



Fakulta zemědělská  
a technologická  
Faculty of Agriculture  
and Technology

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra rostlinné výroby

## Diplomová práce

Vliv způsobu setí na produkční parametry jarního máku

Autor práce: Bc. Petr Rothbauer

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

Konzultant práce: Ing. Markéta Jarošová

České Budějovice

2023

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce porovnává vliv odlišných způsobů setí máku na jeho produkční a kvalitativní parametry. Vyhodnocení probíhalo na základě literární rešerše a provozního pokusu, kde byla odlišnými způsoby zaseta jarní odrůda máku MS Harlekýn. Finální výsledky neprokázaly významný rozdíl v parametrech máku mezi způsobem setím se zavlačovači a bez zavlačovačů. Mák zasety způsobem se zavlačovači dosáhl reálného výnosu 1,34 t/ha, mák zasety způsobem bez zavlačovačů dosáhl reálného výnosu 1,12 t/ha. V závěru jsou shrnuty poznatky a doporučení na základě výsledků pokusu.

**Klíčová slova:** mák setý, pěstování, výnos, kvalita, setí máku, MS Harlekýn

## **Abstract**

This diploma thesis compares the influence of different methods of poppy seeding on its production and quality parameters. The evaluation was based on a literature search and an operational trial, where the spring poppy variety MS Harlekýn was sown in different ways. The final results did not show a significant difference in poppy parameters between sowing with harrows and without harrows. Poppy sown with harrows achieved a real yield of 1.34 t/ha, poppy sown without harrows achieved a real yield of 1.12 t/ha. In the conclusion, findings and recommendations based on the results of the experiment are summarized.

**Key words:** poppy seed, cultivation, yield, quality, poppy seeding, MS Harlekýn

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému školiteli doc. Ing. Janu Bártovi, Ph.D. za vedení a ochotu při zpracovávání diplomové práce. Dále bych rád poděkoval konzultantce své diplomové práce Ing. Markétě Jarošové za cenné rady a připomínky, které mi v průběhu zpracování této práce poskytla. Poděkování také patří majiteli pozemků, na kterých byl pokus prováděn.

# Obsah

1 Úvod.....	7
2 Literární přehled.....	8
2.1 Mák setý.....	8
2.1.1 Historie pěstování máku setého .....	8
2.1.2 Biologická a morfologická charakteristika máku setého .....	8
2.1.3 Vývojové fáze rostliny máku setého .....	9
2.1.4 Ideotyp máku setého .....	12
2.1.5 Typy a odrůdy máku setého .....	14
2.2 Agrotechnika máku setého .....	17
2.2.1 Osivo máku a jeho úprava.....	17
2.2.2 Výživa a hnojení máku.....	18
2.2.3 Plevel, škůdci a choroby máku setého.....	19
2.3 Způsoby zakládání porostu máku setého .....	22
2.3.1 Příprava půdy .....	22
2.3.2 Setí máku setého .....	24
3 Cíl práce .....	30
4 Materiál a metodika.....	31
4. 1 Metodika výzkumu.....	31
4.1.1 Charakteristika sledované jarní odrůdy MS Harlekýn .....	32
4. 2 Průběh pokusu.....	32
4. 2. 1 Půdně – klimatická charakteristika oblasti.....	32
4. 2. 2 Ošetřování během vegetace.....	33
4. 2. 3 Postup při hodnocení výnosových prvků .....	40
5 Výsledky .....	44
5.1 Sledování během vegetace .....	44

5.1.1	Nástup jednotlivých růstových fází.....	44
5.1.2	Zaplevelení a zdravotní stav rostlin .....	47
5.1.3	Hustota porostu (počet rostlin na m <sup>2</sup> ).....	54
5.1.4	Počet tobolek na rostlině .....	55
5.1.5	Výška rostlin .....	56
5.1.6	Rozsah větvení .....	57
5.2	Posklizňové rozbory vzorků máku.....	58
5.2.1	Počet semen v tobolce .....	58
5.2.2	Hmotnost semen v jedné tobolce .....	59
5.2.3	HTS .....	60
5.2.4	Teoretický výnos .....	61
5.2.5	Výnos semen (reálný) .....	62
5.2.6	Obsah tuku v sušině a obsah sušiny .....	63
5.2.7	Obsah dusíkatých látek (NL) v sušině .....	65
6	Diskuse.....	67
7	Závěr .....	70
	Přehled použité literatury a zdrojů .....	71
	Seznam obrázků .....	77
	Seznam fotografií.....	78
	Seznam tabulek .....	80
	Seznam grafů.....	81
	Seznam použitých zkratk.....	82

# 1 Úvod

Česká republika (ČR) dlouhodobě zaujímá první místo na světě v produkci potravinářského máku. Roční průměrná sklizeň této komodity v Česku dlouhodobě činí 27 tisíc tun, z čehož se 85 % vyváží. Velkými odběrateli máku jsou země východní Evropy, zejména Rusko a Ukrajina, dalšími významnými odběrateli jsou Kazachstán, Pobaltí a Bělorusko (Přibík, 2019). V roce 2022 se nejvíce českého potravinářského máku vyvezlo do Polska, Ruska a Rakouska (Honsová, 2022).

V posledním roce došlo v ČR ke snížení ploch osetých mákem o jednu čtvrtinu. Hlavní příčinou tohoto poklesu bylo zvýšení cen hnojiv a postřiků, ale také velký nárůst výkupních cen řepky a obilovin. Z tohoto důvodu zemědělci zvolili pěstování méně rizikových plodin, než je mák (Honsová, 2022).

Rizikovost pěstování máku setého spočívá hlavně v malé velikosti semen. Drobné semeno máku je třeba zasít velmi mělce do kvalitně připravené půdy, kde bude/aby byla zajištěna ochrana před vyschnutím, ale zároveň se předejde i vzniku půdního škraloupu.

Technologiemi pěstování máku jsem se zabýval již ve své bakalářské práci, v níž jsem porovnával rozdíly mezi pěstováním jarních a ozimých odrůd máku setého – hodnotil jsem nástup jednotlivých růstových fází, hustotu porostu, zaplevelení a zdravotní stav rostlin, výšku rostlin, počet tobolek na rostlině a rozsah větvení. Dále jsem provedl posklizňové rozbory vzorků máků a stanovil jsem počet semen v tobolce, hmotnost semen v jedné tobolce, hmotnost tisíce semen (HTS), teoretický výnos, reálný výnos semen, obsah tuku a obsah dusíkatých látek v sušině.

V této práci jsem se zaměřil na klíčovou problematiku zakládání porostu máku, která má velký vliv na úspěšnost vzcházení a budoucí stav porostu a s ním související kvalitu a výnos semen. Cílem této práce bylo zhodnocení vlivu rozdílné techniky setí máku setého jarního. Konkrétně byl porovnáván efekt setí máku do hrůbků secím strojem vybaveným zavlačovači s efektem setí máku bez zavlačovačů.

## 2 Literární přehled

### 2.1 Mák setý

#### 2.1.1 Historie pěstování máku setého

Mák setý má v Českých zemích dlouholetou tradici. Nejprve se pěstoval na hnojem hnojených půdách jako okopanina v řádcích s roztečí 45 cm. Takto zaseté rostliny se ručně jednotily, plely a v období sklizně se podle zralosti postupně sklízely. Teprve v sedmdesátých letech 20. století se mák setý na našem území začal pěstovat v řádcích s roztečí 12,5-25,0 cm bez nutnosti jednocení. V tomto období se již na likvidaci plevelů používaly herbicidy a sklizeň probíhala pomocí sklízecích mlátiček.

Ze semen máku se dříve běžně lisoval olej, který měl sladkou chuť a výrazné aroma. Tento olej sloužil jako náhrada olivového oleje. V dnešní době se semena máku využívají převážně jako pochutina v potravinářském průmyslu (Vašák et al., 2010).

#### 2.1.2 Biologická a morfologická charakteristika máku setého

Mák setý je jednoletá bylina, která patří do čeledi *Papaveraceae* (makovité). Tato rostlina dorůstá délky 30–180 cm. **Kořenová soustava** je kulovitého tvaru s menšími postranními kořeny. Z postranních kořenů vyrůstá mělce pod povrchem půdy síť jemných vlásečnicových kořínků (Baranyk et al., 2010).

**Lodyha** je lysá nebo řídce štětinatě chlupatá s možností větvení. **Listy** jsou ostře a mělce dělené. Dále se podle umístění na stonku odlišují listy spodní, střední a horní. Povrch listu chrání jemná vosková vrstvička. **Květ** máku je pravidelný oboupohlavní se čtyřmi korunními a dvěma kališními lístky. Květ obsahuje velké množství tyčinek a srostlých plodolistů (Martínková, 2021, Vašák et al., 2010).

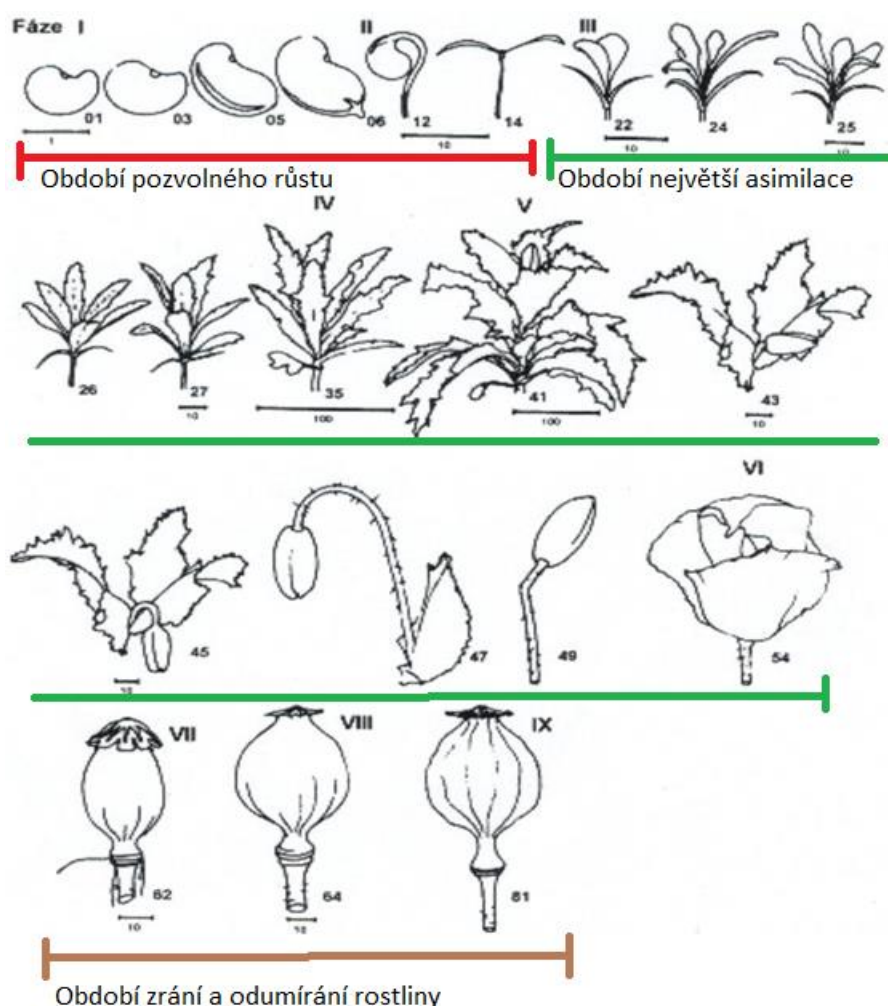
**Plodem** máku je tobolka (makovice) obsahující drobná semena ledvinovitého tvaru (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010). Tobolka je ke stonku připojena kolénkem. Její tvar je ovlivněn odrůdou máku, agrotechnikou a vlivem podmínek prostředí. Uvnitř tobolky jsou lamely, na které přisedají semena. V tobolce je obsaženo velké množství alkaloidů. Vrchol tobolky se nazývá korunka, pod níž se nacházejí štěrbiny. Tyto štěrbiny mohou být uzavřené, polootevřené nebo otevřené. Podle těchto otvorů se rozlišuje mák hled'ák (velké otvory – nežádoucí kvůli propadu semen) a slepák (nemá štěrbiny pod korunkou) (Baranyk et al., 2010, Český modrý mák, 2019).



