztahu k planě rostoucímu a blízce příbuznému máku štětinkatému (*Papaver setigerum* DC.), který se nápadně podobá kulturnímu druhu. Dle původu a genového centra se mák setý řadí do centra východo-asijského, předoasijského a středomořského, přesné místo původu dosud není zcela objasněné (Novák & Nováková 2018).

Podle Vašáka et al. (2010) jsou doložené nálezy z období Neolitu a mladší doby kamenné. Na neolitických lokalitách byly nalezeny semena, zejména v nalezišti z okolí švýcarských jezer (stáří se datuje na 4000 let př. n. l.) (Novák & Nováková 2018).

Nejstarší nález na území České republiky pochází z Ostrova u Stříbra se stářím okolo 2800 let, tedy z pozdní doby bronzové. Jsou zmínky, že Summerové pěstovali mák 4 tis. let př. n. l. Z této doby pochází zmínka o používání šťávy z makovic a nazývali ji tzv. *Hul Gill* – „rostlina radosti“. Opium bylo ve středověku považováno za velké riziko. Paracelsus (1527) jej vrátil zpět do medicíny jako opiovou tinkturu. Z opia a šťávy z citrónu se vyráběly černé pilulky

– tzv. kameny nesmrtelnosti. V roce 1753 botanik Linné popsal druh *Papaver somniferum* (Vašák et al. 2010).

V roce 1803 objevil německý doktor Sertuner opiový alkaloid morfin a v roce 1816 se mu ho podařilo získat v čistém stavu. Později angličan Wright syntetizoval z morfinu heroin a v roce 1895 se začal vyrábět jako lék. Dne 23. 1. 1912 byla sjednána „Mezinárodní opiová konvence“ proti narkotikům. V máku se nachází až 140 alkaloidů, konkrétně v druhu *Papaver somniferum* L. jich bylo popsáno více než 40 (Vašák et al. 2010).

3.1.3 Požadavky máku na vnější prostředí

Mák pěstovaný na území České republiky nemá vyhraněné nároky na přírodní podmínky. Dá se pěstovat ve všech oblastech ČR, ale jen do 700 m. n. m. Nejlepší podmínky pro úspěšné pěstování máku je v mírně kopcovitých až rovinatých polohách s nadmořskou výškou 300-600 m v řepařsko-ječném až bramborářsko-pšeničném a ječném výrobním typu. Naopak nevhodné jsou lehké půdy v nížinách, studené a mokré podmínky bramborářsko-ovesného subtypu a v horském výrobním typu nebo v aridních podmínkách kukuřičné oblasti. Při výběru pozemku musíme vyhledávat plochy, které jsou chráněny proti silným větrům. Mák jarní nemá dlouhou vegetační dobu: 125–140 dnů (Vašák et al. 2010).

Tato plodina velmi dobře snáší jarní, pozdní mrazíky až do -8 °C (i více), v dlouhivém růstu do -3 °C (Vašák et al. 2010). Mák patří k nejodolnějším mrazuvzdorným plodinám (Fábry et al. 1990).

3.1.4 Zařazení v osevním postupu

V osevním postupu je mák zařazován po předplodinách, které půdu dobře nakypří a zanechávají v dobré kondici (Zubal et al. 1998). Dále musí být máku zajištěn čistý pozemek bez plevelů s dobrou zásobou živin. V minulosti byl mák velmi citlivý na některé účinné látky herbicidů, jejichž rezidua mohly mák poškodit (Treflan, Synfloran a přípravky triazinového typu). Nejlepší předplodinou pro mák jsou okopaniny, ke kterým se hnojí chlévskou mrvou (Bechyně 1993). Mák se zpravidla řadí ke druhé trati. V praxi se mák pěstuje po obilninách, používá se jako přerušovač obilných sledů s fyto-sanitárním účinkem (Fábry et al. 1990). Další dobré předplodiny jsou jeteloviny a luskoviny (Bechyně 1993).

Nevhodnou předplodinou pro mák je řepka ozimá, její výdrol lze porost máku velmi problematicky potlačit a při aplikaci herbicidů může dojít ke značnému poškození porostu. Další problém může představovat hlízenka (*Sclerotinia sclerotiorum*), která napadá jednak řepku i mák. Pokud se v podniku pěstují obě tyto plodiny je vhodné vyčlenit část ploch pro mák a část pro ozimou řepku. V osevním postupu má mák následovat za pět let (Baranyk et al. 2010).

3.1.4.1 Nároky na světlo

Mák je dlouhodobní rostlina a má výraznou reakci na délku dne (Baranyk et al. 2010). Rostliny máku jsou velmi náročné na světlo a celkový nedostatek světla se projevuje oslabením porostu (Vašák et al. 2010). Vývoj a růst rostlin jsou ovlivňovány světelnými podmínkami.

Reakce na světlo může být také rozdílná podle adaptace na podzimní nebo jarní výsev. Větší osvětlení dokáže stimulovat v rostlinách tvorbu cytokininu (fytohormon), který inaktivuje auxin u pupenů v úžlabních listech bránící jejich rozvinutí (Fábry et al. 1990). Šířka řádků, ve kterých se mák pěstuje, může silně ovlivnit osvětlení. Zastíněné květy a vyvíjející se tobočky vytvářejí drobná semena, dokonce při silném zastínění nemusí produkovat vůbec žádná semena (Bechyně 1993). V současné době se zkouší nové technologie v zakládání porostů máku setého. Používají se širší rozteče řádků. Klasicky se mák zasévá do vzdálenosti řádků od 125–250 mm. Systémy umožňují pěstovat mák v širších řádcích: 0,3 m, 0,45, ale i 0,70 m. Tyto širší spony se snaží eliminovat konkurenci o vodu, živiny, prostor a také o světlo. Dále se mohou současně pěstovat s pomocnými plodinami, nejčastěji ječmen jarní a oves setý (Brant et al. 2020).

3.1.4.2 Nároky na teplo

V požadavcích na teplotu se mák řadí k nejodolnějším plodinám proti mrazu (Fábry et al. 1990). Nároky na teplo se během vegetace mění (Kamkar et al. 2012). Z počátku růstu mák dobře snáší nízké teploty. Vrcholící rostliny hynou až při -6 až -8 °C, díky jeho odolnosti se mák může vysévat i na podzim nebo v zimě (Köppl 2018). Baranyk et al. (2010) uvádí, že jsou rozdíly mezi jednotlivými genotypy, např. bělosemenné odrůdy jsou méně mrazuvzdornější než modrosemenné odrůdy. Odolnost rostlin se dále zvyšuje až do vývinu listové růžice, ale při dlouhivém růstu se snižuje na -2 až -3 °C (Bernáth & Tetenyi 1981). Ke klíčení je potřebná teplota 1–3 °C, optimálně 18–20 °C a dostatek vláhy (Fábry et al. 1990). Při dalším zvýšení teploty se snižuje klíčivost semen (Bechyně 1993).

Mrazuvzdornost závisí na podmínkách ročníku a stanoviště, proto občas může dojít k poškození máku i při teplotách, které porosty v sousedství přežijí (Baranyk et al. 2010). Celkově je mák teplomilnou plodinou. Nesnáší vlhké počasí při dozrávání, protože jsou rostliny napadány černěmi a semena žluknou (Vašák et al. 2010).

3.1.4.3 Nároky na vodu

Mák je velmi náročný na dostatek vláhy od vzejití až do rozkvětu. Celková potřeba vody se po celou dobu vegetace odhaduje na 250–350 l/m² při jarním výsevu, při výsevu na podzim se potřeba vody zvyšuje téměř o 50 l (Bechyně & Novák 1987).

K vyklíčení mák potřebuje málo vody, pouze 90 % z celkové hmotnosti suchého semene, což při raném setí, díky jarní kondenzaci vlhkosti z výparu podzemní vody, je toto množství k dispozici. Pokud nemá mák dostatečně vyvinutý kořenový systém, může být zničen opakovanými ranními mrazíky. Další negativní vliv má sucho. Těmto problémům se částečně zabrání správně zvolenou technologií založením porostu. Proto se mák vysévá do seťové rýhy hluboké 3 až 4 cm. Semínko máku se nachází na povrchu dna rýhy, některé i v hloubce 2 cm a je zavalené malou vrstvou půdy (Vašák et al. 2010).

Po vytvoření plné růžice je délka křivého kořene 10–15 cm a stává se tím suchovzdornější. K vysokým výnosům mák potřebuje asi 320 mm srážek za vegetaci. Klíčové období je od poloviny dubna do kvetení (do konce června). Např. v Tasmánii pro dosažení vyšších výnosů běžně zavlažují (Vašák et al. 2010).

3.1.4.4 Nároky na půdu

Mák patří do skupiny plodin, které citlivě reagují na půdní podmínky a půdní nevyrovnanost (Bechyně 1993). Mezi nejvýznamnější faktory, které ovlivňují růst máku patří: agrotechnické postupy, vyrovnaná výživa a počasí (Kadar et al. 2001). Optimální hodnota pH by měla být 6,2 – 6,8 (mák však snese i kyselější půdy) (Fábry et al. 1992).

Máku nejvíce vyhovují středně těžké, hlinité až písčitohlinité nebo hlinitopísčité půdy, strukturní, provzdušněné a s dostatkem vláhy (Vašák et al. 2010). Naopak nevhodné půdy pro pěstování jsou těžké, slévavé, písčité, zamokřené, mělké a chudé na živiny (Fábry et al. 1990).

3.1.4.5 Nároky na živiny

Mák je středně náročná plodina na příjem živin. Vyznačuje se však nižší osvojovací schopností pro živiny, obzvláště na počátku vegetace, a proto je nutné mít dobrou zásobu živin v půdě a kvalitní hnojení během vegetace, což zajistí dobrý růst rostlin (Vaněk et al. 2016). Baranyk et al. (2010) uvádí, že na výnos 1 t semene máku odčerpá v průměru 70 kg N, 26 kg P (60 kg P₂O₅), 90 kg K (108 kg K₂O), 79 kg Ca (111 kg CaO), 15 kg Mg (25 kg MgO), 18 kg S, 110 g B, 200 g Zn a 340 g Mn.

3.1.5 Morfologie

Mák setý je jednoletá polní a zahradní plodina vysoká až 1,8 m. Rod *Papaver* se vyznačuje přisedlými paprscitými bliznami a typickými tobolkami (makovicemi) (Novák & Skalický 2008).

3.1.5.1 Klíčící rostlina

Na povrch půdy proniká malá rostlina máku ohnutým hypokotylem, který se postupně narovná a děložní listy se vidlicovitě rozevírají. Děložní lístky jsou úzce čárkovité (dlouhé až 10 mm a 0,8 mm široké). Na bázi jsou mírně srostlé a na vrcholu zašpičatělé (Bechyně & Novák 1987).

3.1.5.2 Kořenová soustava

Kořenovou soustavu tvoří hlavní, křivý kořen s několika silnějšími postranními kořeny. Hlavní kořen může dorůst do délky 0,5 – 0,75 m, u vyšších rostlin i více (Bechyně & Novák 1987). Délka kořenů závisí na způsobu zpracování půdy, např. při bezorebném zpracování půdy je hlavní kořen výrazně zkrácen (Vašák et al. 2010). Hmotnost všech kořenů představuje téměř jednu pětinu hmotnosti sušiny celé rostliny (Bechyně & Novák 1987).

3.1.5.3 Lodyha

U našich odrůd délka lodyhy dorůstá 1 až 1,8 m výšky. Postranní větvení lodyh ovlivňuje spon, ve kterém se mák pěstuje. V řídkých porostech s 10–20 rostlinami na 1 m², může být až 6 i více větví. Mladé tobolky přerůstají hlavní makovice. Lodyhy máku bývají pokryty štětinkami (Vašák et al. 2010).

3.1.5.4 Listy

Listy máku jsou jednoduché, podlouhlé mírně zvlňené a zubovité. Jsou pokryty jemnou voskovou vrstvičkou, která je velmi významná při ochraně rostlin herbicidy a listovými hnojivy (Vašák et al. 2010). Pokud není vrstva dostatečně silná, mohou herbicidy mák poškodit. Tato vosková vrstva vzniká zpravidla několik dnů po dešti a postupně se zesiluje. Pokud prší každý den, tato vrstvička se netvoří a musí se počkat na vhodnější počasí (Havel 2019). Na rostlině se nachází obvykle 15–28 listů (Novák & Nováková 2018).

3.1.5.5 Poupata

Poupata máku jsou podlouhlá, oválná nebo vějířitá. Jsou 30–50 mm dlouhá a 12–30 mm široká. Zevní část je tvořena dvěma kališními lístky, které objímají další části budoucího květu. Během růstu a vývoje jsou poupata převislá a vzpříuují se až den před rozkvetem. Obvykle bývají lysá (Novák & Nováková 2018).

3.1.5.6 Květ

Květ máku obsahuje dva kališní lístky, které po rozkvetu ihned opadávají (Novák & Nováková 2018). Dále má čtyři korunní plátky, jež mohou být různě zbarvené. Tyčinek je mnoho, od 150 do 250. Mák je samosprašný, ale jelikož tvoří velké množství pylu je vyhledáván včelami a také blýskáčkem řepkovým (Vašák et al. 2010).

3.1.5.7 Tobolka (makovice)

Jsou dva typy tobolek. Může být zcela uzavřená tzv. slepák, nebo má pod paprky blizny malé otvůrky, pomocí kterým se může semeno vysypat na zem tzv. hledák. Velikost a tvar tobolek záleží na typu odrůdy, ale mohou být ovlivněny agrotechnikou a podmínkami v dané lokalitě (Vašák et al. 2010). Povrch tobolky je ojíňený a hladký. V plné zralosti je hnědý až žlutohnědý, zbarvení závisí na odrůdě (Bechyně & Novák 1987). Na vrcholu tobolky je bliznový terč, který je buď střečovitý, talířovitý nebo miskovitý. Střečovitý tvar je nejvýhodnější, neboť se v korunce nemůže držet voda. V tobolce se nachází osm až čtrnáct lamel. V tobolce může být až dvanáct tisíc semen. V praxi se setkáváme s nižšími počty kolem čtyř až šesti tisíc a hmotnost semen v jedné tobolce jsou 2–3 g (Vašák et al. 2010).