**Semena** máku jsou ledvinovitého tvaru s HTS okolo 0,5 g. Barva je nejčastěji modrá. Velikost se pohybuje okolo 1,0–1,5 mm. Mají rozbrázděný povrch což přispívá k lepšímu ulpění mořidel. Semena jsou náchylná na vysychání a mechanické poškození. Obsah oleje v semenech se pohybuje kolem 28–53 % (Vašák et al., 2010, Brozan a Temelli, 2008).






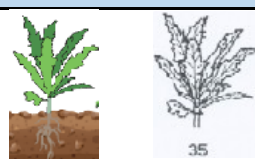
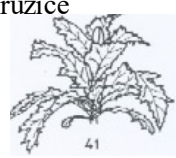


### 2.1.3 Vývojové fáze rostliny máku setého

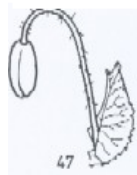


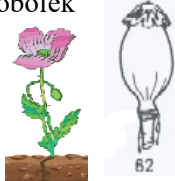


Vegetační doba máku setého na jaře je 120–135 dnů. K přesnému stanovení vývojových fází se využívá makrofenologická stupnice (viz Tab. č. 1, Obr. č. 1) pro mák, kde jsou vidět jednotlivé růstové fáze (Wójtowicz, 2009).



Obrázek 1: Makrofenologická stupnice máku setého (Bechyně a Novák, 1987)

Tabulka 1: Makrofenologická stupnice pro mák setý (Bechyně, 1987, Vašák et al., 2010, Veselá, 2018)

Kód BBCH	Název růstové fáze	
<b>1. fáze Klíčení</b>		
01	Suché semeno	
02	Nabobtnalé semeno	
03	Prasknutí osemení	
06	Vyrašení zárodečního kořínku ze semene	
<b>2. fáze Vzcházení</b>		
12	Objevení hypokotylu se složenými dělohami na povrchu půdy	
14	Dělohy vidlicovitě rozevřeny	
<b>3. fáze Vytváření prvních pravých listů</b>		
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	
<b>4. fáze Přízemní listová růžice</b>		
35	Fáze růžice	
<b>5. fáze Stonkování a butonizace</b>		
41	Objevení mladého poupěte na krátkém stonku mezi listy přízemní růžice	
43	Stoněk s poupětem je kratší než listy přízemní růžice	
45	Fáze mladého poupěte - převislé poupě na stonku nepřevyšuje horní lodvžní listy	

47	Stonek s převislým poupětem převyšuje všechny listy	
49	Plná butonizace, květní stopka přímá, poupě vzpřímené	
6. fáze	<b>Kvetení</b>	
52	Začátek kvetení - 10 % rostlin kvete	
54	Plné kvetení	
56	Odkvět - 90 % květů odkvetlých	
7. fáze	<b>Vývoj tobolky - zelená zralost</b>	
62	Fáze mladé tobolky - dosažení konečné velikosti a tvaru u 10 % tobolek	
64	Zelená zralost- většina tobolek plně vyvinuta	
8. fáze	<b>Zrání tobolky - žlutá zralost</b>	
72	Začátek zrání - žloutnutí tobolky	
74	Vysychání a zrání tobolky	
76	Dozrávání tobolky a semen - tobolka kožovité konzistence	
9. fáze	<b>Plná zralost tobolky a semen</b>	
81	Plná zralost tobolky a semen	
10. fáze	<b>Dormance semen</b>	
91	Dormance semen	
93	Ztráta dormance semen	

### 2.1.4 Ideotyp máku setého

Pojem ideotyp je označení rostliny, jež má ideální parametry a vlastnosti. Cílem každého pěstitele je vypěstovat takový porost, který se bude co nejvíce přibližovat danému ideotypu. Se zřetelem na hospodářský výnos byl pro mák stanoven následující ideotyp (Bechyně a Novák, 1987, Bechyně et al., 2010, Vašák et al., 2010)

**Tabulka 2: Ideotyp máku setého (Bechyně a Novák, 1987, Bechyně et al., 2010, Vašák et al., 2010)**

Znak	Hodnoty znaků ideotypu dle Bechyně a Novák (1987) a Bechyně et al. (2010)	Hodnoty znaků ideotypu dle Vašák et al. (2010)
Počet tobolek na 1 rostlině	1–2	1–2
Počet semen v 1 tobolce	4500–6000	5000–6000
HTS	0,8 g (většinou 0,55 g)	nad 0,55 g
Hmotnost semen v 1 tobolce	4,0–4,5 g	2,2–2,5 g
Obsah morfinu	0,80 % v sušině tobolky	10–12 kg/ha
Hmotnost odsemeněné tobolky	2,5 g	
Barva semene	modrá	
Obsah oleje	50 % v sušině semena	1,2–1,4 t/ha
Délka hlavního kořene	0,65–0,70 m	0,8–1,0 m
Výška rostliny	0,70–0,75 m	0,9–1,0 m
Počet větví na 1 rostlině	0–1 ks	0–1 ks
Síla stonku na bázi	16–18 mm	16–20 mm
Délka poupěte	40–45 mm	
Hmotnost tobolky se semeny	6,5–7,0 g	4,5–5,5 g
Délka tobolky (bez krčku)	50–55 mm	
Tloušťka stěny tobolky (v době plné zralosti)	0,70–0,75 mm	
Hmotnostní využití tobolky (podíl semene na hmotnosti plné tobolky)	65 %	

Velikostní stupeň tobolky	45–50 mm	
Objem tobolky	35 cm <sup>3</sup>	
Vnitřní obsah tobolky	20–25 cm <sup>3</sup>	
Využití vnitřního prostoru (obsahu) tobolky	60 %	
Využití plochy lamel tobolky	80–85 %	
Tvar tobolky	kulovitý	
Zbarvení tobolky v době plné zralosti	žlutohnědé	
Ojínění – voskový povlak tobolky (10–14 dní po odkvětu)	silné	
Otevírání tobolky	typ slepák	
Počet paprsků bliznového terče	14–16	
Tvar bliznového terče	konvexní „střechovitý“	
Velikost semene	1,40 mm	
Celkový obsah alkaloidů v sušině tobolky (v době plné zralosti)	1,20–1,40 %	
Nepoléhavost a odolnost proti vyvracení	ovlivňováno: výškou rostliny, tloušťkou a větvením stonku, výškou větvením a délkou jednotlivých větví	
Odolnost proti nejběžnějším chorobám a škůdcům	<i>Peronospora arborescens</i> , <i>Pleospora calvescens</i>	
Počet rostlin na jednotce plochy	65 ks/m <sup>2</sup>	
Výškový rozdíl v nasazení tobolek	60 mm	
Počet tobolek na jednotce plochy	65–100 ks/m <sup>2</sup>	

Za ideální počet rostlin máku na 1 m<sup>2</sup> v raných stádiích vývoje považujeme 70–120 rostlin, v období sklizně se na tuto plochu jako optimální ukazuje 60–90 rostlin (Vlk et al., 2009). Pro větší výnos preferujeme hustší porosty obsahující až 100 rostlin

na m<sup>2</sup>, což znamená 65–70 rostlin před sklizní. V hustším porostu se rostliny příliš nevětví, dříve dozrávají a omezují tím sklizňové ztráty (Vašák et al., 2010).

Z velikosti tobolek jsou nejžádanější velké až středně velké, z důvodu vysokého počtu kvalitních semen (Moudrý, 2023). Nejvíce kvalitní semena obsahují tobolky, které mají široce oválný nebo kulovitý tvar. Úzké tobolky jsou nežádoucí z důvodu malého množství lamel, jež nejsou osazeny potřebným počtem semen. Nadměrný počet lamel v tobolce je také nežádoucí. Hlavním problémem velkého množství lamel je vyvinutí značného objemu, avšak malých nekvalitních semen. Optimální počet lamel je 12–14 na jednu tobolku.

Ideální HTS by se měla pohybovat okolo 0,7–0,8 g, avšak nejčastější průměr je okolo 0,55 g. Jako velmi dobrý výnos se považuje porost, z něhož z 1 ha sklídíme 2,0–2,2 t semen, 1,2 t oleje a 10–12 kg morfinu (Vašák et al., 2010).

Semena máku obsahují olej v rozmezí od 28–50 % (Vašák et al., 2010). Autoři Bozan a Temelli (2008) udávají obsah oleje v semenech máku 49,2–50,6 %, Srinivas a Narasinga (1981) udávají olejnatost 46,2–49,4 %. V roce 2006 prováděli Özcan a Atalay (2006) pokus, při kterém naměřili obsah oleje v semenech máku různých odrůd v rozmezí 32–45,5 %.

Olej získaný ze semen máku je linolového typu s obsahem 70 % kyseliny linolové, 15 % kyseliny olejové a 10 % kyseliny palmitové. Podíl těchto kyselin určuje kvalitu oleje a jeho využití (Vašák et al., 2010, Dąbrowski et al., 2020, Erinç et al. 2009).

### **2.1.5 Typy a odrůdy máku setého**

#### **Typy máku**

Dle využití rozdělujeme mák na: potravinářský, průmyslový, opiový a okrasný. Do potravinářského máku řadíme odrůdy olejného a semenného typu, které mají slabě vyvinuté cévní svazky, nízký obsah latexu a minimum alkaloidů. Naopak je žádoucí vysoký obsah dusíkatých látek, oleje, charakteristická maková chuť a vůně. Průmyslové odrůdy máku pěstujeme především pro farmaceutický průmysl. Tento typ cíleně pěstujeme pro jeho makovinu, která obsahuje vysoké množství alkaloidů, především morfinu. Semena z tohoto typu máku se nevyužívají pro potravinářské účely, protože vyšší množství alkaloidů, které obsahují, způsobuje nepříjemný pach. Opiové máky se pěstují především v Asii, kde jsou nelegálně využívány pro produkci opia. Mají výborně vyvinuté cévní svazky, jejichž mléčnice produkují latex s vysokým

obsahem alkaloidů. Pro dekorativní účely se pěstují okrasné typy máků s typickým okrasným květem (Český modrý mák, 2019, Havel, 2020).

Dle termínu setí rozlišujeme máky jarní a ozimé. V ČR se převážně pěstují jarní typy máku (90 %). Ozimé odrůdy se z důvodu většího rizika, především vymrzání, pěstují pouze na 10 % plochy oseté mákem. Tyto odrůdy se vyznačují mléčnými skvrnami na bohatě ochlupených mladých listech (Český modrý mák, 2019, Havel, 2020).

Dle obsahu alkaloidů rozlišujeme máky s nízkým, středním a vysokým obsahem morfinu v makovině. Máky s nízkým obsahem morfinu v makovině (do 0,3 %) nelze využít ve farmaceutickém průmyslu. Tyto odrůdy byly vyšlechtěny hlavně z důvodu téměř nulového rizika zneužití pro nelegální výrobu opia. Semeno tohoto typu máku se využívá v potravinářském průmyslu. Střední obsah morfinu (0,3–0,8 %) v makovině obsahuje většina našich běžně pěstovaných odrůd, které jsou rovněž určeny pro potravinářský průmysl. Máky s vyšším obsahem morfinu v makovině (1,0–1,5 %) se pěstují pro průmyslové využití. Okrajově se zde pěstují odrůdy máku s odlišným složením alkaloidů, například thebainové máky.

Podle barvy květu rozeznáváme máky kvetoucí bíle, růžově, červeně a fialově. Barva květu je ovlivněna odrůdou. Bíle kvetou např. odrůdy Harlekýn, Major, Maraton, Aplaus a Onyx. Růžově kvete odrůda Albín, červeně odrůda Mieszko a fialově ozimá odrůda Zeno 2002.

Dále se typy máku odlišují barvou semene. U nás se nejběžněji pěstují modrosemenné odrůdy máku, z důvodu výborné chuti a typické makové vůně. Další odrůdy jsou: bělosemenné, žlutosemenné, šedosemenné, růžovosemenné, fialovosemenné, hnědosemenné a černosemenné (Facchini et al., 2007, Český modrý mák, 2019).