3.1.5.8 Semena

Maková semena jsou malá, ale četná (Kapoor 1995). Semeno máku je ledvinovitého tvaru, dlouhé asi 1 – 1,5 mm (Vašák et al. 2010). Barva semene záleží na odrůdě, obvykle se pěstují modrosemenné máky, ale semena mají i jiné barvy (Baranyk et al. 2010). Povrch je drsný, zbrázděný v polygonální pole ohraničená mírně vystouplými lištami, které tvoří síťovitou strukturu (Novák & Nováková 2018). Osemení má pět vrstev: epidermis, vrstva krystalická, vláknitá, příčná a pigmentová. Průměrná hmotnost tisíce semen se pohybuje kolem 0,55 g (Bechyně & Novák 1987). Jeden kilogram semen obsahuje asi 400 tis. semen (Novák & Nováková 2018). Zralé semeno obsahuje asi 45 % (42–55 %) polyvysychavého oleje (Bechyně & Novák 1987).

3.1.6 Růst a vývoj

Růst máku můžeme rozdělit do tří hlavních období:

- období pozvolného růstu,
- období největší asimilace rostlin,
- období postupného zrání a odumírání rostlin (Vašák et al. 2010).

1. Období pozvolného růstu

Do tohoto období patří klíčení, vzházení a tvorba prvních pravých listů. Růst je pozvolný. Přibližně po 4 týdnech od vzejití začíná narůstat sušina. V této fázi má rostlina obvykle čtyři až pět párů pravých listů. Kulový kořen se začíná zakořeňovat hlouběji (Vašák et al. 2010). Po vytvoření listové růžice celá rostlina mohutní a roste do výšky. V tuto dobu je nežádoucí půdní škraloup, který rostliny těžce prorážejí (Novák & Nováková 2018).

2. Období největší asimilace

Je hlavním obdobím růstu rostlin. Začíná narůstat organická hmota až do fáze zelených tobolek. Později začínají odumírat listy a zmenšuje se asimilační plocha. Do tohoto období zahrnujeme i kvetení máku (Vašák et al. 2010).

3. Období postupného zrání a odumírání rostlin

Během kvetení se zvětšuje semeník a po odkvětu rychle narůstá. Běžně narůstá 16–21 dnů po odkvětu. Začínají se formovat tobolky, které s postupným vysycháním mění svoji barvu a také i tvar (Vašák et al. 2010). Tři týdny po odkvětu tobolky začínají žloutnout až hnědnout, suché makovice neroni žádnou mléčnou šťávu, neboť má stěnu tvrdou a zdřevnatělou. Po dokončení plné zralosti rostlina odumírá, zralá semena se uvolňují z lamel a v tobolce chrastí (Novák & Nováková 2018).

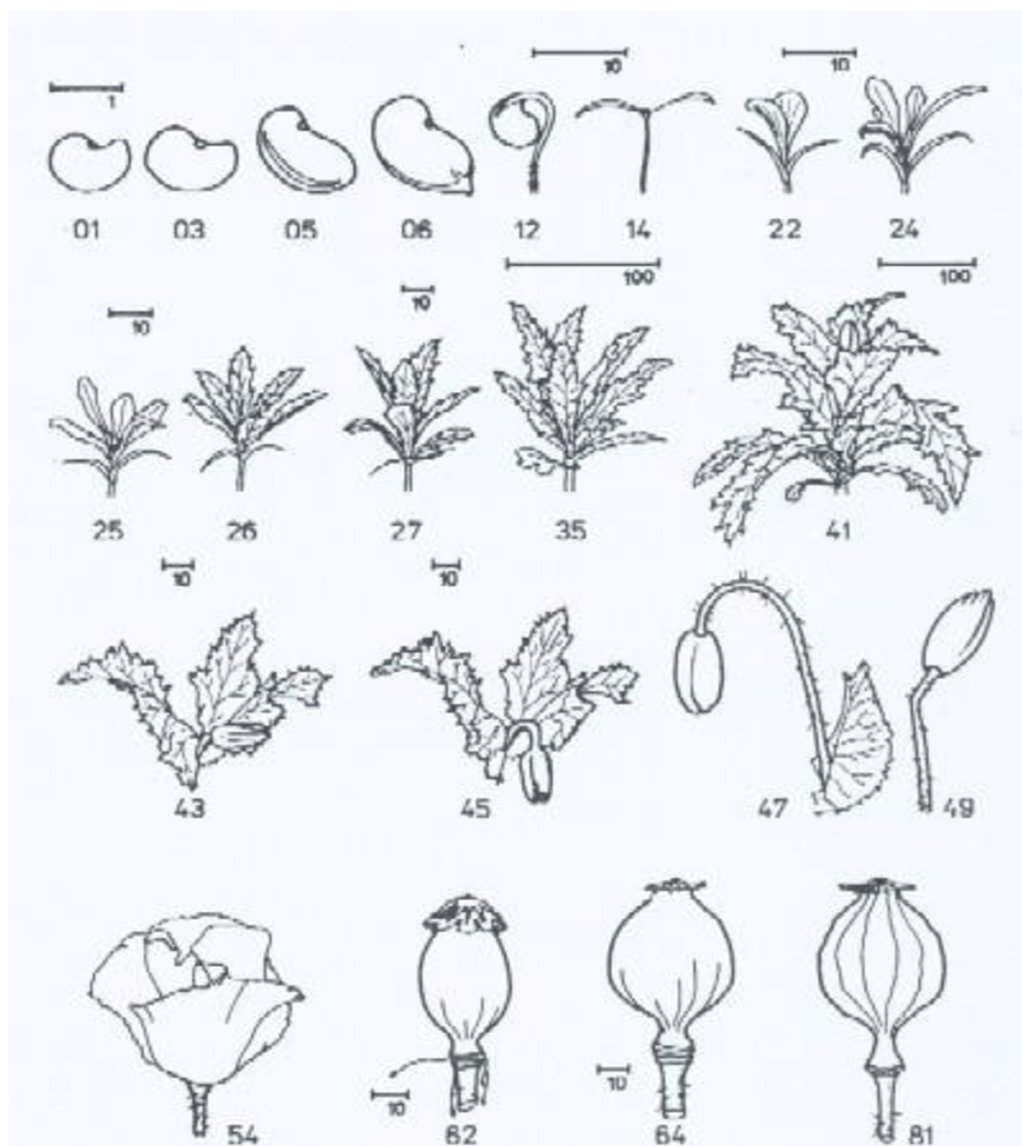
3.1.6.1 Makrofenologická stupnice máku (BBCH)

Bechyně & Novák (1987) uvádějí makrofenologickou stupnici máku setého. Popisují přesné vývojové fáze po celou vegetaci rostlin.

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

Kód:	Růstová fáze
I. fáze	KLÍČENÍ
01	Suché semeno
03	Nabobtnalé semeno
05	Prasknutí osemení
07	Vyrašení zárodečného kořínku ze semene
II. fáze	VZCHÁZENÍ
12	Objevení hypokotylu se složenými dělohami (na povrchu půdy) - začátek vzházení
14	Dělohy vidlicovitě rozevřené
III. fáze	VYTVÁŘENÍ PRVNÍCH PRAVÝCH LISTŮ
22	Fáze 1. a 2. pravého listu
24	Fáze 3. a 4. pravého listu
25	Fáze 5. pravého listu
26	Fáze 6. pravého listu
27	Fáze 7. pravého listu
IV. fáze	PŘÍZEMNÍ LISTOVÁ RŮŽICE
35	Fáze růžice
V. fáze	STONKOVÁNÍ A BUTONIZACE
41	Objevení mladého poupěte na krátkém stonku mezi listy přízemní růžice
43	Stonek s poupětem je kratší než listy přízemní růžice
45	Fáze mladého poupěte – převislé poupě na stonku nepřevyšuje horní lodyžní listy
47	Stonek s převislým poupětem převyšuje všechny listy
49	Květní stopka přímá, poupě vzpřímené
VI. fáze	KVETENÍ
52	Začátek kvetení – do rozkvětu prvních květů u 10 % rostlin
54	Plné kvetení – kvete většina rostlin
56	Odkvět – většina (90 %) květů odkvetlých

VII. fáze	VÝVOJ TOBOLKY
62	Fáze mladé tobolky – dosažení konečného tvaru a velikosti u prvních (10 %) tobolek
64	Fáze vyvinuté tobolky ve tvaru a velikosti (u většiny tobolek) - zelená zralost
VIII. fáze	ZRÁNÍ TOBOLKY
72	Začátek zrání (žloutnutí) tobolky
74	Vysychání a zrání tobolky – žlutá zralost
76	Dozrávání tobolky a semen – tobolka kožovité konzistence
IX. fáze	PLNÁ ZRALOST
81	Plná zralost tobolky a semen
X. fáze	DORMANCE SEMEN
91	Dormance semen
93	Ztráta dormance semen



Obr. 1: Makrofenologická stupnice máku (Bechyně & Novák 1987)

3.2 Agrotechnika

Mák je velmi citlivou plodinou na agrotechnické zásahy půdy. Dále je citlivý na nedostatek vláhy a pěstování máku je značně rizikové. Klíčovým faktorem je precizní založení porostu (Pinke et al. 2011).

3.2.1 Zpracování půdy

V současné době se mák obvykle zařazuje po obilnině jako předplodně. Podmítka se provádí zpravidla ihned po sklizni předplodiny (Hůla et al. 2008). Provedením podmítky se přeruší nežádoucí vztlínání vody, vyklíčí plevelle a dojde k částečnému zapravení posklizňových zbytků (Šabatka 2014). Touto pracovní operací zpracujeme půdu do hloubky 8–10 cm (Vašák et al. 2010). Mezi podzimní zpracování půdy zahrnujeme kvalitně provedenou orbu, která

vytvoří dobré předpoklady pro jarní předseťovou přípravu půdy (Baranyk et al. 2010). Díky orbě dochází k obrácení půdy (Gruber et al. 2012). Přes zimu se pozemek nechává v hrubé brázdě. Pluh při orbě může být vybaven drobcím zařízením, který přejezd přes hřebeny brázd a tím částečně vyrovná pozemek. Urovnání pozemku na podzim se v některých případech neosvědčilo, jelikož docházelo ke kornatění půdy, na jaře půda dlouho vysychala a byla studená (Baranyk et al. 2010).

Po oschnutí vrchní vrstvy půdy se provádí jarní příprava půdy. Cílem jarní přípravy půdy je urovnání povrchu a vytvoření tzv. drobtovité struktury. Toto zpracování půdy se provádí do mělkých hloubek max. 50 mm převlácením lehkými branami anebo kombinátoru. Doporučuje se používání cambridge válců, které podpoří půdní kapilaritu a neničí půdní strukturu. Nedoporučuje se smykování a používání hladkých válců, které poškozují drobtovitou strukturu (Vašák et al. 2010). Je nežádoucí vytvoření příliš jemného povrchu půdy, jelikož může docházet ke slévání a nerovnoměrnému vzcházení rostlin (Toro & Arvidsson 2003).

3.2.2 Setí

K setí máku se používají univerzální secí stroje, které dokáží zasít drobná semena s nízkým výsevkem (Fábry et al. 1992). Ideální je mák vysévat, kdy půda umožňuje přejezd secím strojem po pozemku, aniž by se lepila na jeho pracovní orgány. Optimální doba výsevu je ve druhé polovině března. Mák je drobnosemenná plodina, tudíž ho sejeme do mělkých hloubek cca 10–15 mm. Výsevek se pohybuje v rozmezí 1,5-1,75 kg osiva na 1 ha. V konvenční technologii mák vyséváme do klasických 125 mm širokých řádků (Satranský & Cihlár 2021). V ekologickém pěstování máku se používají širší meziřádkové vzdálenosti až 450 mm pro následnou likvidaci plevelů (Kuchtová et al. 2013). Za optimální počet rostlin považujeme 70-100 rostlin/m² (Frück et al. 2005).

3.2.3 Moření osiva máku

Mořením čili ošetřením osiva rozumíme biologický, chemický, fyzikální nebo mechanický proces úpravy, který vede ke zlepšení vlastností osiva. Nejčastějším typem ošetření osiva v technologii pěstování máku je moření chemickými přípravky. Jako nejlépe hodnocený přípravek je považován Cruiser OSR. Tento přípravek jednak obsahuje látky s fungicidním a druhak s insekticidním účinkem. Na tento přípravek je v současné době udělována výjimka na používání, jelikož obsahuje látky, které mají negativní dopad na opylující hmyz. V následujících letech se tedy budou zemědělci potýkat s problémy mořením máku chemickými přípravky a k ošetřování osiva máku budou používat přípravky na bázi hnojiv, rostlinných stimulatorů bioagens nebo fyzikální ošetření osiva (Satranský 2021). Moření osiva zajišťuje založení kvalitního a zdravého porostu (Pšenička et al. 2006).

3.2.4 Výživa a hnojení máku setého

Obecně je známo, že se mák vyznačuje jako méně náročná plodina na osvojování živin z půdy (Vaněk et al. 2016). Při konvenčním způsobu pěstování bychom měli zajistit obsah pohotových živin odpovídající výnosu 2 t semene/ha. Přijímání živin během vegetace je závislé na vývojových fázích rostlin a agroekologických podmínkách (Lošák 2012).

3.2.4.1 Hnojení dusíkatými hnojivy

Hnojení dusíkem představuje nejdůležitější opatření, jenž rozhoduje o výnosu semene a také o jeho kvalitě. Dávka dusíkatých hnojiv by se neměla volit příliš vysoká, jelikož při přehnojení porostu dochází k nežádoucím účinkům např. větvení rostlin, poléhání a prodloužení doby kvetení (Vaněk et al. 2016).

Dusíkatý deficit se projevuje slabším vývinem hlavních i postranních lodyh, porosty jsou nevyrovnané, snižuje se také počet semen v tobolce a HTS. Na výnos 1 t semene mák odčerpá v průměru 70 kg dusíku (Lošák 2012).

Dávka dusíku se odvíjí podle rozboru půd a obsahu minerálního dusíku v půdě (Baranyk et al. 2010). Dusík se aplikuje v pevné formě nebo v kapalné formě s preemergentně aplikovaným herbicidem. Mezi pevná hnojiva patří: ledek amonný, močovina, síran amonný, ledek vápenatý. Do kapalných hnojiv zahrnujeme: DAM 390, SAM-240, DUSADAM-325. V případě nedostatku síry se používají dvousložková hnojiva tzv. DASA. Toto hnojivo obsahuje 26 % dusíku a 13 % síry (Lošák 2012).

3.2.4.2 Hnojení fosforečnými, draselnými a hořečnatými hnojivy

Hnojením těchto prvků volíme dávku podle předpokládaného výnosu a obsahu přístupných živin v půdě (Vašák et al. 2010). Baranyk et al. (2010) uvádí, že na výnos 1 t semene máku odčerpá v průměru 26 kg P (60 kg P₂O₅), 90 kg K (108 kg K₂O) a 15 kg Mg (25 kg MgO). Nedostatek těchto živin se projevuje negativně na růstu rostlin (Lošák 2012).

3.2.4.3 Hnojení síranovými hnojivy

V důsledku poklesu emisí síry v ovzduší je důležité použít hnojiva se sírou pro hnojení máku. Mák odebere v průměru 17 kg síry na 1 tunu semene. Hnojení sírou má dobrý vliv na zdravotní stav rostlin, dále kladně působí na obsah morfinu v makovině a zvyšuje využití dusíku (Vašák et al. 2010).

Síranová síra v půdě má velmi podobné vlastnosti jako nitrátový dusík, jelikož snadno podléhá vyplavování, tudíž je vhodnější aplikovat síranová hnojiva na jaře před setím. V průběhu vegetace se může projevit nedostatek síry, který vyřešíme foliární aplikací kapalnými hnojivy se sírou (Lošák 2012).

3.2.4.4 Mikrobiogenní prvky ve výživě máku

Ze stopových prvků jsou velmi významný bór a zinek. Mák vyžaduje optimální obsahy těchto živin v rostlině (Lošák 2012).

Na zásaditých půdách nebo po provedeném vápnění se snižuje rozpustnost a přijatelnost bóru. V rostlině bór zvyšuje transport cukrů a kladně ovlivňuje metabolismus fosforu v listech. Deficit této živiny se může projevovat nekrózami vegetačního vrcholu. Doporučuje se mimokořenová výživa o malé koncentraci ve fázi 5-6 pravých listů v dávce cca 150-200 g B/ha. V průběhu vegetace je vhodné tuto aplikaci několikrát opakovat (Lošák 2012).

Příjem zinku rostlinami ovlivňuje půdní kyselost. Jeho pohyb je značně omezený v neutrálních půdách, které mají vyšší obsah fosforu a zároveň pokud je sucho. Doporučuje se aplikovat zinek mimokořenovou výživou ve fázi pylových tetrad (Lošák 2012). Zinek je velmi důležitý pro dlouhý růst (Chizzola 2001). Aplikuje se 300 g Zn/ha v roztoku. Rostliny zinek přijímají do 24 hodin a v rostlinách je středně mobilní (Lošák 2012).

Mák je také náročný na příjem manganu, železa a molybdenu (Vašák et al. 2010).

3.2.4.5 Cizorodé prvky v semeni máku

Za cizorodé prvky označujeme prvky, které jsou škodlivé pro zdraví a život člověka. Patří mezi ně těžké kovy. Např. kadmium se vyskytuje v půdě a postupně se uvolňuje. Olovo a rtuť jsou nejvíce přijímány z atmosféry. Riziko obsahu cizorodých prvků snížíme úpravou půdní reakce a vápněním (Lošák 2012).

3.2.4.6 Vápnění

Úprava půdní reakce (pH) se provádí vápněním k předplodinám nebo po jejich sklizni. Mák špatně snáší vyšší půdní kyselost. Na kyselých půdách je značně redukován rozvoj kořenového systému a příjem dostupných živin (Vašák et al. 2010). K vápnění se používají uhličitanové formy vápenatých hnojiv a pokud je v půdě deficit hořčíku, doporučuje se použít dolomitický vápenec. Po aplikaci vápenatých hnojiv je nutné, aby se důkladně promíchaly s orníci. Při stanovování dávek se vychází dle půdního druhu a také podle obsahu přístupného vápníku v půdě. V půdě by měla být dobrá zásoba vápníku (Lošák 2012).

3.2.4.7 Sklizeň

Sklizeň jarního máku obvykle probíhá od poloviny července do začátku září, hlavní termín je v druhé polovině srpna. Ozimý mák se zpravidla sklízí o měsíc dříve v červenci. Nejčastěji mák sklízíme sklízecími mlátičkami ve směsi semen a makoviny. Sklizeň bez makoviny by znamenala zvýšené sklizňové ztráty (Vašák et al. 2010). Velmi důležité je seřízení sklízecích mlátiček před počátkem sklizně. Snižují se otáčky mlátícího bubnu a upravuje se mlátící ústrojí kombajnu. Sklizeň se zahajuje, pokud je porost dokonale zralý a suchý. Velký problém představuje nevyrovnaně zralý porost a polehlé porosty se také obtížně sklízí, může

totiž docházet ke znečišťování semen se zeminou. Při sklizni máku nesmí vlhkost semen přesahovat 10 % a 17 % vlhkost makoviny. Mák se velmi špatně skladuje, jelikož semena obsahují velké množství oleje a při poškození výrazně hořknou (Baranyk et al. 2010).

3.3 Použité látky

Použití přírodních látek v ochraně rostlin má řadu výhod. Jedna z nich je, že se používají jako insekticidy, k hubení anebo odpuzování hmyzu. Přírodní látky jsou přirozeně se vyskytující toxiny extrahované z rostlin. Tyto látky bývají méně toxičtější než konvenční pesticidy a rychle se rozkládají v životním prostředí, což má za následek menší riziko reziduí v plodinách (Masanori & Hiroshi 2007). Ochrana proti hmyzu je v současnosti celosvětovou ekologickou výzvou kvůli znečištění životního prostředí způsobenému rozsáhlým používáním konvenčních pesticidů. Aplikace přírodních látek v ochraně rostlin by měla snížit rozvoj škůdců, tak používání toxických pesticidů (Boulogne et al. 2012).

3.3.1 Tymián obecný (*Thymus vulgaris*)

Tymián obecný je stálezelený polokeř, 20-40 cm vysoký a velmi se větví. Jeho listy jsou oválně vejčité a aromatické (Hudak 2005). Obsahuje především silice a nejvíce jsou zastoupené thymol (50 %) a carvacrol (Suntres et al. 2013). Thymol společně s carvacrolem je velmi aktivní proti většině testovaných hub (Singh 2014). Dále se v tymiánu vyskytují flavonoidy, třísloviny, hořčiny, další látky (Valíček 2017). Tyto látky mají dezinfekční, insekticidní, repelentní, fungicidní a antimikrobiální účinky (Cosic et al. 2010). Tyto účinky znali již staří Řekové, využívali je k ochraně ovoce anebo jako prostředek k hubení bakterií ve vinných sudech. Z mnoha pokusů vyplývá, že přípravek z tymiánu obecného efektivně inhibuje tvorbu mycelia a má významný potenciál v ochraně rostlin proti houbovým chorobám (Procházka et al. 2021). Extrakty z tymiánu obecného jsou často využívány jako larvicidy. Larvicidní účinnost dosahuje výborných výsledků díky látce thymolu (Pavela et al. 2009).

3.3.2 Paprika setá (*Capsicum annum*)

Paprika setá je jednoletá rostlina a pochází ze Severní Ameriky, její pěstování se rozšířilo téměř do celého světa. Květy má převážně bílé a bobule (lusky) mají po dozrání zelenou, žlutou nebo červenou barvu (Korbelář & Endris 1973). Alberts (2004) uvádí, že paprika setá má baktericidní účinky, které se mohou využívat v zemědělství. Obsahuje řadu biologicky aktivních látek, mezi nejvýznamnější jsou alkaloidy. Nejvíce zastoupeným alkaloidem je capsaicin, který má nejen léčebné účinky, ale i antibakteriální a fungicidní účinky (Pavela 2020). Capsaicin především odpuzuje hmyz a roztoče, dokáže ale také redukovat transpiraci ošetřených rostlin a odpuzuje větší zvířata (Copping & Duke 2007). Hodnoty capsaicinu v rostlině dosahují až 0,22 % fenylylalkylaminového alkaloidu. Pokud dojde ke

kontaktem s lidskou tkání touto látkou, může se mít nežádoucí účinky a vyvolává pocit popálení. Dále obsahuje saponin, vitamín A a C, flavonové glykosidy a karotenoidní barviva (Korbelář & Endris 1973).

3.3.3 Kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*)

Kopřiva dvoudomá je velmi významný, vytrvalý plevel s velkou konkurenční schopností (Mikulka 2014). Vytváří mělce pod povrchem oddenky, které postupně zakořeňují a vyrůstají další lodyhy s žahavými trichomy. Tyto žahavé chloupky obsahují histamin, který dráždí kůži, acetylcholin, způsobuje poci popálení a serotonin, který zvyšuje účinek předchozích látek. Rostliny měří 50-150 cm, ale na půdách s dostatkem živin a vláhly mohou dosahovat výšky až 2 m. Listy mají vějířovitý tvar a na špičce jsou špičaté. Plodem jsou špičaté jednosemenné nažky (Jursík et al. 2018; Jursík et al. 2009). Kopřiva dvoudomá obsahuje mnoho látek. Mezi nejvýznamnější patří: chlorofyl, minerální látky, kumariny, karotenoidy, flavonoidy, acetylcholin, histamin, serotonin, kyselinu mravenčí, kyselinu šťavelovou, kyselinu octovou, kyselinu křemičitou, sacharidy, třísloviny a další (Hejný & Slavík 2003). Kopřivové výtažky mají insekticidní, fungicidní, repelentní a antifidantní účinky. Tyto výtažky se často využívají proti mšicím a sviluškám. K ochraně rostlin proti houbovým chorobám se také používá odvar z kopřiv (Kavalali 2003).

3.3.4 Neem Azal T/S

Tento insekticidní přípravek na ochranu rostlin je ve formě emulgovatelného koncentrátu proti mandelince bramborové a dále působí proti savému a jiným žravým škůdcům (<http://agromanualshop.cz>). NeemAzal T/S je často využíván v ekologickém zemědělství. Účinnou látkou je *Azadirachtin*. Je to triterpenická látka, která má skvělý protipožerový vliv na hmyzu. Aktivní substance je vstřebávána listy a následně je systemicky distribuována v rostlině. Škůdci se kontaminují orálním požerem nebo sáním (Hiiesaar et al. 2009).

3.3.5 Agrovital

Jedná se o pomocnou látku, která se přidává do postřiků s obsahem pesticidů používaných v zemědělství a lesnictví. Obsahuje účinnou látku *pinolene 96 %*, tato látka vytváří na povrchu rostlin jemný elastický film polymeru, který prodlužuje účinnost přípravků v tank mixu (<http://www.agromanual.cz>; Blazquez et al. 1970; Procházka et al. 2017). Dále má také fungicidní účinky (Di Vaio et al. 2020).

3.3.6 Lexin

Jedná se o pomocný rostlinný přípravek. Obsahuje vodný roztok přípravku získaného hydrolyticko-oxidačním rozkladem technických lignosulfonátů, který představuje směs huminových kyselin, fulvokyselin a jejich solí, kde fulvokyseliny a jejich soli převažují (<http://www.agromanual.cz>). Huminové látky kladně působí na růst a vývoj rostlin a dále zlepšuje rozvoj kořenového systému, čím rostlina lépe překonává abiotické stresy. Auxiny pozitivně ovlivňují růst a vývoj rostlin. Lexin se dobře smíchává s vodou. Rostliny ošetřené Lexinem jsou celkově vitálnější a lépe odolávají působení různých stresů (Procházka et al. 2019).

3.3.7 Cruiser OSR

Jedná se o insekticidní a fungicidní přípravek na ochranu rostlin ve formě kapalného suspenzního koncentrátu pro moření máku setého a dalších polních plodin proti škodlivým organismům. Tento přípravek obsahuje tři účinné látky: *thiamethoxam* 280 g/l, *fludioxonil* 8 g/l a *metalaxyl-M* 32,3 g/l. *Thiamethoxam* patří do skupiny neonikotinoidů, je to neselektivní systemický insekticid s reziduálním působením. Hubí škůdce požerovým a dotykovým účinkem. Zasažený hmyz má narušenou činnost nicotinic acetyl choline receptoru v nervovém systému. *Fludioxonil* patří do skupiny fenylpyrrolů a je to širokospektrální kontaktní fungicid s reziduálním účinkem. Semena rostlin ho částečně přijímají a následně je translokován do klíčících rostlin. Je účinný proti škodlivým houbám ze tříd: *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* a *Fungi imperfecti*. *Metalaxyl-M* patří do skupiny fenylamidů a je to systemický fungicid, který je dobře přijímán semeny a je translokován do všech částí klíčících rostlin. Působí proti houbám ze třídy *Oomycetes*. Cruiser OSR účinkuje proti škodlivým organismům, které napadají klíčící a vzcházející rostliny. Často se využívá proti krytonosci kořenovému, ale i na houbové choroby (<http://www.agromanual.cz>; Thompson et al. 2016).

4 Metodika

V roce 2021 byl založen maloparcelkový pokus ve výzkumné stanici Červený Újezd. V další části jsme se zaměřili na laboratorní pokus, kde jsme sledovali vzcházení a dynamiku růstu máku.