## **Odrůdy máku setého pěstované v ČR**

### **Modrosemenné odrůdy ozimé (přesívkové)**

#### Oz, Titan, Zeno Plus

Oz je středně raná odrůda, která byla registrována v roce 2017. Titan je polopozdní odrůda registrovaná v roce 2019 a Zeno Plus je středně raná odrůda registrovaná v roce 2011. Všechny odrůdy jsou určeny pro produkci semene pro potravinářské účely.

Obsah morfinu v makovině je nízký a obsah oleje v semenech je vysoký. Odrůdy se vyznačují vyšší odolností k nižším teplotám (Zehnálek, 2021).

### **Modrosemenné odrůdy**

#### Orfeus

Tato odrůda byla registrována v roce 2009. Vyznačuje se poměrně vysokým stabilním výnosem. Rostliny této odrůdy díky nižšímu vzrůstu dobře odolávají poléhání, mají dobrou odolnost vůči významným chorobám máku a makovice jsou převážně typu slepák (Vrbovský et al., 2009).

#### Aplaus, Bergam, Maratón

Odrůda Aplaus byla registrována v roce 2014, odrůdy Bergam a Maraton v roce 2015. Jsou to odrůdy se středně vysokým obsahem morfinu, jejichž semena se využívají pro potravinářské účely a makovina pro farmaceutický průmysl. Rostliny jsou středně rané, středně vysoké a mají malý výskyt hledáků. Obsah oleje v semenech a morfinu v makovině je středně vysoký. Odolnost poléhání těchto odrůd je středně vysoká až vysoká.

#### Onyx, Opex

Odrůda Onyx byla registrována v roce 2016, odrůda Opex v roce 2015. Obě odrůdy se vyznačují středně vysokým obsahem oleje v semenech a středně vysokým až vysokým obsahem morfinu v makovině. Rostliny odrůdy Onyx jsou nižšího až středně vysokého vzrůstu, rostliny odrůdy Opex jsou středně vysoké. Obě odrůdy jsou typu slepák (Zehnálek, 2021).

#### MS Harlekýn

Tato slovenská modrosemenná odrůda byla registrována v roce 2018. Rostliny jsou středně rané. Semena mají středně vysoký obsah oleje a makovina obsahuje střední až vysoký obsah morfinu. Odrůda je primárně určená pro produkci semen k potravinářskému využití. Rostliny jsou na listech méně až středně odolné a na tobolkách středně odolné proti napadení pleosporovou hnědou skvrnitostí máku. Odolnost proti plísni máku je střední až vyšší. Makovice jsou typu slepák s nízkým



výskytem hled'áků. HTS je středně vysoká až vysoká. Odrůda se vyznačují vysokou odolností proti polehání (Zehnálek, 2018).

### **Bělosemenné odrůdy**

#### Orel, Racek

Odrůdy byly registrované v roce 2008. Makovina obsahuje nízký až středně vysoký obsah morfinu. Jsou to středně rané odrůdy určené pro produkci semene pro potravinářství. Rostliny jsou středně vysoké až vysoké se středně vysokou až vysokou odolností proti polehání. Výskyt otvorů pod korunkou makovice je nízký až středně vysoký. Předností těchto odrůd je bílé semeno, které má vysoký obsah oleje a oproti modrému jiné chuťové vlastnosti (oříšková příchuť) (Kameníková, Vrbovský, 2009).

### **Okrovosemenné odrůdy**

#### Redy

Odrůda byla registrována v roce 2008. Semeno má vysoký obsah oleje a oříškovou příchuť. Je to raná středně vysoká rostlina se střední odolností proti polehání. Výskyt hled'áků je nízký až středně vysoký (Zehnálek, 2021).

## **2.2 Agrotechnika máku setého**

### **2.2.1 Osivo máku a jeho úprava**

Vlivem intenzifikace výroby a pěstování monokultur se zvyšuje výskyt patogenních organismů, které snižují kvalitu a výnos pěstovaných rostlin. Část těchto nežádoucích organismů napadá osivo pěstovaných plodin a tím výrazně zhoršuje klíčení, vzcházení a následující vývoj rostlin. Z tohoto důvodu je velice důležité před setím osivo kvalitně ošetřit, protože jen kvalitní a zdravé osivo má předpoklad vysokých výnosů semen požadované kvality (Satranský, 2020, Pšenička et al., 2006).

#### Moření

Moření je nejrozšířenější způsob ošetření osiva. Z chorob, které se přenášejí osivem je nejvýznamnější plíseň maková a helmintosporiíza máku. Nejvýznamnější škůdce přenosný osivem je krytonosec kořenový. Nejčastější a prakticky jediný používaný přípravek k moření osiva máku je Cruiser OSR. Tento přípravek obsahuje fungicidní a insekticidní složku a je zařazen do pesticidů třídy neonikotinoidů. Používání této třídy pesticidů bylo ovšem v roce 2018 zakázáno a od roku 2019 je možnost využívat

tohoto mořidla pouze na výjimku Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ) (Venclová, 2022).

### Kalibrace

Osivo máku se kalibruje pomocí pneumatického třídícího stolu. Cílem je vytřídit semena s vyšší HTS, která vykazují lepší vzcházivost a klíčivost. Kalibrace funguje na principu odlišné měrné hmotnosti semen.

### Termická dezinfekce

Tento způsob ošetření osiva se nejvíce využívá v ekologickém zemědělství. Principem je ponoření osiva do vody o teplotě 50 °C a jeho následné vysušení. (Pšenička et al., 2009, Satranský, 2020).

## **2.2.2 Výživa a hnojení máku**

Mák na výnos jedné tuny semene spotřebuje přibližně 26 kg fosforu, 90 kg draslíku, 70 kg dusíku, 15 kg hořčíku, 79 kg vápníku, 0,11 kg bóru, 2 kg zinku, 0,34 kg manganu a 18 kg síry. Aby do půdy bylo aplikováno dostatečné množství živin, počítáme dávku hnojiv na výnos dvou tun semen máku. Hnojení organickým hnojem se u máku příliš nedoporučuje, z důvodu rizika přenosu plevelů a s tím spojené obtížné likvidace plevelů v porostech máku. Vápnění máku probíhá na podzim s cílem udržet půdní reakce mezi 6,2–6,3. Aplikace fosforu, draslíku a hořčíku provádíme na jaře před setím nebo při podzimním zpracování půdy.

Před vytvořením hlavního kulovitého kořene, má rostlina máku malou osvojovací schopnost na živiny, proto je v této fázi velice důležité zajistit dostatek přístupných živin. Ve fázi DC 25 (3–4 páry listů) má mák vysoké nároky na vápník, draslík a dusík. Ve fázi DC 27–35 dochází k razantnímu nárůstu hmotnosti sušiny a největšímu odběru dusíku, fosforu a draslíku. Ke zvyšování obsahu síry, hořčíku a zinku dochází ve fázi listové růžice (DC 35). Maximální spotřeba hořčíku a síry nastává ve fázi stonkování až butonizace (DC 41–49). Fáze DC 35–41 je z hlediska výživného stavu a tvorby výnosotvorných prvků rozhodující pro tvorbu výnosu semene (Lošák 2023, Lošák, Dostál 2016).

### 2.2.3 Plevelle, škůdci a choroby máku setého

#### Ochrana proti plevelům

Z vytrvalých plevelů jsou v máku nejproblematictější pcháč oset a pýr plazivý. Z jednoletých plevelů dělají zemědělcům problémy laskavce, merlíky, mák vlčí, svízel přítula, řepka olejka a heřmánkovité plevelle. Ochrana máku se provádí převážně chemickými herbicidy, které máme možnost aplikovat preemergentně a postemergentně (ÚKZÚZ, 2023).

Preemergentní aplikace má v oblasti ochrany máku velký význam. Kvalitně provedené ošetření pozemku proti plevelům před vzejitím může plevelle zcela zničit a pozdější ochrana už se nemusí provádět. Vynecháním preemergentní aplikace herbicidů se riskuje, že ošetření porostu nebude dostatečné, protože je vysoká pravděpodobnost, že v pozdějších termínech nebude aplikace kvůli velkým srážkám možná a plevelle odrostou. Naopak v případě sucha nemusí být preemergentní aplikace vůbec účinná, a potom nezbývá nic jiného než doufat v úspěch postemergentní aplikace.

K preemergentnímu ošetření porostu máku jsou nejčastěji využívány herbicidy: Spade Flexx, Merlin, přípravky na bázi chlorotoluronu (např. Lentipur), přípravek na bázi clomazonu (např. Command 36 SC) a herbicid Callisto 480 SC nebo 100 SC. K postemergentní aplikaci se používají herbicidy Tomahawk 250, Callisto 480 (tembotrione), Starane, Syncuran 80 DP, Laudis OD (mesotrione) a Lentipur 500 W. Přípravek Tomahawk 250 je účinný proti výskytu pohanky svlačcové, svízelnů a rdesen. Tento herbicid se běžně používá v kombinaci s herbicidem Callisto 480, který působí proti zemědělnému, pcháči a výdrolu řepky. Přípravek Laudis OD se využívá hlavně k likvidaci jednoletých trav a dvouděložných plevelů včetně pcháče osetu, výdrolu řepky a invazních plevelů (Baranyk et al., 2010, Mikulka, 2014, Cihlář et al., 2018, Wójtowicz et al., 2015).

Jako nejúčinnější postemergentní ochrana máku proti plevelům se stále ukazuje kombinace přípravku Laudis obsahující účinnou látku mesotrione s přípravkem Callisto 480 obsahující látku tembotrione (Kálmán et al., 2014). Herbicidy Syncuran 80 DP a Lentipur 500 W obsahují látku chlortoluron, která je velice úspěšná při regulaci pozdního zaplevelení. Při velkém výskytu plevelných trav je možné využít celou řadu registrovaných graminicidů (Baranyk et al., 2010, Mikulka, 2014, Cihlář et al., 2018).

## **Škůdci máku a ochrana**

### **Krytonosec kořenový (*Stenocarus ruficornis*)**

Tento škůdce svým žírem způsobuje velké škody v období vzcházení rostlin. Dospělí jedinci přečkají zimu v půdě a s příchodem vyšších teplot se začínají přemísťovat na porosty máku. Brouk je nejvíce nebezpečný, pokud je mák v raných vývojových fázích, kdy hrozí celé zničení porostu. Preventivní ochranou je kvalitně mořené osivo a v případě zjištění většího výskytu krytonosce kořenového je potřeba ihned aplikovat insekticidní přípravky (Baranyk et al., 2010, Rotrekl, 2020).

### **Krytonosec makovicový (*Neoglicianus maculaalba*) a bejlmorka maková (*Dasineura papaveris*)**

Další rizikovní škůdci jsou krytonosec makovicový a bejlmorka maková, kteří ohrožují porost v období háčkování až prvních květů. Samičky krytonosce makovicového kladou vajíčka do mladých makovic v krátké době po odkvětu. Larvy svým žírem způsobují velké škody na semenech a přepážkách uvnitř tobolky. Druhým makovicovým škůdcem je bejlmorka makovicová, jejíž larvy způsobují škody vysáváním pletiv přepážek uvnitř tobolky. V takto poškozených tobolkách se vyvíjejí malá a deformovaná semena. Ochrana proti těmto škůdcům spočívá aplikací registrovaných insekticidů (Brožková, 2020).

### **Žlabatka stonková (*Timaspis papaveris*)**

Tento škůdce způsobuje škody na stoncích máku. Larvy žlabatky stonkové poškozují svým žírem cévní svazky a rostliny předčasně zasychají. Důležitý je monitoring porostu a v případě zjištění více jak pěti larev na stonek je třeba insekticidně ošetřit všechny porosty máku v doletu tohoto škůdce (Rotrekl, 2020).

### **Mšice maková (*Aphis fabae*)**

Tento škůdce svým žírem a přenosem virových patogenů oslabuje porosty máku během celého vegetačního období. Ochrana se provádí je-li napadeno více jak 5 % rostlin. Z insekticidů je možné k ošetření využít Pirimor 50 WP (Baranyk et al., 2010, Rotrekl, 2020).

## **Choroby máku a ochrana**

Mezi nejzávažnější choroby máku patří srdéčková hniloba, spála máku, plíseň maková a helmintosporiíza máku (Syngenta, 2023).