4.1 Charakteristika stanoviště

Jednoletý maloparcelkový pokus byl proveden v roce 2021 na výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Červeném Újezdě. Červený Újezd se nachází v okrese Praha – západ, přibližně 25 km od České zemědělské univerzity. Zeměpisné údaje: 50° 04' severní šířky a 14° 10' východní délky. Výzkumná stanice se nachází v nadmořské výšce 398 m n. m (<https://af.czu.cz>).

4.1.1 Půdní charakteristika

Půdní bloky, na kterých byl pokus s mákem založen, má rovinatý charakter terénu. Na pozemku s pokusem je půdotvorným substrátem spraš (80–120 cm). Ornice má šedohnědou barvu, je hlinitá a má drobtovitou strukturu. Hloubka ornice je od 28 do 35 cm. Prokořenění a biologická aktivita dosahuje středních až vysokých hodnot. Podorniční horizont (50–70 cm) je hnědorezavý, hlinitý s horninovými usazeninami.

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

4.1.2 Průběh počasí v roce 2021

Polní pokus byl velice ovlivněn průběhem počasí během vegetace máku setého v roce 2021. Na konci března se selo za nepříznivých vláhových podmínek a sucho přetrvávalo i po zasetí až do konce května. Rostliny máku při nedostatku vláhy vzcházely pomalu a na pomalém vývoji porostů se také podílelo chladné počasí v dubnu a v květnu. Až v květnu přišlo menší množství vláhy, což porostům velmi pomohlo. Následovaly teplé a deštivé měsíce červen a červenec. Při dostatku vláhy porosty máku zmohutněly a vytvořily větve. Srpen byl velmi deštivý, což komplikovalo a oddalovalo sklizeň.

4.1.3 Povětrnostní podmínky

Tab. 2: Meteorologické údaje Výzkumné stanice Červený Újezd za rok 2021

Období	Parametr	Měsíc					
		III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
1. dekáda 1.-10.	teplota (°C)	1,9	5,1	9,8	18,4	18,6	17,2
	srážky (mm)	11,3	1,8	30,9	5	30,6	70,1
2. dekáda 11.-20.	teplota (°C)	3,5	5,4	12,6	20,9	19,7	19,1
	srážky (mm)	11,3	5,9	64,6	1,6	37,5	1,3
3. dekáda 21.-31.	teplota (°C)	8,1	8,3	11,4	20,3	20,8	14,9
	srážky (mm)	1,6	1,6	6,4	76,5	14	30,5
Měsíc celkem	teplota (°C)	4,6	6,3	11,3	19,9	19,8	17
	srážky (mm)	24,2	9,3	101,9	83,1	82,1	101,9
	počet deštivých dnů 1-5 mm	5	3	7	2	6	6
	počet deštivých dnů 5-10 mm	0	0	1	3	2	3
	počet deštivých dnů více jak 10 mm	1	0	3	3	2	5
Dlouhodobý průměr*	teplota (°C)	2,9	7,6	12,9	16,2	17,6	17,3
	srážky (mm)	26,3	34,9	67,2	63,5	58,7	67,5
Normál**	teplota (°C)	3,6	8,5	13,5	16,2	18,3	17,9
	srážky (mm)	28	28	70	67	78	66

Pozn.: *Praha-Ruzyně 1960-2010, **Praha-Ruzyně 1981-2010

4.1.4 Polní pokus

Maloparcelkový pokus byl založen ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Velikost osetých parcel dosahovala 15 m², sklizňová plocha 11,25 m². Bylo zkoumáno 6 variant po 4 opakováních. V průběhu vegetace byly odebírány vzorky rostlin.

4.1.5 Průběh moření osiva

Výši dávkování jednotlivých variant výluhů a látek uvádí tabulka číslo 3. Nejprve jsme začali s vyrobením 10 % výluhu. Dále jsme navázili určité množství jednotlivých přírodních látek na digitální váze s přesností na tisíce gramů. Navážené vzorky jsme vložili do kádinky, které se ihned zalily vroucí vody. Následně docházelo k uvolňování látek do vody a vytváření výluhů. Dalším krokem bylo navážení osiva máku jarního odrůdy MS Harlekyn. Do každého naváženého osiva bylo napipetováno určité množství jednotlivých variant výluhů a přípravku Agrovital, který zlepšuje smačivost a má fungicidní efekt a také jsme přidali pomocný přípravek Lexin. Další varianta byla ošetřená přípravkem Neem Azal T/S, k němu se přidal Agrovital a Lexin. Jako kontrolní varianta se použil komerční přípravek Crusiser OSR. Pro ideální promíchání všech látek s osivem jsme využili rotostatickou mořičku na katedře agroekologie a

rostlinné produkce v Praze. Rotostatickou mořičkou jsme točili pomocí páky a postupně se osivo promíchávalo s ostatními látkami.

Tab. 3: Varianty polního pokusu

Varianta	Použité látky
1	Neošetřené osivo (Kontrolní varianta)
2	10% výluh tymiánu (Dávka 25 l/1 t osiva) + Agrovital (úč. l. pinolen) (Dávka 3 l/1 t osiva) + Lexin (humínové kyseliny, fulvokyseliny, auxiny) (Dávka 3 l/1 t osiva)
3	10% výluh kopřivy (Dávka 25 l/1 t osiva) + Agrovital (úč. l. pinolen) (Dávka 3 l/1 t osiva) + Lexin (humínové kyseliny, fulvokyseliny, auxiny) (Dávka 3 l/1 t osiva)
4	10% výluh papriky (Dávka 25 l/1 t osiva) + Agrovital (úč. l. pinolen) (Dávka 3 l/1 t osiva) + Lexin (humínové kyseliny, fulvokyseliny, auxiny) (Dávka 3 l/1 t osiva)
5	Neem Azal (úč. l. Azadirachtin) (Dávka 3 l/t osiva) + Agrovital (úč. l. pinolen) (Dávka 3 l/1 t osiva) + Lexin (humínové kyseliny, fulvokyseliny, auxiny) (Dávka 3 l/1 t osiva)
6	Cruiser OSR (úč. l. fludioxonil, metalaxyl – M, thiamethoxam) (Dávka 25 l/1 t osiva) (Kontrolní varianta)

Tab. 4: Agrotechnické operace v Červeném Újezdě

Termín aplikace	Provedená práce
Podzim	Střední orba
30. 3. 2021	Jarní příprava (1 přejezd smyk + brány)
30. 3. 2021	Hnojení LAD 200 kg/ha před setím
30. 3. 2021	Setí máku (výsevek 1,75 kg/ha) parcelním bezezbytkovým secím strojem (secí stroj Wintersteiger), po zasetí následovalo uválení
31. 3. 2021	Herbicidní ošetření Command 36 CS (clomazone) dávka 0,25 l/ha + Callisto 480 SC (mesotrione) dávka 0,2 l/ha – preemergentní
Fáze 2 listu máku	Insekticidní ošetření Karate Zeon (lambda-cyhalothrin) dávka 0,15 ml/ha
Výška rostlin 20 cm	Herbicidní ošetření Laudis (tembotrione) dávka 1,79 l/ha + Tomahawk (fluroxypyr) dávka 0,3 l/ha
Fáze 6 listu máku	Hnojení LAD 200 kg/ha
19. 8. 2021	Sklizeň (sklizecí mlátička Wintersteiger Classic), následné vyčištění probíhalo na výzkumné stanici v Červeném Újezdě



Obr. 2: Použité látky k moření osiva



Obr. 3: Počítání vzešlých rostlin 4.5. 2021



Obr. 4: Počítání vzešlých rostlin 24.5. 2021



Obr. 5: Porost ve fázi prodlužovacího růstu 14.6. 2021



Obr. 6: Porost v době květu 29.6. 2021



Obr. 7: Porost připravený ke sklizni 16.8. 2021

4.1.6 Laboratorní pokus

Laboratorní pokus jsme zakládali v laboratorních podmínkách na katedře agroekologie a rostlinné produkce na fakultě FAPPZ ČZU. Pokus byl založen 2.11.2021. Především jsme zkoumali dynamiku růstu máku a počet vzešlých rostlin. Během vegetace jsme počítali rostliny a kontrolovali zdravotní stav rostlin. Pokus byl ukončen 25.11. 2021.

4.1.6.1 Založení laboratorního pokusu

Při výzkumu jsme použili tyto přírodní látky v usušeném stavu: tymián obecný, kopřiva dvoudomá, paprika setá sladká a dále jsme použili přípravky: NeemAzal T/S, Agrovital, Lexin, Cruiser OSR. Sledovali jsme vzcházení a dynamiku růstu. Laboratorní pokusy byly zakládány vždy ve 4 opakováních.

Moření osiva pro laboratorní pokus probíhalo stejně jako u moření osiva polního pokusu. Namořené osivo jsme uložili do umělohmotných misek. Dohromady bylo 24 misek, 6 variant po 4 opakováních. Dále jsme si připravili jiné misky, do kterých jsme navázili 240 g jemného písku a rovnoměrně rozhrnuli do roviny. Připravili jsme si misky s namořeným osivem a pomocí pinzety jsme umístili 50 semen máku do každé misky s jemným pískem. Semena jsme rovnoměrně rozmístili do prostoru misek, aby se nepřekrývaly. Následovalo navázení 240 g hrubého písku, který jsme do každé misky rovnoměrně nasypali. zasypání jsme každou misku zalili 30 ml vody a vložili jsme všechny hotové misky do klimaboxu, ve kterém se nastavila stálá teplota 20°C a nastavilo se denní svícení 16 hodin a tma 8 hodin. Misky jsme přikryli průhledným, plastovým víkem s několika otvory. Misky jsme v průběhu vegetace kontrolovali, počítali jsme průběžně počet vzešlých rostlin a zdravotní stav rostlin. Podle potřeby jsme zalévali 30 ml vody. V době ukončení pokusu jsme všechny rostlinky opatrně vyplavili i s kořeny. Vytrhané rostliny jsme důkladně očistili od zrněk písku a vložili do plechových misek zase každou variantu zvlášť. Každou misku jsme zvážili jako prázdnou, tak i s rostlinami. Plechové misky s rostlinami jsme vložili do sušárny, nastavili jsme teplotu 105°C a nechali jsme je sušit na 130 minut. Po této době jsme misky vyndali ze sušárny a zvážili jsme misky s usušenými rostlinami. Mohli jsme si tudíž dopočítat obsah sušiny.



Obr. 8: Osivo MS Harlekyn + rotostatická mořička



Obr. 9: Zakládání laboratorního pokusu 2.11. 2021



Obr. 10: Poslední počítání rostlin 25.11. 2021



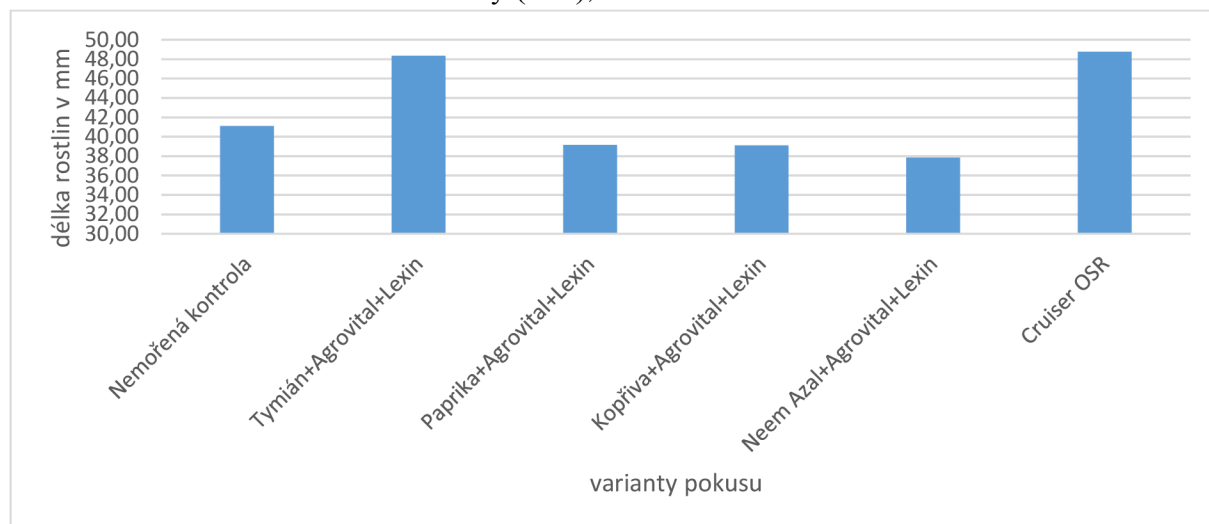
Obr. 11: Stanovení sušiny rostlin 25.11. 2021

5 Výsledky

5.1 Polní pokus

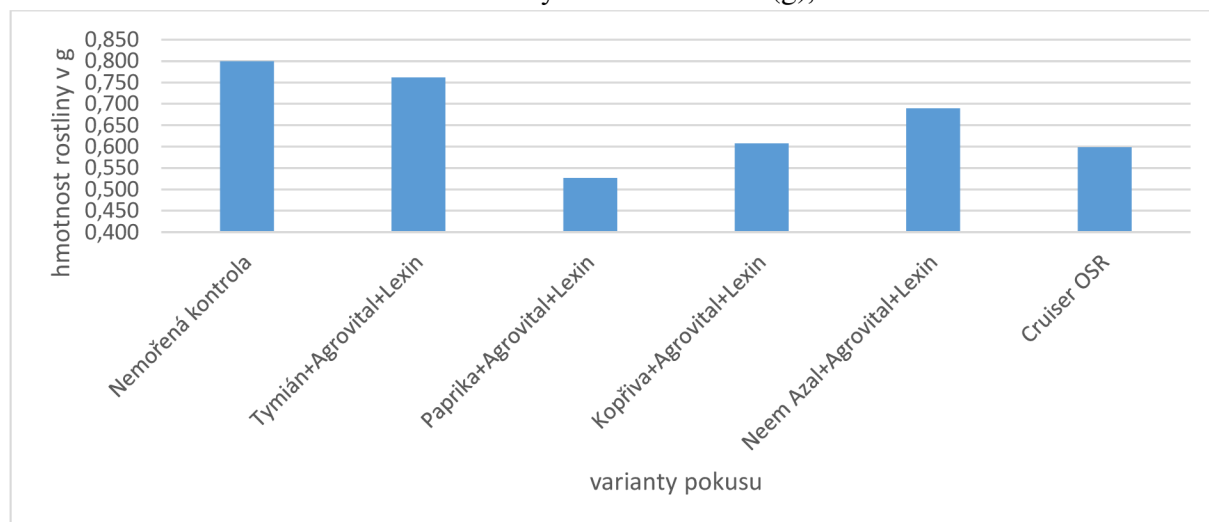
5.1.1 Hodnocení porostu v průběhu vegetace