### **Srdéčková hniloba**

Tato choroba je způsobena nedostatkem bóru. Listová růžice není dostatečně vyvinutá a nejmladší listy jsou různě intenzivně fialově zbarvené. Ve fázi prodlužovacího růstu stonku se nejvýše položené listy zbarvují do hnědo-fialova. Takto napadeným rostlinám odumírá vrchol a vytvářejí se vedlejší vrcholky. Makovice se buď vůbec nevyvinou, nebo jsou zdeformované s malým počtem semen či úplně bez semen. Ochrana spočívá ve vyrovnané výživě s aplikací dostatečného množství bóru (Rostlinolékařský portál, 2023).

### **Spála máku**

Tato neinfekční choroba je způsobena nedostatkem vzduchu v půdě vlivem vytvoření půdního škraloupu. Důležitou prevencí proti spále máku je optimální příprava seťového lůžka před založením porostu, kdy má mít půda drobtovitou strukturu (Hrudová et al., 2009, Říha, 2023).

### **Plíseň maková (*Peronospora arborescens*)**

U napadených rostlin dochází v počátečních růstových fázích k primární infekci. Rostliny jsou malého vzrůstu s deformovanými křehkými listy, vegetační vrchol zpravidla odumírá. Na spodní straně listů lze pozorovat šedofialový povlak mycelia patogena, který je zdrojem sekundární infekce. Při sekundární infekci se na listech vytvoří hranaté žlutozelené skvrny, které postupně černají a odumírají. Rostliny se často větví, vegetační vrchol je poškozený nebo zcela odumře. Při pozdní infekci dochází k napadení makovic. Symptomy plísně nemusí být vždy výrazné a často se choroba projevuje podobně jako helmintosporiíza máku. Nepřímá ochrana spočívá v používání kvalitně mořeného certifikovaného osiva. Přímá ochrana se provádí aplikací fungicidů ve fázi BBCH 12 a ve fázi 51 BBCH (Vaňatová, 2008, Hrudová et al., 2009).

### **Helmintosporiíza máku (*Pleospora calvescens*, *Helmintosporium papaveris*)**

Tato choroba může napadat veškeré části rostliny v jakémkoli vývojovém stupni. Během vzcházení porostu patogen způsobuje padání rostlin vlivem zaškrcení

kořenového krčku. K infekci starších rostlin dochází v průběhu kvetení. Na listech se vytvářejí hnědé hranaté skvrny. Na spodní straně listu se za vlhka vytváří šedý povlak, který obsahuje mycelium a konidie. Při napadení stonku začnou odumírat povrchová pletiva postiženého místa, což se projevuje modročernými skvrnami nebo páskováním. Helintosporiíza napadá také makovice, které jsou po infikování menší, deformované a většinou dochází ke znehodnocení semen (Agromanual, 2023, Baranyk et al., 2010, Nichole et al., 2007).

### **2.3 Způsoby zakládání porostu máku setého**

U drobnosemenných plodin jako je mák představuje založení porostu až do jeho vzejití nejkritičtější období. Mák klade velké nároky na výběr stanoviště, předplodinu, předseťovou přípravu i následné setí. Velice důležitý je také správný výběr a dávka chemických přípravků určených k potlačování chorob a plevelů (Cihlář et al., 2018).

#### **Předplodina máku setého**

Ideální předplodinou máku setého jsou okopaniny hnojené hnojem. V praxi se však nejčastěji jako dobrá předplodina používají obilniny. Nevhodná předplodina máku je řepka olejka. Řepka je pro mák riziková z důvodu obtížnější likvidace výdrolu a fytotoxickému působení herbicidů, na které je mák obzvláště náchylný. Dalším rizikem je přenos polyfágních houbových patogenů zejména hlízenky obecné. Mák by měl být do osevního postupu zařazován v intervalu 4–5 let kvůli výskytu houbových chorob (Cihlář et al., 2017, Satranský et al., 2021).

#### **2.3.1 Příprava půdy**

Příprava půdy máku setého se liší dle druhu půdy, množství vláhy a způsobu setí. Rozlišujeme minimalizační zpracování půdy (setí bez orby do mulče) a klasické zpracování půdy s orbou. Klasické zpracování půdy je vhodné spíše do humidních oblastí, naopak minimální zpracování půdy je šetrnější k zadržování vláhy, a proto se více využívá v sušších oblastech (Vlk et al., 2009).

#### **Bezorební (minimalizační) technologie zpracování půdy**

Při tomto způsobu zpracování půdy jsou posklizňové zbytky a hnojiva promíchány v horní části ornice bez většího obracení půdy. Nejčastější předplodinou máku jsou obilniny. Pokud se při sklizni předplodiny ponechává sláma na poli, je důležité správně

nastavit drtič sklízecí mlátičky, aby byla sláma nařezána na malé kousky (3–5 cm) a po pozemku rovnoměrně rozmetena. Při nerovnoměrném rozmetení a dlouhé řezance hrozí špatné promíchání půdy se slámou, čímž vznikají horší podmínky pro uložení osiva, protože seťové lůžko nedosáhne požadované kvality (Koprna, Škeřík, 2007, Vlk et al., 2009).

Jako první operace po sklizni předplodiny je **mělké podmítání** radličkovými nebo talířovými podmítači. Tato operace by měla být provedena co nejdříve, aby se narušily vodní kapiláry a nedocházelo k nežádoucí ztrátě půdní vláhy. Při podmítce dochází k regulaci plevelů, zapravují se posklizňové zbytky a vytváří se vhodné podmínky pro následné zpracování. Podmítkou se zlepšuje fyzikální stav, vodní a vzdušný režim půdy. Dále se tímto zpracováním půdy vhodně upraví podmínky pro činnost aerobní mikroflóry, lépe se uvolňují živiny a dochází k rychlejšímu rozkladu posklizňových zbytků. Kvalitně provedenou podmítkou se rovněž regulují některé škodlivé organismy, které mohou způsobovat choroby máku (Vlk et al., 2009, Kladivko, 2001).

Po podmítce následuje **hlubší kypření** půdy nejčastěji radličkovými univerzálními kypřiči. Tyto stroje půdu intenzivně prokypří do větší hloubky (20–30 cm), promísí a částečně zapraví posklizňové zbytky a zároveň v případě setí ozimých rostlin dokážou připravit optimální seťové lůžko. Hloubkové kypřiče jsou různých typů a variant. Bývají vybavené v zadní části pěchem, který udržuje nastavenou hloubku stroje, rozbíjí hroudy a přiměřeně utužuje vrchní vrstvu půdy. Na zpracování půdy s velkým obsahem posklizňových zbytků se používají univerzální hloubkové kypřiče v kombinaci s talíři. Tuto kombinaci je vhodné použít na těžkých půdách, které je nutné hluboko prokypřit a mělce do nich zamíchat posklizňové zbytky bez vytvoření hrud. Hlubokým kypřením se nahrazuje orba. Kdyby půda byla připravena příliš mělce, hlavní kůlový kořen máku by nedosáhl požadované hloubky a začal by se větvit. Takto špatně založený porost by byl náchylný k poléhání a rostliny by nedokázaly čerpat živiny z hlubších vrstev půdy (Vlk et al., 2009, Horsch, 2023).

V případě zakládání porostů ozimých máků je vhodné zvolit menší hloubku zpracování 5–10 cm a vyšší pojezdovou rychlost, aby došlo k rozbití větších hrud. Malé hroudy máku nevadí, naopak jsou žádoucí, protože zabraňují vytvoření půdního škraloupu, který může způsobit spálu máku. Při pěstování jarního máku je vhodné zvolit hloubku zpracování okolo 20 cm. Pojezdová rychlost může být nižší než při přípravě seťového lůžka. Takto připravené pole se ponechá přes zimu.

Jarní **předset'ová příprava** půdy se provádí, když je pozemek dostatečně oschlý a ornice se již nelepí. Pro mák je důležitá mělká předset'ová příprava do hloubky přibližně 5 cm. Tato příprava se nejčastěji provádí branami, nebo předset'ovými kompaktory, jež dokáží půdu kvalitně urovnat a připravit precizní set'ové lůžko (Vlk et al., 2009, Horsch, 2023, Rusu et. al., 2009).

### **Orební (tradiční) zpracování půdy**

Typické pro tento způsob zpracování půdy je každý rok obracení a zaklápění orniční vrstvy radličným pluhem. Orbou se oproti minimalizačnímu způsobu zpracování půdy lépe potlačují plevely, dochází k lepšímu zapravení posklizňových zbytků, popřípadě chlévského hnoje (Hůla et al., 1997). Nevýhodou orby je horší zadržování vody z dešťových srážek a vyšší výpar půdní vody (Arriaga et al., 2023).

Tradiční zpracování půdy je tvořeno podmínkou a následnou podzimní orbou. I přes stále se rozšiřující minimalizaci, neztrácí tradiční orba svůj význam, především na těžších půdách při mokřím podzimu, kdy hloubkové kypřiče nedokáží uspokojivě pracovat (Vlk et al., 2009). Zoraný pozemek se nejčastěji urovnává předset'ovým kompaktozem, kdy se současně jedním pojezdem ornice usmykuje, prokypří a připraví se set'ové lůžko. Urovnání ornice na podzim je možné jen na lehkých půdách, na těžkých půdách hrozí riziko utužení. Vlivem utužení půdy by se zhoršilo vsakování vody, omezil by se přístup vzduchu do půdy a tím by se zpomalil rozklad posklizňových zbytků. Takové půdy špatně vysychají a je nutné oddálit termín výsevu (Vlk et al., 2009, HORSCH, 2023).

### **2.3.2 Setí máku setého**

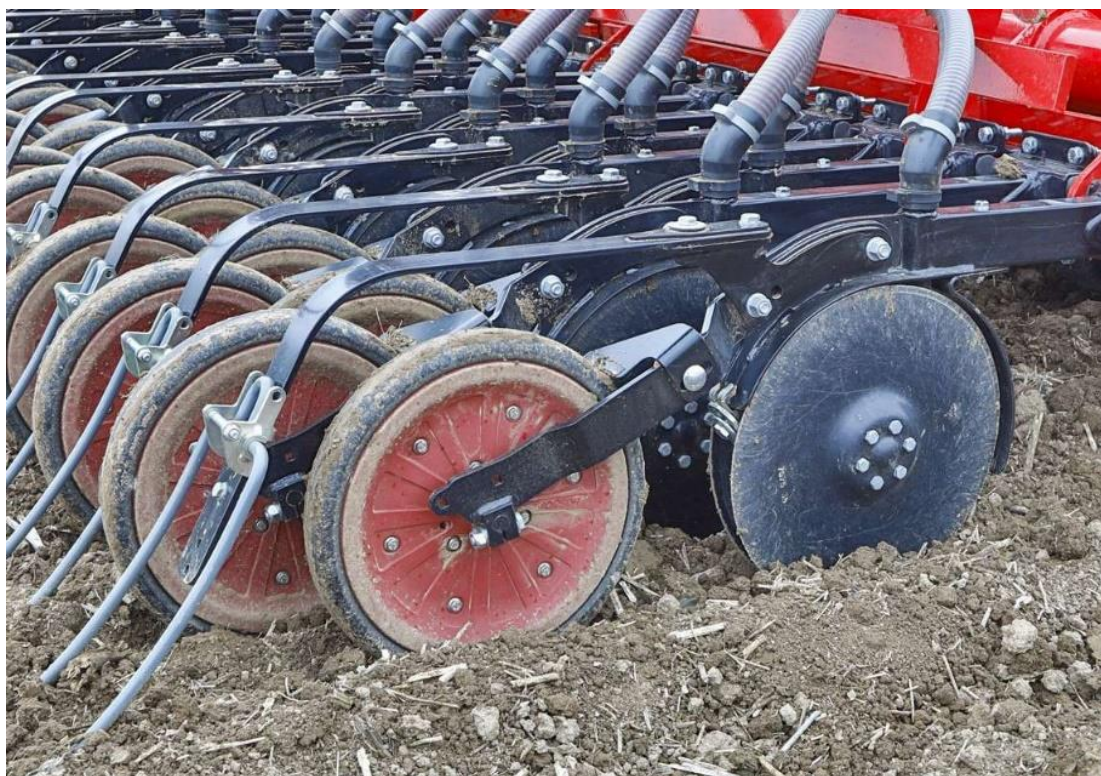
Zakládání porostu máku patří mezi rozhodující faktory předurčující dobrý výnos. Drobná semena máku jsou velice náchylná na vlhkost a teplotu půdy. Optimální vlhkost pro setí máku je taková, kdy při přejezdu secím strojem nedochází k ulpívání půdy na pracovních orgánech stroje, ale zároveň by měla být vidět jasně patrná vlhká stopa po secím stroji. Ideální teplota půdy pro klíčení a vzházení máku je kolem 5 °C. Hloubka setí je maximálně do 2 cm (čím sušší půda, tím se osivo ukládá hlouběji).