Graf č. 1: Průměrná délka celé rostliny (mm), ve fázi BBCH 14-16 ze dne 24.5.2021



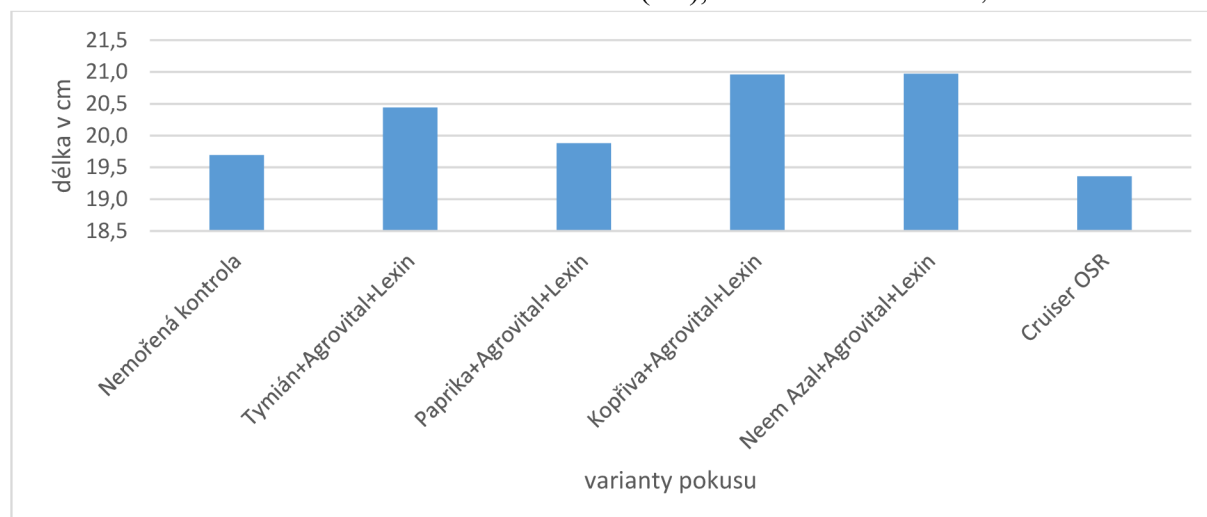
Z grafu č. 1 vyplývá, že nejdelší rostliny měly varianty ošetřené výluhem z tymiánu a přípravkem Cruiser OSR. Následovala nemořená kontrolní varianta. Zbylé varianty měly podobnou délku celých rostlin.

Graf č. 2: Průměrná hmotnost celé rostliny v suchém stavu (g), ve fázi 14-16 ze dne 24.5.2021



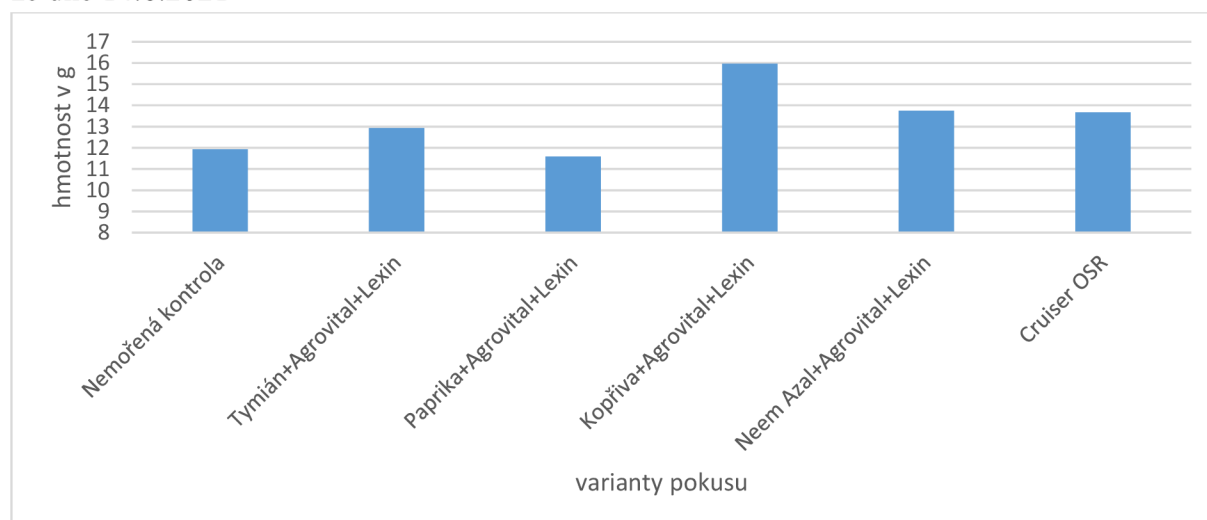
Z grafu č. 2 je patrné, že rostliny s nejvyšší hmotností měla neošetřená kontrola a varianta ošetřené výluhem z tymiánu. Následovaly varianty ošetřené přípravkem Neem Azal. Varianta mořená výluhem z kopřivy a Cruiserem OSR dosahovaly podobné hmotnosti celých rostlin. Nejnižší hmotnost dosahovaly rostliny mořené výluhem z papriky.

Graf č. 3: Průměrná délka nadzemní části rostlin (cm), ve fázi BBCH 37-39, ze dne 14.6.2021



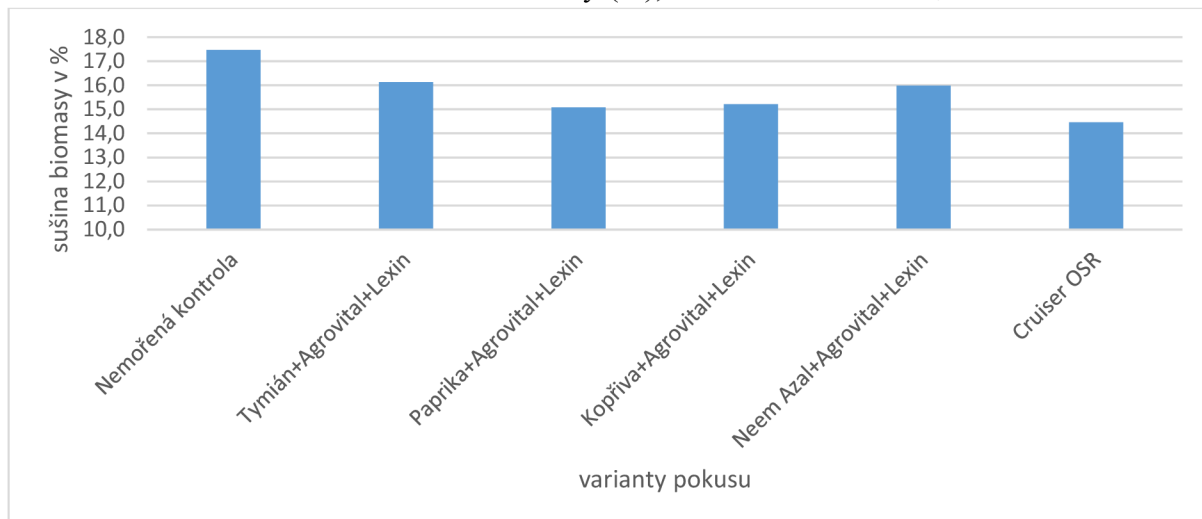
Na grafu č. 3 je vidět rozdíl mezi délkou nadzemní biomasy rostlin. Nejvyšší výšky dosahovaly rostliny ošetřené výluhem z kopřivy a Neem Azalem. Následovala nemořená kontrola s variantou mořenou výluhem z tymiánu. Nejnížší rostliny byly u varianty Cruiser OSR.

Graf č. 4: Průměrná hmotnost nadzemní části rostlin v suchém stavu (g), ve fázi BBCH 37-39, ze dne 14.6.2021



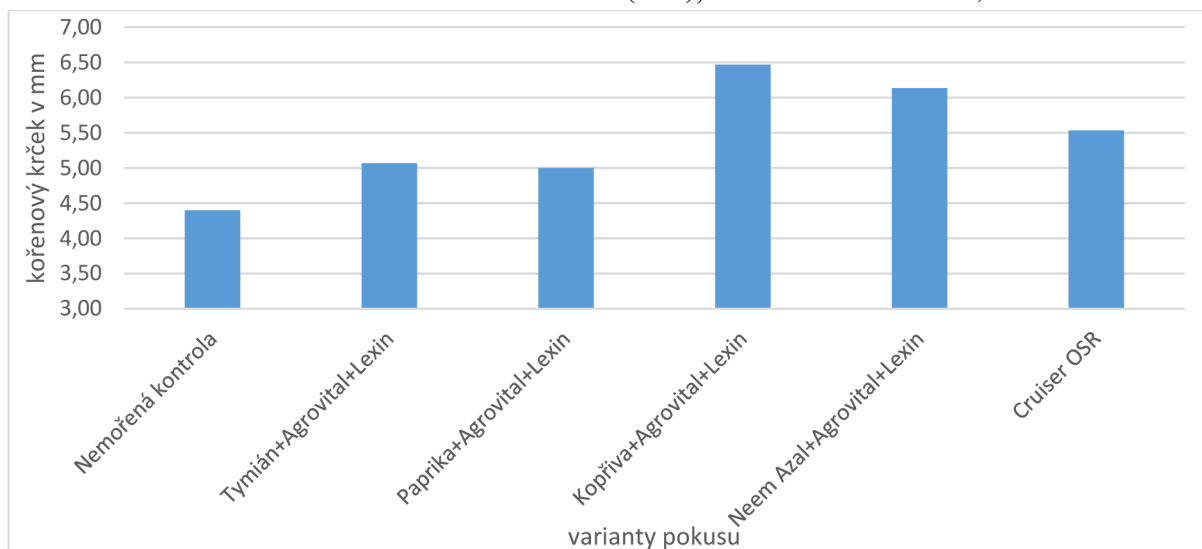
Graf č. 4 ukazuje hmotnosti nadzemní části rostlin. Nejvyšší hmotnosti dosahovala varianta ošetřená výluhem z kopřivy. Cruiser OSR a Neem Azal dosahovaly podobné hmotnosti nadzemních částí rostlin a za nimi následovala varianta ošetřená výluhem z tymiánu. Nejnížší hmotnost měla neošetřená kontrola a varianta ošetřená výluhem z papriky.

Graf č. 5: Průměrná sušina nadzemní biomasy (%), ve fázi BBCH 37-39, ze dne 14.6. 2021



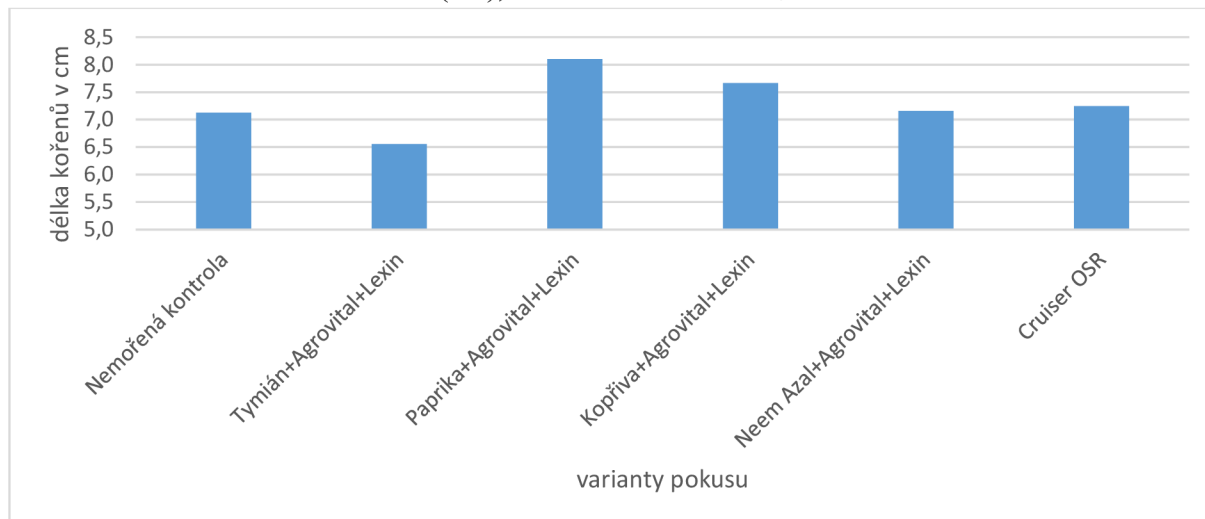
Z grafu č. 5 vyplývá, že nejvyšší sušinu biomasy měla neošetřená varianta. Následovala varianta ošetřená výluhem z tymiánu a Neem Azalu, tyto varianty nabývaly stejných hodnot. Podobných hodnot dosáhly varianty ošetřené výluhem z papriky a tymiánu, které se umístily za nimi. Nejnižší sušinu měla varianta ošetřená Cruiserem OSR.

Graf č. 6: Průměrná tloušťka kořenového krčku (mm), ve fázi BBCH 37-39, ze dne 14.6.2021



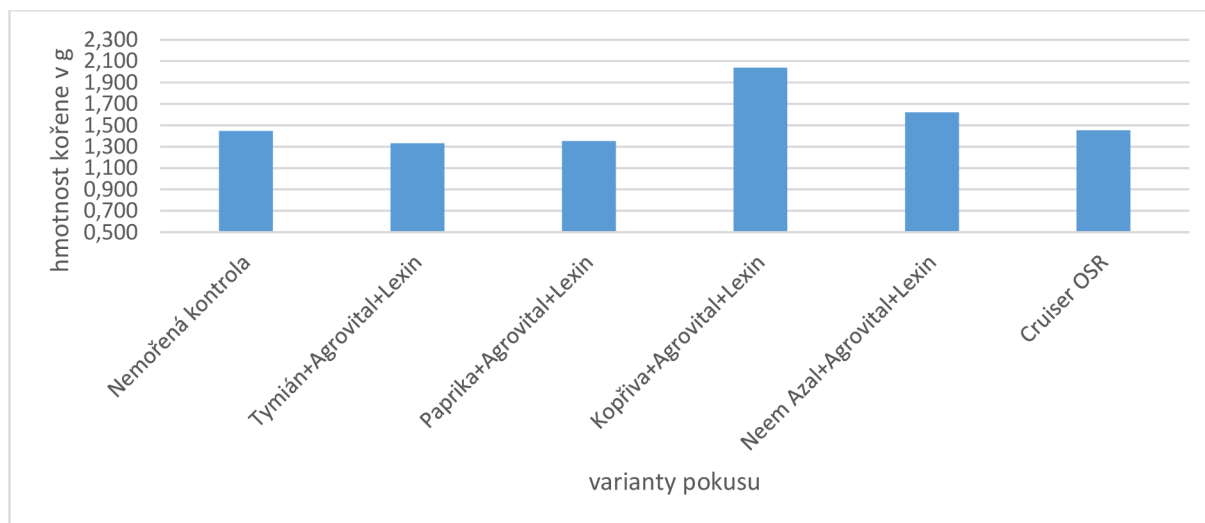
Graf č. 6 poukazuje na průměr kořenového krčku, který byl největší u varianty ošetřené výluhem z kopřivy a Neem Azalem. Ostatní varianty dosahovaly podobných hodnot, z nichž byla nejhorší neošetřená kontrola.

Graf č.7: Průměrná délka kořenů (cm), ve fázi BBCH 37-39, ze dne 14.6.2021



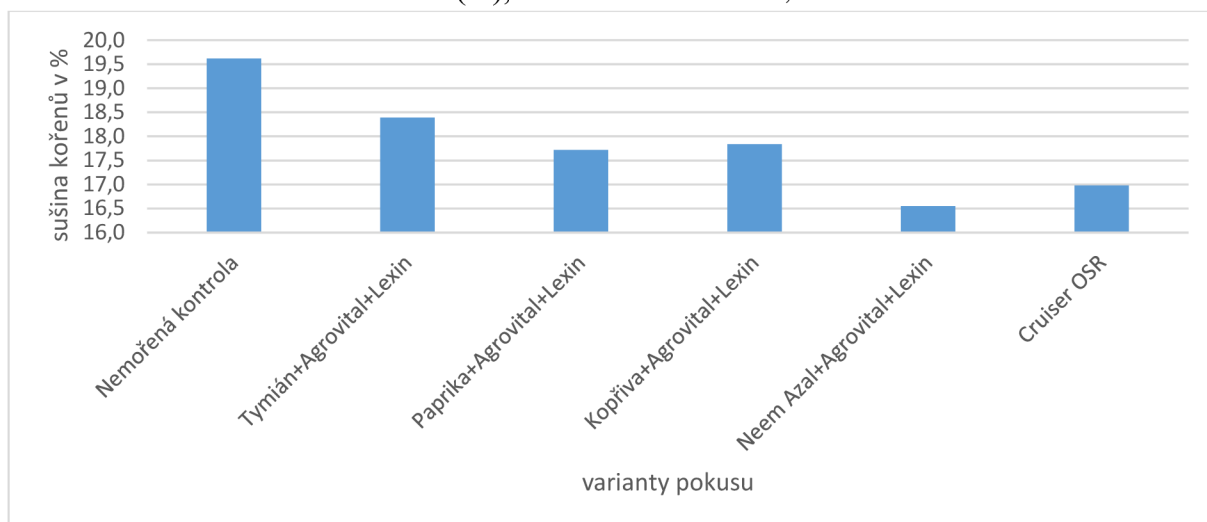
Z grafu č. 7 je patrné, že nejdelší kořeny měla varianta ošetřená výluhem z papriky. Následovala varianta nemořené kontroly společně s variantou mořenou výluhem z kopřivy. Dále byly přípravky Neem Azal s Cruiserem OSR. Nejkratší kořeny měla varianta s výluhem tymiánu.

Graf č. 8: Průměrná hmotnost kořenů (g) v suchém stavu, ve fázi BBCH 37-39, ze dne 14.6.2021



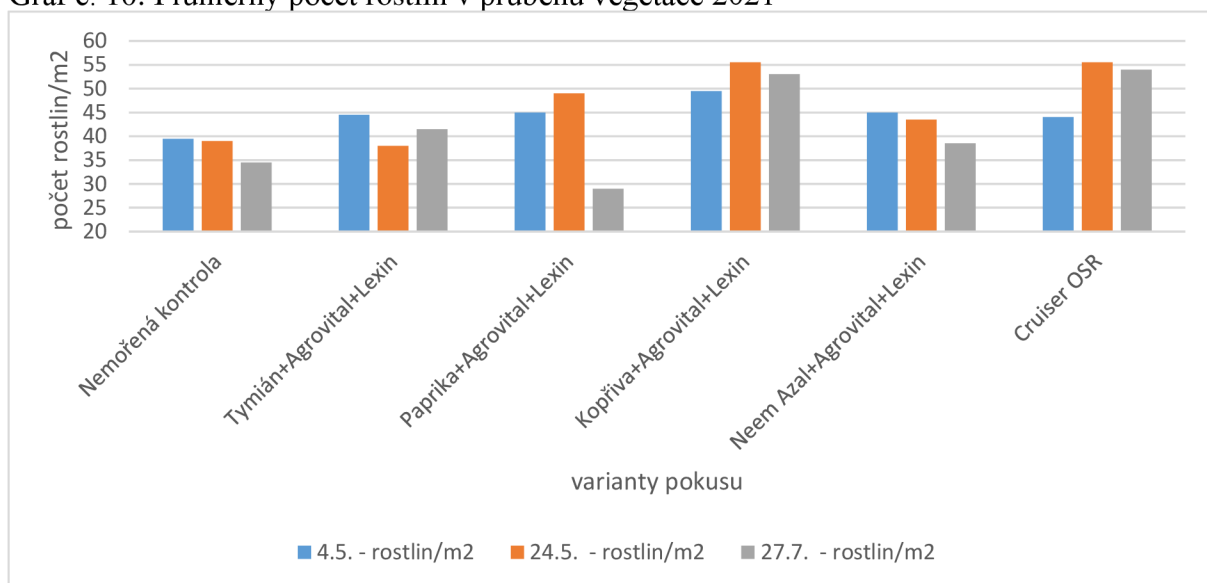
Graf č. 8 ukazuje na průměrnou hmotnost kořenů. Rostliny s nejvyšší hmotností kořenů měla varianta ošetřená výluhem z kopřivy. Následovala nemořená kontrola společně s přípravkem Cruiser OSR. Nejnižší hmotnost kořenů měly varianty mořené výluhem z papriky a tymiánu.

Graf č. 9: Průměrná sušina kořenů (%), ve fázi BBCH 37-39, ze dne 14.6. 2021



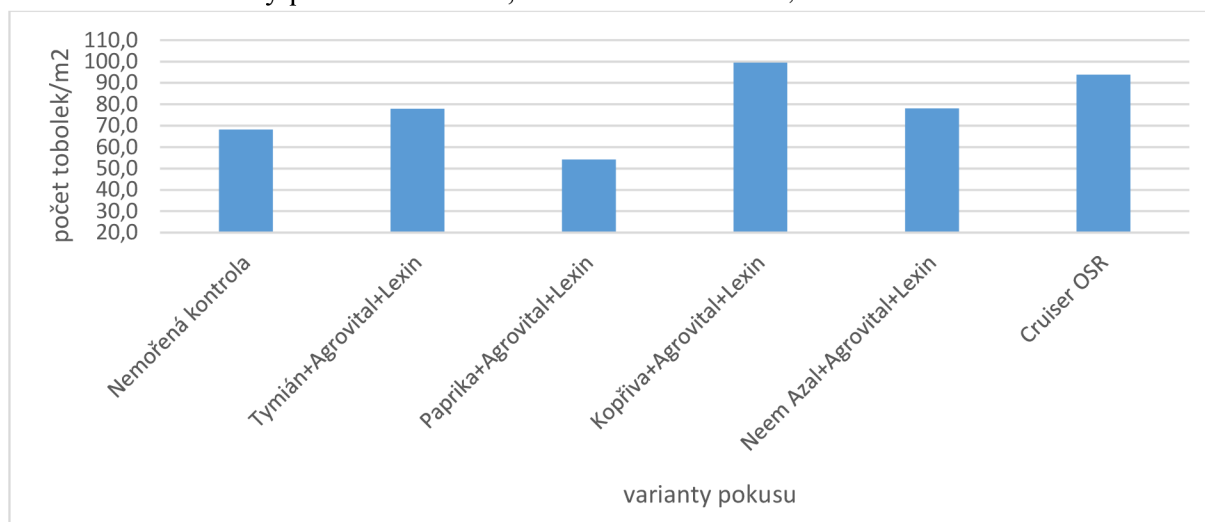
Graf č. 9 ukazuje na sušinu kořenů, kdy nejvyšší sušiny dosahovala neošetřená kontrola. Následovala varianta ošetřená výluhem z tymiánu. Varianta ošetřená výluhem z papriky a kopřivy měly podobné hodnoty sušiny kořenů. Nejnižší varianty ošetřené přípravky Neem Azal a Cruiser OSR.

Graf č. 10: Průměrný počet rostlin v průběhu vegetace 2021



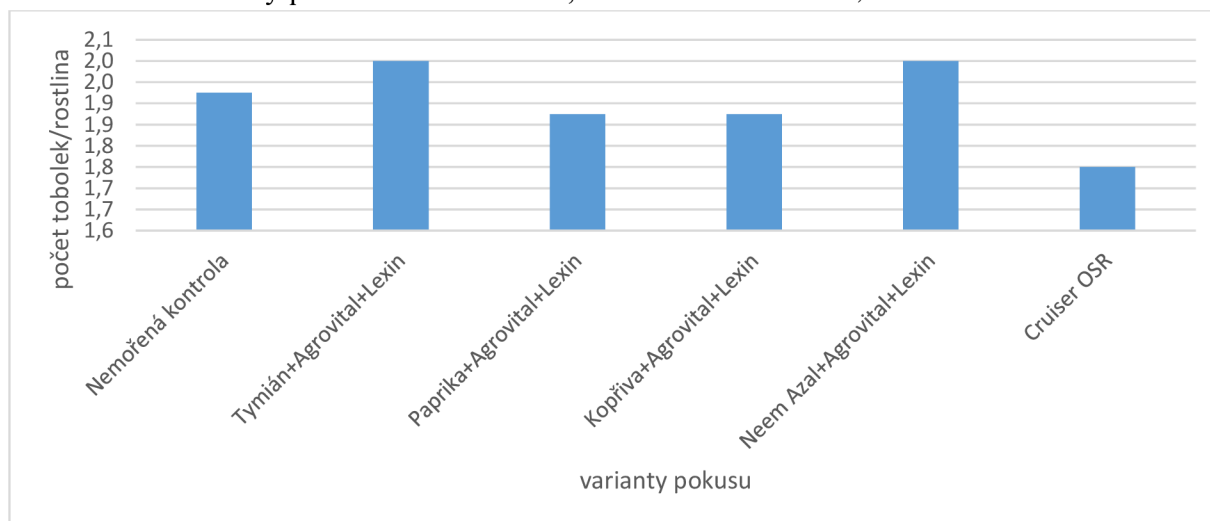
Na grafu č. 10 je znázorněn počet vzešlých rostlin během tří hodnocených kontrol. První kontrola proběhla po 36 dnech po zasetí pokusu. Nejvíce rostlin dosahovala varianta ošetřená přípravkem Cruiser OSR společně s variantou ošetřenou výluhem z kopřivy. Nejméně rostlin měla varianta ošetřená výluhem z papriky a nemořené kontroly, což se později ukázalo nejnižším výnosem ve výnosovém grafu.

Graf č. 11: Průměrný počet tobolek/m², ve fázi BBCH 81-85, ze dne 12.8. 2021



Na grafu č. 11 je znázorněn počet tobolek/m². Nejvíce tobolek vykazovala varianta mořená výluhem z kopřivy. Vysokým počtem tobolek, také dosahovala varianta přípravku Cruiser OSR. Následovala varianta ošetřená výluhem z tymiánu a Neem Azalu, nemořená kontrola měla v průměru o pár tobolek méně. Nejméně tobolek měla varianta mořená výluhem z papriky.