Největší riziko po zasetí je dlouho trvající sucho, kdy vlivem nedostatku vláhy rostlina špatně vzhází, nebo naopak přivalové deště, u nichž je riziko vytvoření půdního škraloupu, který mák při vzházení nedokáže prorazit. Při ideálních podmínkách po zasetí je schopen mák do týdne vzejít a vyřádkovat. Naopak při



špatných podmínkách (pokles teplot, přívalové deště, nedostatek vláhy) může mák vzházet celý měsíc. Takto pozdě vzešlé porosty máku bývají mezerovitější a nevyrovnané. Jako ideální termín pro setí máku je druhá polovina března. Výsevek máku je v rozmezí 1,5–2,0 kg na hektar při běžné rozteči řádků 12,5 cm. (Cihlár et al., 2017, Satranský et al., 2021).

Mák lze vysévat všemi dostupnými secími stroji, které jsou schopny zabezpečit výsevek 1–2 kg do hloubky maximálně 1–2 cm. Obecně platí, při suchých lehkých půdách se seje mák hlouběji, a naopak v těžkých, mokrých půdách se seje do hloubky okolo 1 cm (Cihlár et al., 2013). V dnešní době máme velký sortiment secích strojů různých značek. Nejvíce se využívají pneumatické **secí stroje s diskovým výsevním ústrojím** (Obr. 2).



**Obrázek 2: Diskové výsevní ústrojí (Horsch, 2023)**

Tyto stroje mají výhodu velkých pracovních záběrů s minimálním odporem – není potřeba velké tahové síly oproti radličkovým výsevním ústrojím. Secí stroje s diskovým výsevním ústrojím se nejvíce používají v kombinaci s talířovými kypřiči a pěchem, což zajistí kvalitní přípravu set'ového lůžka a uložení osiva jedním pojezdem. Další výhodou těchto secích strojů je výborné kopírování terénu a jednoduchá manipulace (Horsch, 2023, Falta, 2009).

Secí stroje se dodávají s jednokomorovým nebo dvoukomorovým zásobníkem. Dvoukomorový zásobník umožní jedním pojezdem uložit osivo zároveň s hnojivem. Dle vybavení secího stroje lze hnojivo ukládat do meziřádku způsobem PPF, kdy je stroj dovybaven botkami na ukládání hnojiva, nebo je hnojivo ukládáno společně s osivem (G+F). Další výhodou dvoukomorového zásobníku je možnost vysévat dvě plodiny najednou, kdy v každé komoře je jiné osivo a nedochází tak k nežádoucí separaci vlivem jiné velikosti a hmotnosti osiva, čímž se docílí vyrovnaného porostu obou vysévaných plodin.

U diskových secích strojů se za secími botkami nacházejí nejčastěji prutové **zavlačovače** (Obr. 3), jejichž funkcí je navrácení původního množství zeminy nad osivo.



Obrázek 3: Zavlačovače (Horsch 2023)

U zavlačovačů lze měnit úhel a hloubku podle potřeby (dle druhu vysévané plodiny, hloubky setí, vlhkosti a typu půdy). Obecně platí, že čím je osivo ukládáno hlouběji, tím hraje zavlačovač důležitější roli. V případě potřeby lze zavlačovače jednoduše zdvihnout a tím je vyřadit z provozu (Horsch, 2023, Falta, 2009).

Další typ secího stroje s diskovým výsevním ústrojím je v kombinaci s hloubkovými radličkami (Obr. 4), které hluboce kypří půdu v pásech před osivem.



**Obrázek 4: Secí stroj s diskovým výsevním ústrojím v kombinaci s hloubkovými kypřiči (Horsch, 2023)**

Výhodou tohoto typu secího stroje je tvorba přesně definovaného depa s hnojivem v požadované hloubce pod osivem. Radličky před vlastním výsevním ústrojím půdu hluboce prokypří, čímž vytvoří ideální podmínky pro rozvoj kořenového systému. Z tohoto důvodu je tento secí stroj vhodný pro setí hlubokokořenících rostlin jako je řepka. Vysévání máku tímto strojem má výhody v minimálním utužení půdy. Kolečka způsobené traktorem táhnoucím secí stroj radličky prokypří, čímž je půda rovnoměrně hluboce zpracovaná v celém záběru setí (Horsch, 2023).

Další způsob vysévání plodin je **secími stroji s radličkovým výsevním ústrojím** (Obr. 5). U těchto strojů je nevýhoda, že při nerovných špatně připravených pozemcích obtížněji udržují požadovanou hloubku setí a je potřeba větší tahová síla traktoru oproti diskovému výsevnímu ústrojí. Naopak nespornou výhodou je možnost přesnějšího ukládání hnojiva přibližně 5 cm pod osivo, čímž se docílí lepšího rozvinutí kořenového systému rostliny a rovnoměrnějšího vzházení. Výsevní radličky zajistí vyrovnané rozmístění osiva v pásu a nedochází ke shlukování zrn. Takto vyseté rostliny mají více prostoru mezi sebou, méně si konkurují a dosahují často lepších výnosů. Tento typ secího stroje je vybaven zavlačovači ve třech řadách. Dvě řady



zavlačovačů jsou umístěny před pěchem, třetí řada urovnává povrch za pěchem (Kulovaná et al., 2001, Horsch, 2023).



**Obrázek 5: Radličkové výsevní ústrojí (Horsch, 2023)**

Mák lze zasít i s pomocnou plodinou (Obr. 6). Pomocná plodina půdu prokořeňuje, zajišťuje máku ochranu před větrnou erozí, ochranu před přívalovými dešti a zabraňuje vysychání půdy. Naopak negativně působí jako konkurent – odebírá máku živiny, proto je třeba počítat s aplikací vyššího množství hnojiv. Hnojivo se při setí cíleně umísťuje pod osivo máku – je žádoucí, aby živiny z hnojiva co nejvíce využila hlavní plodina, pomocná plodina se nehojí. Při setí máku s pomocnou plodinou je důležité zvolit správný termín ukončení vývoje (likvidace) pomocné plodiny. Jako nejpozdější termín se jeví fáze 6–8 listu této plodiny jinak hrozí zastínění máku (Brant et al., 2020).



**Obrázek 6: Mák zasetý společně s pomocnou plodinou (Bednar, 2020)**

V dnešní době je velké téma setí do nezpracované půdy, avšak setí máku tímto způsobem se stále nedoporučuje, kvůli náchylnosti k plevelům, utužení půdy a malé konkurenceschopnosti (Satranský et al., 2021).

### **3 Cíl práce**

Cílem této diplomové práce bylo formou literárního přehledu a provozního pokusu zhodnotit vliv rozdílné techniky setí na produkční a kvalitativní parametry máku setého jarního. Porovnával se vliv způsobu setí máku secím strojem vybaveným zavlačovači se způsobem setí máku secím strojem bez zavlačovačů. Konkrétně se sledoval vliv způsobu setí na produkční parametry máku u jarní odrůdy MS Harlekýn. V průběhu vegetace byly hodnoceny parametry: hustota porostu, nástup jednotlivých růstových fází, zaplevelení a zdravotní stav rostlin. Při sklizni byl stanoven výnos semen. Po sklizni byl zjištěn obsah tuku a dusíkatých látek v semenech.



## 4 Materiál a metodika

### 4.1 Metodika výzkumu

Pro hodnocení vlivu způsobu setí na produkční parametry jarního máku MS Harlekýn byl založen provozní pokus. Tento pokus se uskutečnil v období od 27.3. 2022 (termín setí) do 10. 8. 2022 (termín sklizně). Porovnávání probíhalo na jednom poli o celkové výměře 9 ha, přičemž jedna polovina pole byla zasetá se zavlačovači, na druhé polovině byly zavlačovače před setím vyřazeny z provozu. Na každé odlišně zaseté polovině byly vytvořeny tři náhodně umístěné parcely, každá o výměře 100 m<sup>2</sup> (Foto č. 1), z nichž vycházejí výsledky měření.

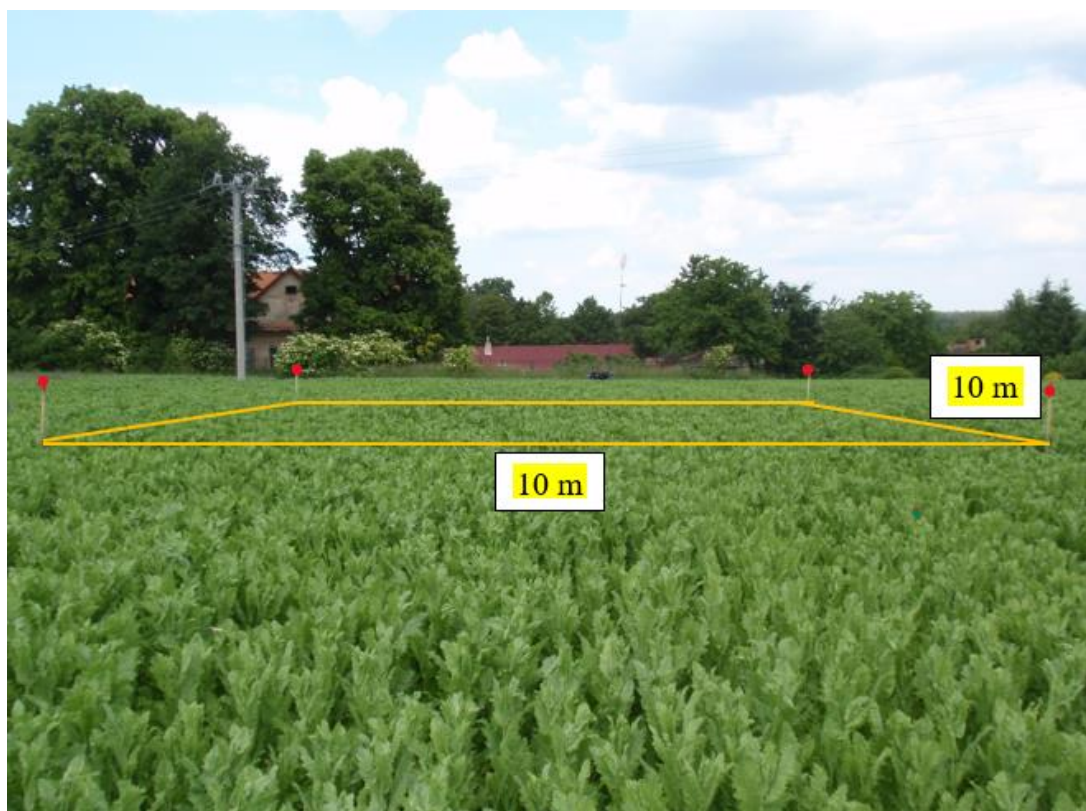


Foto č. 1: Vytvářená pokusná parcela (Rothbauer, 2022)

V průběhu vegetace byly sledovány následující parametry: hustota porostu, nástup jednotlivých růstových fází, zaplevelení a zdravotní stav rostlin. Před sklizní byla hodnocena výška a rozsah větvení rostlin a byly odebrány z parcel vzorky rostlin na hodnocení výnosových prvků – tj. počet tobolek na rostlině, počet semen v tobolce, HTS, výnos semen, obsah tuku a obsah dusíkatých látek (NL).

Pro hodnocení jednotlivých výše uvedených znaků se postupovalo dle metodiky zkoušek užitné hodnoty pro mák podle ÚKZÚZ (ÚKZÚZ, 2019).

#### **4.1.1 Charakteristika sledované jarní odrůdy MS Harlekýn**

##### MS Harlekýn

Středně raná slovenská odrůda modrosemenného máku středně vysokého vzrůstu. Registrována byla v roce 2018. Odrůda je primárně určená pro produkci semen k potravinářskému využití. Výnos semen je velmi vysoký s vysokou HTS. Semena mají středně vysoký obsah oleje a makovina obsahuje střední až vysoký obsah morfinu. Odrůda se vyznačuje dobrou odolností proti vyvracení a poléhání rostlin. MS Harlekýn má velmi dobrou odolnost proti nežádoucímu otevírání tobolek. Rostliny jsou na listech méně až středně odolné a na tobolkách středně odolné proti napadení pleosporovou hnědou skvrnitostí. Odolnost proti plísni máku je střední až vyšší. Odrůda je vhodná do všech pěstitelských oblastí. Udržovatelem této odrůdy je Národní poľnohospodárske a potravinárske centrum, Lužianky, Slovensko (Zehnálek, 2020, Zehnálek, 2018).

## **4. 2 Průběh pokusu**

### **4. 2. 1 Půdně – klimatická charakteristika oblasti**

Pokus se uskutečnil v katastru obce Rukáveč, která se nachází jihozápadně od města Milevsko v okrese Písek. Jedná se o bramborářsko-ovesnou výrobní oblast s půdním typem kambizem. Půdní druh této oblasti je hlinitopísčité až jílovitohlinitý. Dle BPEJ se jedná o hlubokou až středně hlubokou půdu v mírně teplém vlhkém klimatickém regionu. Pole jsou rovinná se všesměrnou expozicí a s obsahem skeletu do 25 %. Průměrná nadmořská výška této oblasti je okolo 520 m n.m. (VÚMOP, 2022).

Oblast pokusu se nachází v oblasti s mírným klimatem přechodného středoevropského typu. Podnebí v oblasti obce Rukáveč je mírně teplé a mírně vlhké s drsnějšími podmínkami v zimě charakteristické pro vrchovinné oblasti. Teploty zde v průběhu roku dosahují průměrně 8 °C. Teploty v průběhu pokusu v této oblasti byly oproti předchozím rokům spíše nadprůměrné, obzvláště od července do srpna byly teploty vyšší. Průměrná teplota v obci Rukáveč je v březnu 3 °C, v dubnu 8 °C, v květnu 12 °C, v červnu 15 °C, v červenci 16 °C a v srpnu 17,5 °C. V průběhu pokusu byly průměrné teploty v březnu a dubnu o 1 °C vyšší, v květnu o 2 °C vyšší, v červnu a červenci o 3 °C vyšší a v srpnu (měřeno do sklizně – 10. 8. 2022) byla



průměrná teplota vyšší o 3,5 °C oproti ročním průměrům teplot udávaným pro tuto oblast. Nejvyšší naměřené denní teploty byly v měsících červenec a srpen, kdy teplota dosahovala kolem 33 °C (Meteoblue, 2022, VÚMOP, 2022).

Množství srážek v průběhu pokusu se příliš nelišilo oproti průměru pro tuto oblast. V březnu napršelo 45 mm, v dubnu 40 mm, v květnu 57 mm a v červnu 65 mm. Výjimkou byl měsíc červenec, kdy spadlo pouze 24 mm srážek (průměr 63 mm) a srpen, kdy až do sklizně nespadlo žádné srážky (Meteoblue, 2022, In Meteo, s.r.o., 2023). Přehledné shrnutí průměrných teplot a množství srážek v průběhu pokusu zobrazuje následující tabulka:

**Tabulka 3: Podnebí v průběhu pokusu v oblasti obce Rukáveč (Meteoblue, 2022)**

Rok	Měsíc	Úhrn srážek (mm)	Průměrná teplota (°C)
2022	březen	45	4
	duben	40	9
	květen	57	14
	červen	65	18
	červenec	24	19
	srpen (do sklizně)	0	21

#### **4. 2. 2 Ošetřování během vegetace**

Předplodinou máku byl hybridní jílek, který byl pěstován na semeno. Sklizeň proběhla dvoufázově sklízecí mlátičkou, sláma byla rozdrčena a ponechána na poli. Strniště a posklizňové zbytky byly zapraveny diskovým podmítačem značky Horsch typu Joker 3 CT (Foto č. 2), který byl nastaven na pracovní hloubku 10 cm. Po oschnutí takto zpracovaného pozemku se diskování opakovalo. Na podzim bylo pole obděláno dvakrát radličkovým kypřičem značky Horsch Terrano 3 FX (Foto č. 3), nejprve do hloubky 25 cm, poté přibližně za 14 dní se operace opakovala do hloubky 20 cm. Zpracování půdy proběhlo s traktorem Zetor Forterra 140 HSX.



**Foto č. 2: Zetor 140 HSX v agregaci s diskovým podmiťáčem Horsch Joker 3 CT (Rothbauer, 2022)**



**Foto č. 3: Zetor 140 HSX v agregaci s radličkovým kypřičem Horsch Terrano 3 FX (Rothbauer, 2022)**



Setí máku Harlekýn proběhlo 27. 3. 2022 secím strojem značky Horsch Pronto 6 DC (Foto č. 4) s možností přihnojením současně s osivem (GF). Přihnojení však z důvodu dobré předplodiny nebylo využito. Tento secí stroj disponuje pneumatickým výsevním ústrojím s diskovými secími botkami. Před výsevním ústrojím sečky se nachází dvě řady disků pro přípravu set'ového lůžka, proto nebylo nutné pozemek před setím na jaře jinak připravovat. Osivo bylo mořeno přípravkem Cruiser. Hloubka setí byla 1,5 cm s meziřádkovou vzdáleností 15 cm. Výsevek činil 1,7 kg/ha.



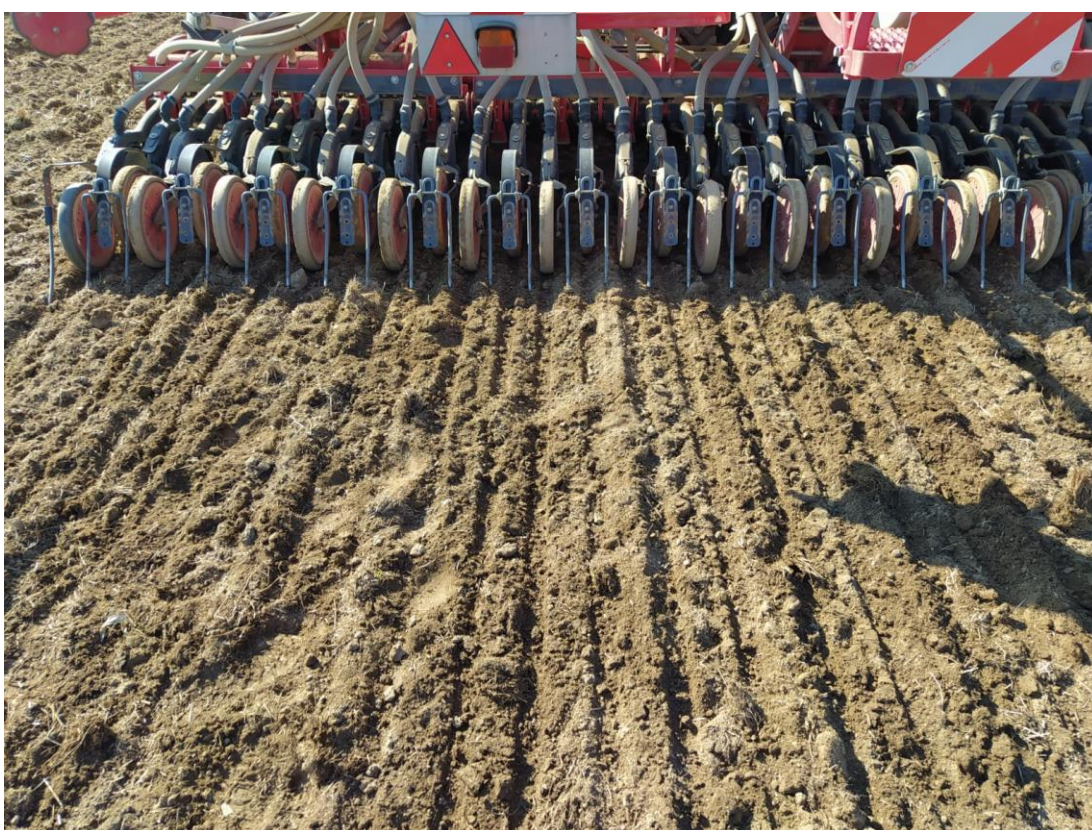
**Foto č. 4: Secí stroj Horsch Pronto 6 DC (Rothbauer, 2022)**

Pokusné pole bylo rozděleno na dvě poloviny, přičemž jedna polovina byla zasetá způsobem se zavláčovači do hrůbků (Foto č. 5). Na druhé polovině byly zavláčovače před setím demontovány a setí máku probíhalo bez zavláčení (Foto č. 6).





**Foto č. 5: Setí máku se zavláčovači do hrůbků (Rothbauer, 2022)**



**Foto č. 6: Setí máku bez zavláčovačů (jsou mimo pracovní polohu) (Rothbauer, 2022)**

Dne 29. 3. 2022 byly preemergentně (BBCH 01) současně aplikovány herbicidy Lentipur 5 FW v dávce 1 l/ha a Comander 36 CS v dávce 0,2 l/ha proti dvouděložným plevelům. Herbicidy byly aplikovány v kombinaci s hnojivem DAM 390 v dávce 150 l/ha. Tato kombinace je výhodná, protože DAM funguje jako smáčedlo a přispívá k proniknutí herbicidů ke klíčícím plevelům v půdě a tím zvyšuje jejich účinnost.

Dne 17. 4. 2022 byl proti výdrolu jílku postemergentně (BBCH 09–10) aplikován herbicid Agil 100 EC v dávce 1 l/ha v kombinaci s insekticidem Nexide v dávce 0,08 l/ha. Insekticid byl aplikován z důvodu zjištění náletu krytonosce kořenového.

Dne 10. 5. 2022 (BBCH 11–13) byl na porost máku aplikován herbicid Callisto 480 SC v dávce 0,2 l/ha v kombinaci s herbicidem Tomahawk v dávce 0,3 l/ha. Tyto herbicidy se aplikovaly z důvodu likvidace plevelů (svízel přítula, penízecká rolní, heřmáněk pravý, violka rolní, zemědělský lékařský, ptačinec žabinec), které se v porostu vyskytovaly.

Dne 15. 5. 2022 (BBCH 11–15) proběhlo přihnojení granulovaným dusíkatým hnojivem se sírou YaraBela SULFAN (24 % N, 6 % S) v dávce 100 kg/ha.

Dne 2. 6. 2022 (BBCH 19–25) byl porost máku krácen fungicidem Caramba s morforegulačním působením v dávce 1 l/ha. Tento fungicid byl aplikován současně s vodorozpustným hnojivem Krista MgS, které obsahuje hořčík a síru (16 % MgO, 33 % S).

Mák zasetý způsobem se zavlačovači do hrůbků vzcházely rovnoměrněji a porost byl hustší. Mák zasetý způsobem bez zavlačovačů byl méně vyrovnaný a řidší (Foto č. 7). Vyrovnanější porost máku v hrůbkách trval až do fáze stonkování a butonizace, poté již nebyl rozdíl vizuálně příliš patrný.





**Foto č. 7: Rozdíly odlišně zasetých porostů (Rothbauer, 2022)**

Sklizeň máku (Foto č. 8) (BBCH 89) proběhla 10. 8. 2022. Porost byl zralý již dříve, avšak z důvodu čekání na sklízecí mlátičku byl mák sklizen tento termín. Důvodem brzké sklizně byly vysoké teploty a malé množství srážek v červenci, kdy mák zaschnul (Foto č. 9). Mák byl cíleně sklizen pouze na semeno, nikoli na makovinu, proto se sklízecí mlátička nastavila na optimální hodnoty, aby nedocházelo k velkým ztrátám a zároveň v zásobníku nebylo příliš makoviny. Jednotlivé pracovní vstupy během vegetace máku přehledně shrnuje tabulka č. 4 (Tab. 4). ztrátám a zároveň v zásobníku nebylo příliš makoviny. Jednotlivé pracovní vstupy během vegetace máku přehledně shrnuje tabulka č. 4 (Tab. 4).