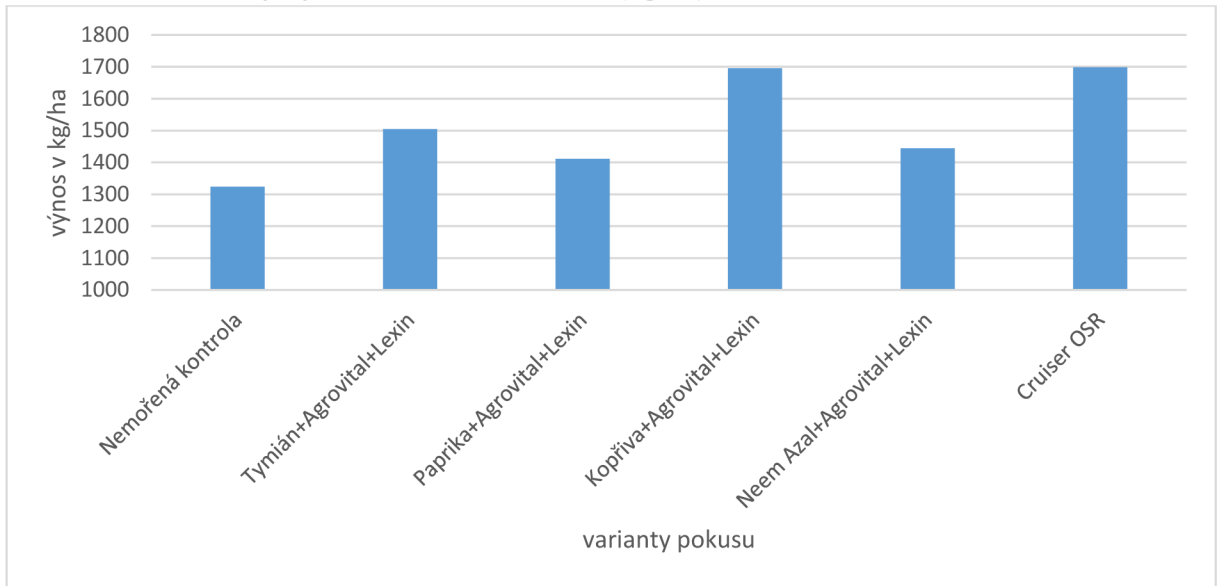
Graf č. 12: Průměrný počet tobolek/rostlina, ve fázi BBCH 81-85, ze dne 12.8. 2021



Z grafu č. 12 je patrné, že nejvíce tobolek na rostlině měly varianty ošetřené výluhem z tymiánu a Neem Azalem. Následovala nemořená kontrola. Za neošetřenou kontrolou měly varianty ošetřené výluhem z papriky a kopřivy téměř stejného počtu tobolek na rostlině. Na rostlinách ošetřených Cruiserem OSR byl nejnižší počet tobolek.

5.1.2 Hodnocení po sklizni máku

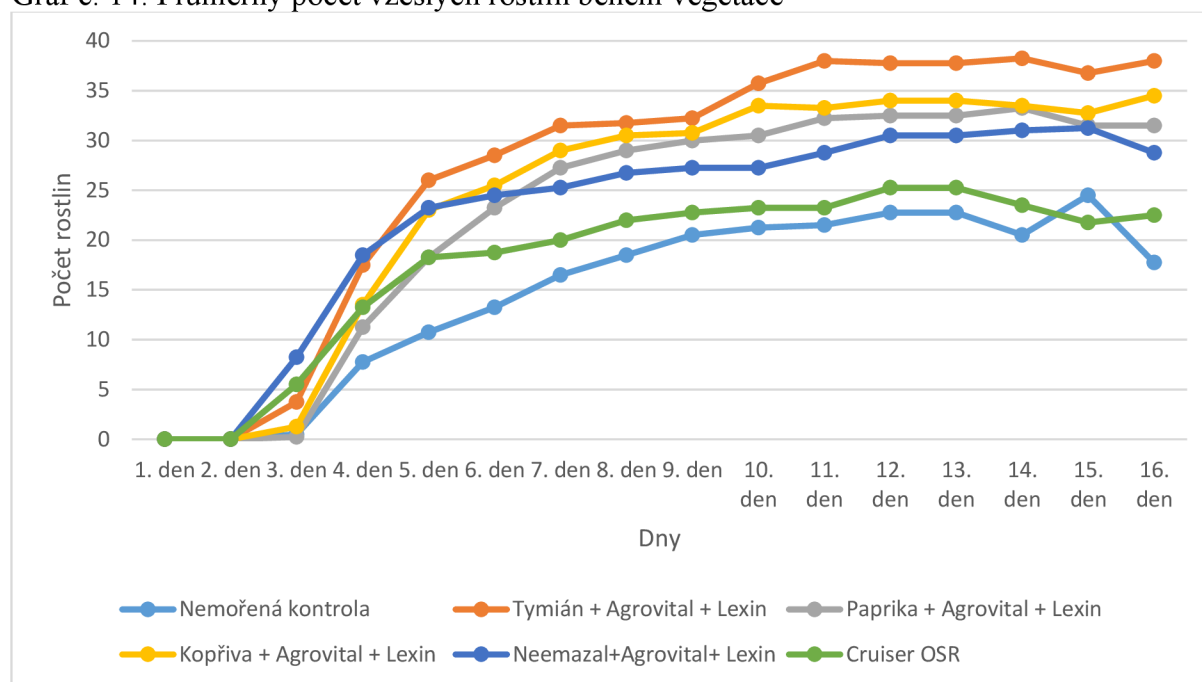
Graf č. 13: Průměrný výnos makového semene (kg/ha)



Z grafu č. 13 vyplývá, že nejvyšších výnosů dosahovala varianta ošetřená přípravkem Cruiser OSR. Za Cruiserem následovala varianta ošetřená výluhem z kopřivy s výnosem sníženým o 4 kg. Varianty: tymián, paprika, Neem Azal dosahovaly podobných výnosů. Nejnižší výnos měla neošetřená kontrola.

5.2 Laboratorní pokus

Graf č. 14: Průměrný počet vzešlých rostlin během vegetace



Na grafu č. 14 je znázorněn počet vzešlých rostlin v laboratorních podmínkách. Je zřejmé, že varianty s přírodními látkami a pomocnými přípravky pozitivně ovlivňují vzházení a zejména jeho průběh. Varianty ošetřené komerčním přípravkem Cruiser OSR a nemořenou kontrolou vykazují nižší počet vzešlých rostlin oproti ostatním variantám.

Tab. 5: Laboratorní pokus

Varianta	Obsah sušiny (%)	Celková hmotnost rostlin (g)	Průměrný počet rostlin	Hmotnost 1 rostliny (g)
Nemořená kontrola	19,406886	0,0337	17,7500	0,0019
Tymián + Agrovital + Lexin	11,992441	0,0462	38,0000	0,0012
Paprika + Agrovital + Lexin	14,53459	0,0472	31,5000	0,0015
Kopřiva + Agrovital + Lexin	12,640781	0,0440	34,5000	0,0013
Neemazal+Agrovital+ Lexin	15,216485	0,0337	28,7500	0,0013
Cruiser OSR	16,558679	0,0358	22,5000	0,0016

Tabulka č. 5 uvádí hodnoty, které byly naměřeny v rámci laboratorního pokusu. Nejvyššího obsahu sušiny dosahovaly varianty neošetřené kontroly a Cruiseru OSR. Počet rostlin variant z výluhů: tymián, paprika, kopřiva převyšoval kontrolní varianty, ale rostliny s největší hmotností měla varianta s neošetřeným osivem.

6 Diskuze

Mák setý patří mezi drobnosemenné zemědělské plodiny s nízkou HTS okolo 0,55 g, tudíž je velmi citlivý na precizně provedenou předseťovou přípravu půdy. Zvolení vhodné technologie při jarním zpracování půdy je klíčovým faktorem, který ovlivňuje dobré založení porostu a dobré vzcházení rostlin (Satranský & Cihlár 2021).

Rostliny máku citlivě reagují na nedostatek půdní vláhy během vegetace, avšak pro vyklíčení je potřeba okolo 90 % vody z hmotnosti suchého semene. V roce 2021 byly založeny pokusy s mákem v Červeném Újezdě a průběh počasí negativně ovlivnil vzcházení rostlin. Seti probíhalo za nepříznivých podmínek a suché počasí přetrvávalo až do května. Z důvodu suchého a chladného jara pokusné porosty v Červeném Újezdě vzcházely nerovnoměrně, pomalu a velmi dlouho. První srážky přišly až v květnu. Na negativní vliv průběhu počasí při vzcházení porostů máku upozorňuje (Honsová et al. 2022).

Moření osiva je další významný faktor, který ovlivňuje vitalitu a kvalitu osiva. Ošetřením osiva rozumíme biologické, mechanické, fyzikální, v praxi spíše chemické ošetření pomocí komerčních přípravků např. Cruiser OSR s účinnými látkami thiamethoxam, fludioxonil a metalaxyl-M. Moření osiva je nejúčinnější způsob založení vitálního a vysoce produkčního porostu. Výsledky našeho pokusu naznačují, že moření osiva má pozitivní vliv na zdravotní stav a tím i vývoj dostatečného počtu rostlin. K podobným výsledkům dospěl v pokusech s mořením máku také (Pšenička et al 2006). Moření osiva jasně chrání vzcházející rostliny před houbovými patogeny a škůdci (Satranský 2021). Dle poznatků z pokusů (Honsová 2021) ukazuje, že se klíčivost a vitalita osiva může odrazit na polní vzcházejivost, struktuře porostu i na výnosových prvcích, což potvrzují i naše výsledky, neboť varianty ošetřené přírodními látkami zvýšily počet vzcházejících rostlin než u neošetřené kontroly.

Tato bakalářská práce vychází z pokusu na ošetření osiva máku přírodními látkami s fungicidně insekticidním účinkem, který se uskutečnil v roce 2021 v Červeném Újezdě. V pokusu byly použity výluhy z tymiánu, papriky a kopřivy, dále byl použit insekticidní přípravek Neem Azal. Do těchto variant se přidávaly pomocné přípravky Agrovital a Lexin. Kvůli částečně fungicidnímu efektu pinolenu, který je účinnou látkou Agrovitalu a dále stimulačnímu efektu Lexinu, který podporuje tvorbu pletiv v ranných růstových fázích, což odpovídá výsledkům (Procházky et al. 2015), který v pokusech prokázal pozitivní efekt těchto látek na počáteční vývoj rostlin sóji, jejíž osivo bylo těmito látkami mořeno. Tyto varianty byly porovnávány s nemořenou kontrolní variantou a variantou mořenou komerčním přípravkem Cruiser OSR. V rámci pokusu byl zkoumán nejen vliv na ošetření osiva, ale i vzcházení, dynamika růstu rostlin, výnosotvorné prvky a výnos máku. (Procházka et al. 2019) ve svých pokusech uvádí, že ošetřené osivo přírodními látkami mělo vyšší dynamiku růstu a rostliny měly vyšší hmotnost kořenové hmoty v suchém stavu.

(Cosic et al. 2010) uvádí, že tymián má dezinfekční, insekticidní, fungicidní a antimikrobiální účinky. To lze prokázat i v našem pokuse, jelikož rostliny ošetřené výluhem z

tymiánu nebyly napadené plísní makovou. V pokusech se mezi prvním a druhým počítání rostlin projevil výrazný propad u vzcházejících rostlin namořené výluhem z tymiánu, tyto rostliny musely čelit chladnému počasí beze srážek. Při třetí kontrole došlo ke zvýšení počtu rostlin s přicházejícími srážkami. (Procházka et al. 2021) popisuje srovnatelné antifungicidní účinky tymiánové silice proti plísní chmelové porovnané s komerčními fungicidními přípravky.

(Pavela 2020) popisuje účinky alkaloidu obsažené v paprice seté. Nejvíce zastoupeným alkaloidem je capsaicin, který má nejen léčebné, ale i fungicidní účinky. Ve variantě ošetřené výluhem z papriky se při vzcházení rostlin projevila fungicidní ochrana. Mezi druhým a třetím počítání rostlin nastal velký propad v počtu rostlin z důvodu okusu zvěře a plísně makové.

(Kavalili 2003) popisuje insekticidní, fungicidní, repelentní a antifidantní účinky u rostliny kopřivy. Toto se potvrdilo i v našem pokusu. Varianta ošetřená výluhem z kopřivy dosahovala vysokého počtu rostlin při sklizni, který se rovnal variantě ošetřené Cruiserem OSR. Dále varianta výluhu z kopřivy dominovala ve výnosu makového semene společně s mořidlem Cruiser OSR. Je tedy zřejmé, že varianta výluhu z kopřivy poskytuje stejnou ochranu jako komerční přípravek Cruiser OSR.

(Hiiesaar 2009) popsal insekticidní účinky přípravku Neem Azal T/S, který se často využívá v ekologickém zemědělství proti hmyzu. Ošetření v tomto pokusu prokázalo, že varianty ošetřené Neem Azalem byly chráněny před škůdci, ale v porostech byla diagnostikována plíseň maková, která v průběhu vegetace ovlivnila úbytek rostlin, a tudíž i výnosu.

Nejvyššího počtu rostlin při sklizni měla varianta mořená přípravkem Cruiser OSR, tento přípravek dosáhl nejvyššího výnosu makového semene a poté následovala varianta ošetřená výluhem z kopřivy, která měla v průměru pouze o 4 kg/ha nižší výnos a tato varianta měla téměř stejného počtu rostlin při sklizni.

Přírodní látky použité v pokusech prokázaly pozitivní účinek v počtu vzešlých rostlin a výnosu, jelikož všechny varianty převyšovaly výsledky z neošetřené kontrolní varianty.

V pokusu založeném v laboratoři jsme sledovali, dynamiku růstu máku. Z výsledků můžeme potvrdit, že pomocné přípravky Agrovital a Lexin pozitivně ovlivňují vzcházející rostliny a snižují zátěž na vzcházející rostliny, což potvrzuje i (Procházka et al. 2015), jelikož v jeho pokusech o moření osiva sóji, Lexin vykazoval vyšší klíčivost semen. Nejlepších výsledků dosáhly varianty ošetřené výluhy z tymiánu, papriky, kopřivy a přípravek Neem Azal. Nejnižší dynamiku růstu měla nemořená kontrola společně s přípravkem Cruiser OSR.

Biologické přípravky snižují stresovou zátěž pro rostliny po jejich aplikaci, tento fakt potvrzuje (Řehoř et al. 2020), že rostliny chmelu otáčivého mají po aplikaci biologických přípravků vyšší relativní obsah chlorofylu v listech než po použití chemických přípravků používané v konvenčním zemědělství.

Výluhy z rostlin se mohou využívat na ochranu rostlin před chorobami a škůdci a nacházejí uplatnění v zemědělství, což popisuje i (Venzon et al. 2013).

Je nutno podotknout, že každý rok ovlivňuje jiné počasí. Rok 2021 provázelo během pokusů suché a chladné počasí, které ovlivnilo vzcházení a růst rostlin.

7 Závěr

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

Všechny tyto látky měly pozitivní vliv na vzcházení a dynamiku růstu rostlin. Všechny ošetřené varianty vykazovaly vyšší výnosy než u neošetřené kontroly. Výluh z kopřivy prokázal pozitivní vliv na osivo a dosáhl téměř stejného výnosu jako u varianty ošetřené Cruiserem OSR.

Pokus v laboratoři jsme založili z důvodu ověření dynamiky růstu v laboratorních podmínkách. Přírodní látky pozitivně ovlivňovaly vzcházení rostlin, jelikož počet rostlin převyšoval kontrolní varianty.

Je zřejmé, že se tyto látky mohou v následujících letech použít jako alternativní náhrada v ošetřování osiv, v důsledku neustálého omezování přípravků na ochranu rostlin. Při dalším studiu bych se chtěl dále zabývat touto problematikou, jelikož se jedná o zajímavý výzkum.

8 Literatura

Agromanual. 2022. Agrovital. Available from https://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_agrovital.pdf (accessed March 2022).

Agromanual. 2022. Lexin. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ostatni/pripravek/lexin> (accessed March 2022).

Agromanualshop. 2022. NeemAzal T/S 50 ml. Available from <https://agromanualshop.cz/neemazal-t-s-50ml/> (accessed March 2022).

Alberts AMP. 2004. Přírodní afrodiziaka. 1. české vydání. Nakladatelství Svojtka & Co. Praha.
Baranyk P, Balík J, Hájková M, Havel J, Kazda J, Lošák T, Málek B, Markytán P, Plachká E, Richter R, Soukup J, Stražil Z, Šaroun J, Škeřík J, Šmirous P, Štranc P, Volf M, Vrbovský V, Zehnálek P, Zelený V. 2010. Olejniny. Profí Press, Praha. 206.

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

Bechyně M. 1993. Základy pěstování máku. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze. (36):3-19.

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

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

Blazquez CH, Vidyarthi DA, Sheehan TD, Bennett MJ, McGrew GT. 1970. Effect of pinolene (beta-pinene polymer) on carbaryl foliar residues. *J. Agric. Food Chem.* 18 (4): 681.
DOI: <https://doi.org/10.1021/jf60170a042>.
Available from <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf60170a042> (accessed March 2022).

Boulogne I, Petit P, Ozier-Lafontaine H. 2012. Insecticidal and antifungal chemicals produced by plants: a review. *Environ Chem Lett.* (10): 325–347.

Brant V, Šmogger J, Čejka J, Kroulík M, Ryčl D, Kunte J. 2020. Pěstování máku setého s pomocnou plodinou. Kurent, s.r.o. České Budějovice. 32.

Carlin MG, Dean JR, Ames JM. 2020. Opium Alkaloids in Harvested and Thermally Processed Poppy Seeds. *Front. Chem.* **(8)**: 737. University of Turin, Italy. DOI: 10.3389/fchem.2020.00737. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2020.00737/full> (accessed March 2022).

Copping L, Duke S. 2007. Natural products that have been used commercially as crop protection agents. *Pest Management Science*. 63 **(6)**: 524-554. DOI: 10.1002/ps.1378. Available from (accessed March 2022).

Cosic J, Draženka J, Poštić J, Ravlić M, Vrandečić K. 2010. In vitro antifungal activity of essential oils on growth of phytopathogenic fungi. *Poljoprivreda*. 16 **(2)**: 26. Available from https://www.researchgate.net/publication/49591027_In_vitro_antifungal_activity_of_essential_oils_on_growth_of_phytopathogenic_fungi (accessed March 2022).

Česká zemědělská univerzita ©2019. 2019. Výzkumná stanice Červený Újezd – informace. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, ČZU v Praze. Available from <https://www.af.czu.cz/cs/r-6779-katedry-a-soucasti/r-8736-ostatni-pracoviste/r-8759-vyzkumna-stanice-cerven-y-ujezd> (accessed April 2022).

Di Vaio C, Cirillo A, Di Lorenzo R, Lisanti M. T, Pisciotto A, Villano C. 2020. Application of Anti-Transpirant to Control Sugar Accumulation in Grapes Berries and Alcohol Degree in Wines Obtained from Thinned and Unthinned Vines of cv. Falanghina (*Vitis vinifera* L.) *Agronomy Journal*. 10 **(3)**: 345. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10030345>. Available from <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/3/345> (accessed March 2022).

eKatalog BPEJ © VÚMOP v.v.i. 2019. eKatalog BPEJ. Available from <https://bpej.vumop.cz/41000> (accessed April 2022).

Fábry A, Bartoška J, Bechyně M, Janovec J, Kadlec T, Kosek Z, Kováčik A, Kohout V, Kutina J, Novák J, Malěj J, Pawlica R, Schreier J, Souček J, Sýkora L, Šedivý J, Škaloud V, Táborský V, Vašák J, Vincenc J, Voškeruša J, Zbuzek B, Zukalová H. 1992. Olejníny. Ministerstvo zemědělství. Praha. 419.

Fábry A, Schreier J, Šinský T, Škaloud V, Štaud J, Vašák J. 1990. Jarní olejníny. Mze ČR. České Budějovice. 78.

Frück C, Hebeisen T. 2005. Mohn als alternative Ölpflanze. *AGRARForschung* 12 **(1)**: 4-9. Agroscope FAL Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich.

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

Havel J. 2019. Integrovaná ochrana máku – Zakládání porostu, regulace plevelů a škůdců. Agromanual.cz. Oseva vývoj a výzkum, Opava. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/integrovana-ochrana-maku-zakladani-porostu-regulace-plevelu-a-skudcu#:~:text=Dal%C5%A1%C3%AD%20podm%C3%ADnkou%20pro%20bezpe%C4%8Dnou%20aplikaci,vznik%20fytototoxicity%20je%20zna%C4%8Dn%C4%9B%20nevypo%C4%8DitateIn%C3%BD>. (accessed March 2022).

Havel J. 2020. Zakládání porostů máku a možnosti regulace plevelů. Agromanual.cz. Oseva vývoj a výzkum, Opava. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/zakladani-porostu-maku-a-moznosti-regulace-plevelu#:~:text=Ozim%C3%BD%20m%C3%A1k%20vytv%C3%A1%C5%99%C3%AD%20v%C3%ADce%20zelen%C3%A9,Titan%2C%20Oz%2C%20Zeno%20Plus>. (accessed February 2022).

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

Hiiisaar K, Švilponis E, Metspalu L, Jõgar K, Mänd M, Luik A, Karise P. 2009. Influence of Neem-Azal T/S on feeding activity of Colorado Potato Beetles (*Leptinotarsa decemlineata* Say). *Agronomy Research*. (7): 251-256.

Honsová H, Satranský M, Cihlář P. 2022. Kvalita osiva máku a výnosy. Agromanual.cz. Praha. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/kvalita-osiva-maku-a-vynosy> (accessed April).

Honsová H. 2021. Dny pro mák opět úspěšné. Agromanual.cz. Praha. (8): 70-71.

Hudak R. 2005. Kräuter. Gräfe und Unzer Verlag GmbH, München. 114.

Hůla J, Procházková B. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press s.r.o. Praha.

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

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

Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. Biologie a regulace plevelů. Kurent s.r.o. České Budějovice. 102-103.

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

- Kamkar B, Al-Alahmadi MJ, Mahdavi-Damghani A, Villalobos FJ. 2012. Quantification of the cardinal temperatures and thermal time requirement of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds to germinate using non-linear regression models. *Industrial Crops and Products*. **35(1)**:192-198.
- Kapoor L, D. 1995. *Opium poppy: botany, chemistry and pharmacology*. The Haworth Press inc. NY, USA. 66, 118-153.
- Kavalali GM. 2003. *Urtica: therapeutic and nutritional aspects of stinging nettles*. New York.
- Korbelář J, Endris Z. 1973. *Naše rostliny v lékařství*. 1. vydání. Státní zdravotnické nakladatelství. Praha.
- Köppl P. 2018. Mohn-sommer und winter (*Papaver somniferum*). Referat Ackerbau und Alternativen Pflanzenschutz. Landwirtschaftskammer Oberösterreich.
- Kuchtová P, Dvořák P. 2013. Vliv ošetření osiva na výnos ekologického máku a zkušenosti pěstování v ekologickém zemědělství. *Česká zemědělská univerzita v Praze*. 52–56.
- Lošák T. 2012. *Kompletní poznatky k výživě a hnojení máku*. Agronomická fakulta, MENDELU, Brno.
- Masanori T, Hiroshi E. 2007. Using capsaicin as a less toxic insecticide. *Combined proceedings international plant propagators society*. 57. 728-734.
- Mikšík V. 2021. Český modrý mák byl povýšen do stavu rytířského. Available from <https://ceskymodrymak.cz/cs/cesky-modry-mak-byl-povysen-do-stavu-rytirskeho/3123> (accessed April 2022).
- Mikulka J. 2014. *Plevele polních plodin*. Profi Press s.r.o. Praha. 138.
- Novák J, Nováková H. 2018. *Mák jako potravina a droga*. Aventinum s.r.o. Praha. 7-68.
- Novák J, Skalický M. 2009. *Botanika*. Poweprint. Praha. 203-205.
- Pavela R. 2020. *Přírodní cestou nejen proti chorobám a škůdcům*. Kurent s.r.o. České Budějovice. 85, 108.
- Pavela R, Vrchotová N, Tříška J. 2009. Mosquitocidal activities of thyme oils (*Thymus vulgaris* L.) against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology research*. **105(5)**: 1365.
- Pinke G, Pál RW, Tóth K, Karácsony P, Czúcz B, Botta-Dukát Z. 2011. Weed vegetation of poppy (*Papaver somniferum*) fields in Hungary: effects of management and environmental factors on species composition. *Weed Research*. 51 (6): 621-630.

Procházka P, Řehoř J, Vostřel J, Fraňková A. 2021. Využití přírodních látek s antifungální aktivitou při produkci chmele. Agromanual.cz. Česká zemědělská univerzita v Praze. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/vyuziti-prirodnich-latek-s-antifungalni-aktivitou-pri-produkci-chmele#:~:text=Jako%20p%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD%20l%C3%A1tky%20s%20antifung%C3%A1ln%C3%ADm,pou%C5%BE%C3%ADvan%C3%BDch%20p%C5%99%C3%ADpravk%C5%AF%20pro%20fungicidn%C3%AD%20ochranu.> (accessed March 2022).

Procházka P, Štranc P, Pazderů K, Štranc J, Jedličková M. 2015. The possibilities of increasing the production abilities of soya vegetation by seed treatment with biologically active compounds. *Plant Soil Environ.* **61**: 279-284.

Procházka P, Štranc P, Pazderů K, Štranc J, Vostřel J. 2017. Effects of biologically active substances used in soybean seed treatment on oil, protein and fibre content of harvested seeds. *Plant Soil Environ.* **63 (12)**: 564-568.

Procházka P, Štranc P, Pazderů K, Vostřel J, Brinar J, Křováček J, Řehoř J. 2019. The influence of effective soybean seed treatment on root biomass formation and seed production. *Plant Soil Environ.* **65 (12)**: 588-593.

Pšenička P, Vašák J, Cihlár P. 2006. Vliv moření osiva na produktivitu jarního máku. Sborník z konference „Prosperující olejnin“, 13-14.12.2006. Available from http://konference.agrobiologie.cz/2006-12-13/19_psenicka_vasak_cihlar_czu.pdf (accessed March 2022).

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

Satranský M. Vliv ošetření osiva na strukturu porostu a výnos máku setého. 2021. Sborník odborných seminářů „Mák v roce 2021“. 20 Makový občasník. ČZU v Praze.

Satranský M, Cihlár P. 2021. Zakládání porostů jarního máku. Agromanual.cz. Česká zemědělská univerzita v Praze. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/zakladani-porostu-jarniho-maku> (accessed February 2022).

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

Singh D. 2014. *Advances in Plant Biopesticides.* Singh, Dwijendra. *Advances in Plant Biopesticides.* Springer India. New Delhi. 92-93.

Suntres ZE, Coccimiglio J, Alipour M. 2013. The Bioactivity and Toxicological Actions of Carvacrol. Informa UK Limited, London. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.653458>. Available from https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2011.653458?casa_token=somPQKw1LYYAAAAA:G0ONCvAnPwXZg1JqkmJJsy1-o90xsBYc7UtWE3z0BU2QUyoBiXW38KssJUDLf0axEGE0n1YrnohC (accessed March 2022).

Šabatka J. 2014. Zpracování půdy pro mák. Labris s.r.o. Dobré.

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

Thompson H, Coulson M, Ruddle M, Wilkins S, Harrington P, Harkin S. 2016. Monitoring the effects of thiamethoxam applied as a seed treatment to winter oilseed rape on the development of bumblebee (*Bombus terrestris*) colonies. *Science of Chemical Industry*. **(72)**: 1737–1742. DOI: [DOI 10.1002/ps.4202](https://doi.org/10.1002/ps.4202). Available from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ps.4202> (accessed March 2022).

Valíček P. 2017. Koření a jeho léčivé účinky. Start, Benešov. 46, 55.

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press s.r.o. Praha. 192-193.

Vašák J, Bečvář J, Bechyně M, Bittner V, Cihlár P, Dobos G, Doležalová J, Fejer J, Fišer F, Gajdaš VD, Havel J, Hřivna L, Kabíček J, Kántor Z, Klem K, Kosek Z, Kuchtová P, Lohr V, Lošák T, Majdanová J, Matyková E, Michalíček J, Morbacher J, Mottl V, Novák J, Novák J, Poláčková J, Prokinová E, Pšenička P, Rotrekl J, Roubal T, Richter R, Sehnal V, Šedivý J, Šimek P, Škarpa P, Vlk R, Walkowski T, Zehnálek P, Zukalová H. 2010. Mák. Powerprint s.r.o. Praha. 352.

Venzon M, Krüger RF, Soto A, Tuelher ES, Bonomo IS, Fadini M.A.M, Fonseca M.Ch.M. 2013. Toxicity of organic farming-compatible products to the coffee leaf miner. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. **48 (3)**: 241-248.