**Foto č. 8: Sklizeň máku (Rothbauer, 2022)**



**Foto č. 9: Zaslé tobolky máku setého při sklizni (Rothbauer, 2022)**



**Tabulka 4: Jednotlivé pracovní operace během vegetace máku**

Datum	Způsob agrotechnické operace/ošetření	BBCH
27.03.2022	setí máku MS Harlekýn	0
29.03.2022	aplikace herbicidu Lentipur 5 FW + herbicid Comand 36 SC v kombinaci s hnojivem DAM 390	00–05
17.04.2022	aplikace herbicidu Agil 100 EC v kombinaci s insekticidem Nexide	09–10
10.05.2022	aplikace herbicidu Callisto 480 SC v kombinaci s herbicidem Tomahawk	10–13
15.05.2022	aplikace hnojiva YaraBela SULFAN	11–15
02.06.2022	krácení porostu máku fungicidem Caramba + přihnojení hnojivem Krista MgS	19–25
10.08.2022	sklizeň máku sklízecí mlátičkou	89

#### 4. 2. 3 Postup při hodnocení výnosových prvků

**Nástup jednotlivých růstových fází** byl zaznamenáván při pravidelných kontrolách porostu.

**Zaplevelení a zdravotní stav rostlin** byly monitorovány při pravidelných kontrolách porostu.

**Hustota porostu (počet rostlin na m<sup>2</sup>)** byla zjištěna následovně:

Nejprve byly na každé parcele náhodně vyměřeny 3 lokality o rozloze 1 m<sup>2</sup>. Na každé z těchto lokalit byl spočítán počet rostlin. Zprůměrováním výsledných hodnot byl zjištěn průměrný počet rostlin na m<sup>2</sup> pro každou parcelu. A zprůměrováním hodnot hustoty porostu pro každou parcelu byla zjištěna celková hustota porostu.

**Počet tobolek na rostlině** byl zjištěn podílem počtu makovic sklizených na druhém řádku s počtem rostlin sklizených ze druhého řádku.

Obecný vzorec výpočtu:  $\frac{\text{počet rostlin na 2.řádku parcely}}{\text{počet makovic na 2.řádku parcely}} = \text{počet tobolek na rostlinu}$

*Např. setí způsobem bez zavlačovačů 2. pokusná parcela:*

$$\frac{134}{86} = 1,56 \text{ tobolek na rostlinu}$$



**Počet semen v tobolce** byl stanoven následovně:

Z každé parcely byly náhodně vybrány 3 průměrně velké tobolky a v nich spočítán počet semen. Zprůměrováním výsledků byl určen průměrný počet semen v tobolce pro každou parcelu a následně zprůměrováním výsledků za parcely byl získán průměrný počet semen za porost založeným daným typem setí.

**Hmotnost semen v jedné tobolce** byla stanovena zvážením semen z tobolek při zjišťování počtu semen v jedné tobolce. Výsledky za oba způsoby setí byly zprůměrovány.

**HTS** byla stanovena zvážením 1000 semen získaných při počítání semen v tobolce.

**Výška rostlin (cm)** byla stanovena zprůměrováním délky deseti náhodně vybraných rostlin druhého řádku každé parcely ve fázi zelené zralosti.

**Rozsah větvení** byl zjištěn podílem počtu větví na rostlinách druhého řádku s počtem jednotlivých rostlin druhého řádku.

**Teoretický výnos** semen máku byl stanoven ze zjištěných průměrů (počtu rostlin na m<sup>2</sup>, počtu tobolek na rostlině, hmotnosti semen v jedné tobolce).

Obecný vzorec výpočtu:

*Teoretický výnos =  $\emptyset$  počet rostlin na m<sup>2</sup> \*  $\emptyset$  počet tobolek na rostlinu \*  $\emptyset$  hmotnost semen v jedné tobolce (g)*

**Výnos semen (reálný)** byl stanoven pro každý způsob setí zvážením semen po výmlatu na stacionární váze po předchozím vycištění.

**Obsah tuku (oleje)**

Ke stanovení tuku byl použit přístroj XT10 (ANKOM, USA) (Foto č. 10). Jako rozpouštědlo byl použit petrolether. Do předem zvážených speciálních filtračních sáčků XT4 byl navážen 1 g vzorku máku (Foto č. 11), sáčky se následně zatavily pulsní svářečkou. Zatavené sáčky byly sušeny v sušárně po dobu 3 hodin při teplotě 103 °C. Vysušené sáčky se nechaly vychladnout v exikátoru a poté byly zváženy a vloženy do extraktoru tuku Ankom. Vzorky se hodinu extrahovaly při 90 °C, poté byly sáčky sušeny při 103 °C po dobu 30 minut. Vysušené vzorky se nechaly zchladnout v exikátoru a poté byly opět zváženy. Ze zaznamenaných hmotností byla zjištěna

sušina a výsledek obsahu tuku byl vyjádřen v % v sušině. Analýza byla prováděna ve dvou opakování.

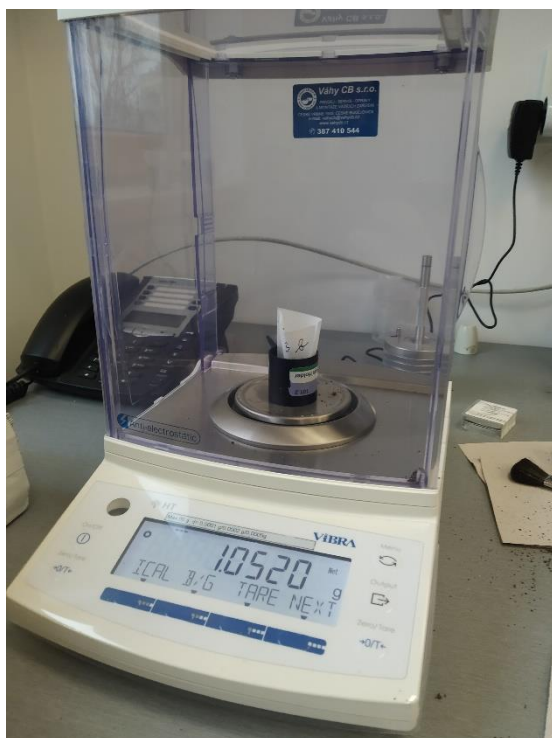


Foto č. 10: Navážení 1 g vzorku (Rothbauer, 2022)



Foto č. 11: Příklad Ankom, na kterém byl stanoven obsah tuku (Rothbauer, 2022)

### Stanovení dusíkatých látek na analyzátoru Rapid N Cube (Elementar, Germany)

Obsah dusíku byl stanoven prostřednictvím modifikované Dumasovy metody. Tato metoda je v kombinaci s použitou instrumentací snadná, plně automatizovaná oproti metodě podle Kjeldahla je rychlá (3–4 minuty) (Jung et al., 2003). V komoře při teplotě vyšší než 900 °C dochází za přítomnosti kyslíku ke spalování vzorku. Tím se uvolňuje oxid uhličitý, voda a oxidy dusíku. Uvolněné plyny prochází skrz speciální sorpční kolony, kde je pohlcována voda a oxid uhličitý. Tepelně vodivostní detektor rozpozná dusík, který vznikl katalytickou redukcí z plynných oxidů dusíku. Následně je prostřednictvím přepočtového faktoru 6,25 přepočtena koncentrace dusíku ve vzorku na obsah dusíkatých látek (Elementar, 2016).

K analýze bylo použito 25 mg vzorku, které byly zabaleny do cínové kapsle (Foto č. 12). Analýza byla prováděna na analyzátoru rapid N cube (Foto č. 13), kde se nejprve prostřednictvím kyseliny asparágové stanovil denní faktor (Elementar, Germany). Standard byl navážen do kapslí po 25 mg v 5 opakováních. Po stanovení

denního faktoru byly vzorky vloženy do autosampleru k vlastnímu stanovení obsahu dusíku.



Foto č. 12: Navážení 25 mg vzorku v cínové kapsli (Rothbauer, 2022)



Foto č. 13: Analyzátor rapid N cube (Elementar, Germany) (Rothbauer, 2022)

Získaná data byla statisticky vyhodnocena pomocí programu STATISTICA CZ, verze 13 (StatSoft, Inc.). Pro zjištění a porovnání rozdílů mezi skupinami dat a jejich závislostmi byla použita metoda jednocestné analýzy variance (ANOVA) využívající testu homogenity rozptylů (F-test), test středních hodnot pomocí Fisherova LSD testu.





## **5 Výsledky**

### **5.1 Sledování během vegetace**





#### **5.1.1 Nástup jednotlivých růstových fází**

Nástup jednotlivých růstových fází rozdílně zasetého máku byl pravidelně sledován a porovnáván od zasetí (27. 3. 2022) až po jeho sklizeň (10. 8. 2022). Od měsíce začátku června až po dobu sklizně panovaly vysoké denní i noční teploty s malým množstvím srážek. Z tohoto důvodu byla půda nadměrně vyschlá a setí se zavlačovači nevytvořilo takové hrůbky, jaké by byly za běžných podmínek. Porosty máku zaseté do hrůbků byly více vyrovnané, ale nástup jednotlivých růstových fází obou způsobů setí se téměř nelišil. Sklizeň u obou způsobů zasetí máku vlivem teplého a suchého počasí proběhla již 10. 8. 2022 z důvodu zaschnutí máku.

**Tabulka 5: Nástup růstových fází u máku zasetého způsobem se zavlačovači i bez zavlačovačů (růstové fáze máku zasetého různými způsoby nastupovaly současně bez rozdílu)**

Růstové fáze máku setého odrůdy MS Harlekýn			
Datum	Růstová fáze	BBCH	Foto
27. 3. 2022	suché semeno	00	Foto č. 14: Semena máku odrůdy MS Harlekýn 
23. 4.	dělohy vidlicovitě rozevřeny	14	Foto č. 15: Fáze dělohy vidlicovitě rozevřeny 
1. 5.	fáze 3. a 4. pravého listu	22–24	Foto č. 16: Fáze 3.–4. pravého listu 
15. 5.	fáze 7. pravého listu	27	Foto č. 17: Fáze 7. pravého listu 



24. 5.	fáze listové růžice	35	Foto č. 18: Fáze listové růžice 
11. 6.	stonkování a butonizace až objevení mladého poupěte	35-41	Foto č. 19: Fáze stonkování a butonizace až objevení mladého poupěte 
23. 6.	plného kvetení až odkvětu	54-56	Foto č. 20: Fáze plného kvetení až odkvětu 
15. 7.	zelená zralost až zrání tobolky	64-70	Foto č. 21: Fáze zelená zralost až zrání tobolky 

31. 7.	plná zralost tobolek a semen	81	Foto č. 22 Fáze plná zralost tobolek a semen 
--------	------------------------------	----	--

### 5.1.2 Zaplevelení a zdravotní stav rostlin

Zaplevelení během vegetace nezpůsobovalo větší problémy, protože porosty byly pravidelně ošetřovány herbicidy. Preemergentně byly 29. 3. 2022 aplikovány herbicidy Lentipur 5 FW s herbicidem Comander 36 CS proti dvouděložným plevelům. Postemergentně 17. 4. 2022 byl proti výdrolu jílku aplikován Agil 100 EC. Dne 10. 5. 2022 byl porost máku ošetřen herbicidem Callisto 480 SC v kombinaci s herbicidem Tomahawk s cílem likvidace plevelů svízel přítula, peníze rolní, heřmánek pravý, violka rolní, zemědým lékařský a ptačinec žabinec. Jediné větší škody v máku napáchal pruh výdrolu jílku vytrvalého, na kterém se neúmyslně neaplikoval postřik z důvodu technické závady postřikovače (Foto č. 23). Tento neošetřený pruh se nacházel na polovině pole, kde byl mák zasetý technikou se zavláčovači. Na tomto pruhu však nebyly umístěné žádné pokusné parcely, a proto tímto nedopatřením nebyl pokus ovlivněn.



Foto č. 23: Výdrol jílku vytrvalého v herbicidně neošetřeném pruhu máku (Rothbauer, 2022)



U porostů zasetých způsobem bez zavlačovačů se v počátečních fázích vývoje vyskytovalo více plevelů. Tento fakt byl zřejmě způsoben řidším porostem máku oproti způsobu setí se zavlačovači do hrůbků.

V průběhu vegetace byly pozorovány tyto plevely:

- kakost okrouhlolistý (*Geranium rotundifolium*) (Foto č. 24)



Foto č. 24: Plevel – kakost okrouhlolistý v máku setém způsobem bez zavlačovačů (Rothbauer, 2022)

- jílek vytrvalý (*Lolium perenne*) (Foto č.25)

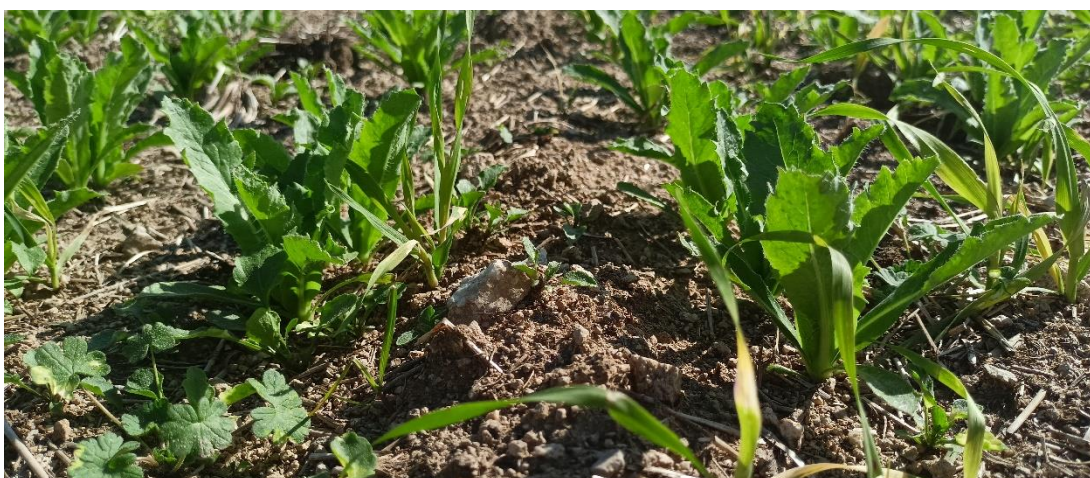


Foto č. 25: Plevel – jílek vytrvalý v máku setém způsobem bez zavlačovačů (Rothbauer, 2022)



- jitrocel větší (*Plantago major*) (Foto č. 26)



Foto č. 26: Plevel – jitrocel větší v máku setém způsobem se zavlačovači (Rothbauer, 2022)

- rozrazil perský (*Veronica persica*) (Foto č. 27)



Foto č. 27: Plevel – rozrazil perský v máku setém způsobem se zavlačovači (Rothbauer, 2022)



- mák vlčí (*Papaver rhoeas*) (Foto č. 28)



Foto č. 28: Plevelé – mák vlčí v porostu máku setém způsobem se zavlačovači (Rothbauer, 2022)

- prlina rolní (*Anchusa arvensis*) (Foto č. 29)



Foto č. 29: Plevelé – prlina rolní v porostu máku setém způsobem se zavlačovači (Rothbauer, 2022)



- violka rolní (*Viola arvensis*) (Foto č. 30)



Foto č. 30: Plevelé – violka rolní v máku setém způsobem bez zavláčovačů (Rothbauer, 2022)

- zemědým lékařský (*Fumaria officinalis*) (Foto č. 31)



Foto č. 31: Plevelé – zemědým lékařský v máku setém způsobem bez zavláčovačů (Rothbauer, 2022)



- rmen rolní (*Anthemis arvensis*) a chrpa modrá (*Centaurea cyanus*) (Foto č.32)

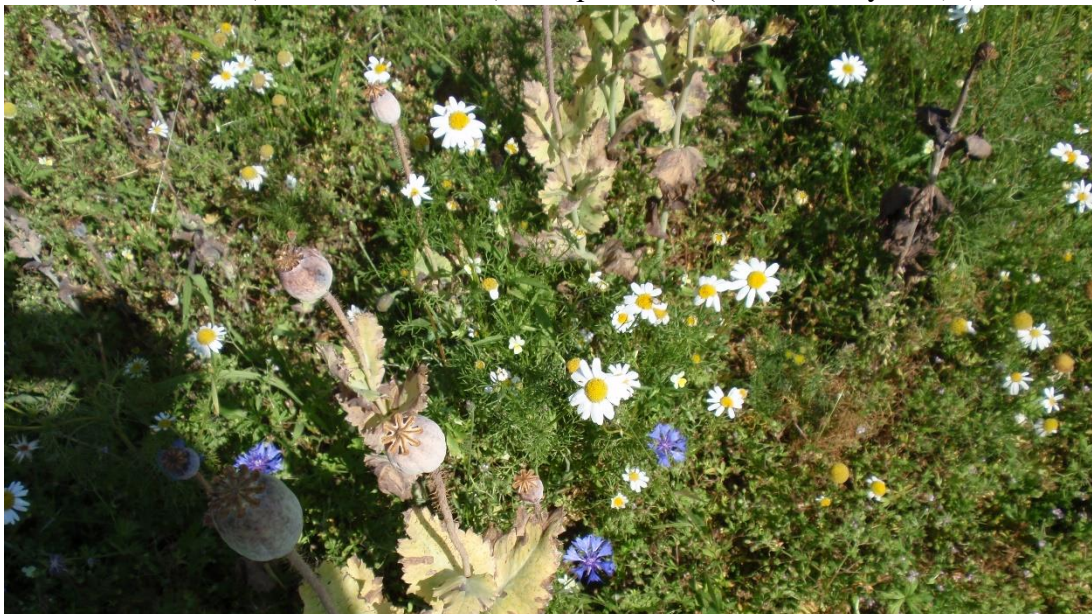


Foto č. 32: Plevelé – rmen rolní a chrpa modrá v máku setém způsobem bez zavlačovačů (Rothbauer, 2022)

Zdravotní stav rostlin máku během vegetace byl dobrý. V máku zasetém rozdílnými technikami nebyl v průběhu pokusu zaznamenán rozdíl v chorobách a rozsahu napadení škůdci. Proti krytonosci kořenovému se 17. 4. 2022 aplikoval insekticid Nexide, který tohoto škůdce úspěšně eliminoval. Tobolky v zelené zralosti byly pouze ojediněle napadeny krytonoscem makovicovým (Foto č. 34), který však nezpůsobil na porostech téměř žádné škody. Na květech máku se hojně objevoval blýskáček řepkový (Foto č. 33), který však pro mák není vůbec rizikový.

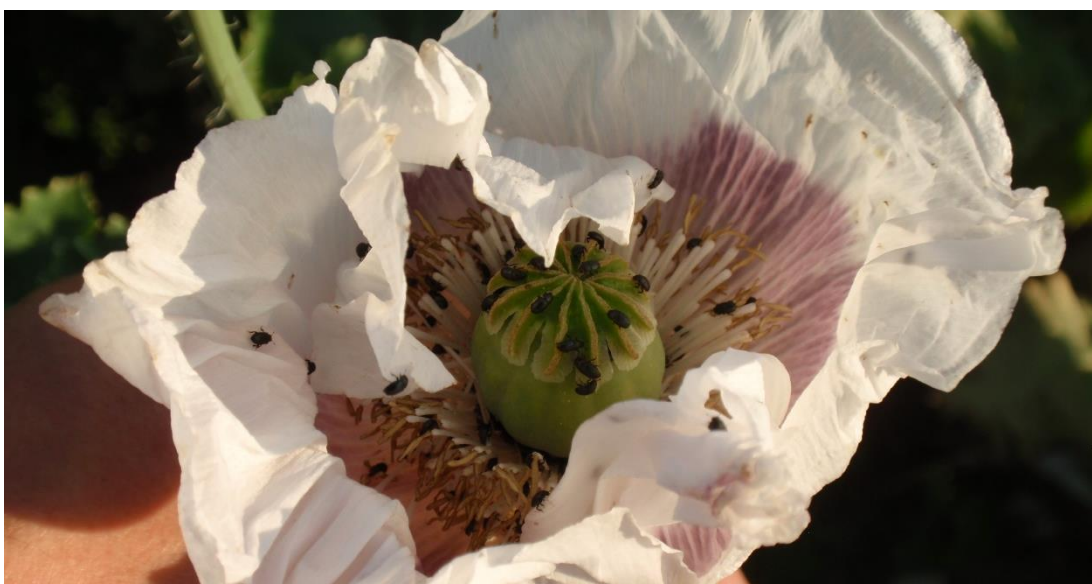


Foto č. 33: Škůdci – blýskáček řepkový na květu máku (Rothbauer, 2022)



**Foto č. 34: Škůdci – Tobolka napadená krytonoscem makovicovým (Rothbauer, 2022)**

Dne 2. 6. 2022 byl porost ošetřen fungicidem Caramba s morforegulačním účinkem. Toto ošetření proběhlo z důvodu krácení porostu a zároveň jako ochrana rostlin máku po odkvětu proti chorobě helmintosporiáza máku (*Helminthosporium papaveris*) (Foto č. 35).





Foto č. 35: Choroby – Listy máku napadené chorobou Helmintosporiíza máku (Rothbauer, 2022)

### 5.1.3 Hustota porostu (počet rostlin na m<sup>2</sup>)

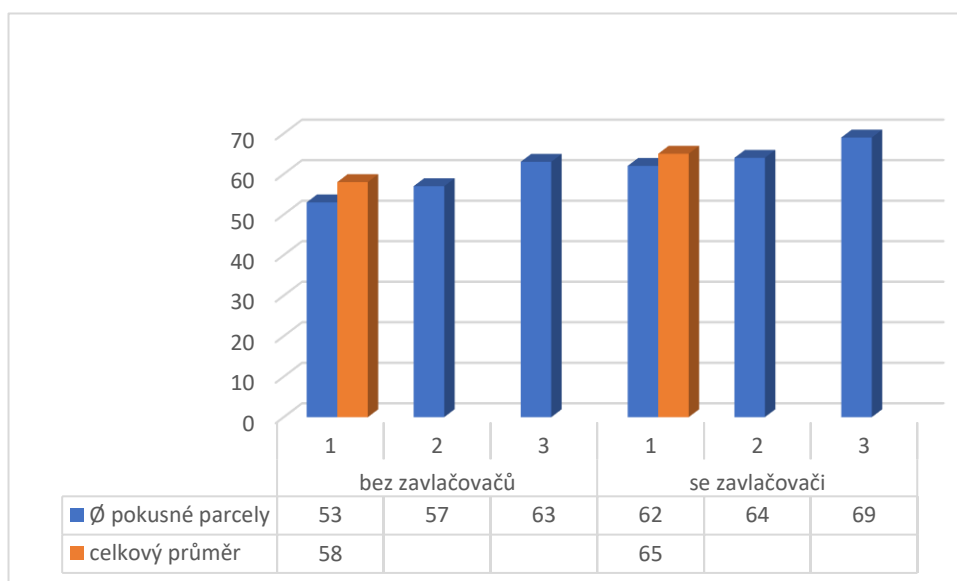
Většího počtu rostlin na m<sup>2</sup> dosáhl mák setý způsobem se zavlačovači do hrůbků. Tento fakt mohl být způsoben vysokými teplotami a malým množstvím srážek v době setí až do fáze vzcházení rostlin máku. Hrůbek nejspíše chránil osivo máku před vysycháním a více zadržoval vodu v půdě. Mák zasetý způsobem bez zavlačovačů měl průměrně 58 rostlin na m<sup>2</sup>, mák zasetý způsobem se zavlačovači do hrůbků měl průměrně 65 rostlin na m<sup>2</sup> (Graf 1, Tab. 6).

Tabulka 6: Hustota porostu (počet rostlin na m<sup>2</sup>)

způsob setí	číslo pokusné parcely	Ø pokusné parcely	celkový průměr
bez zavlačovačů	1	53	58 a
	2	57	
	3	63	
se zavlačovači	1	62	65 a
	2	64	
	3	69	

Případná odlišná písmena indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05 (Fisherův LSD test).

**Graf 1: Hustota porostu (počet rostlin na m<sup>2</sup>)**



#### 5.1.4 Počet tobolek na rostlině

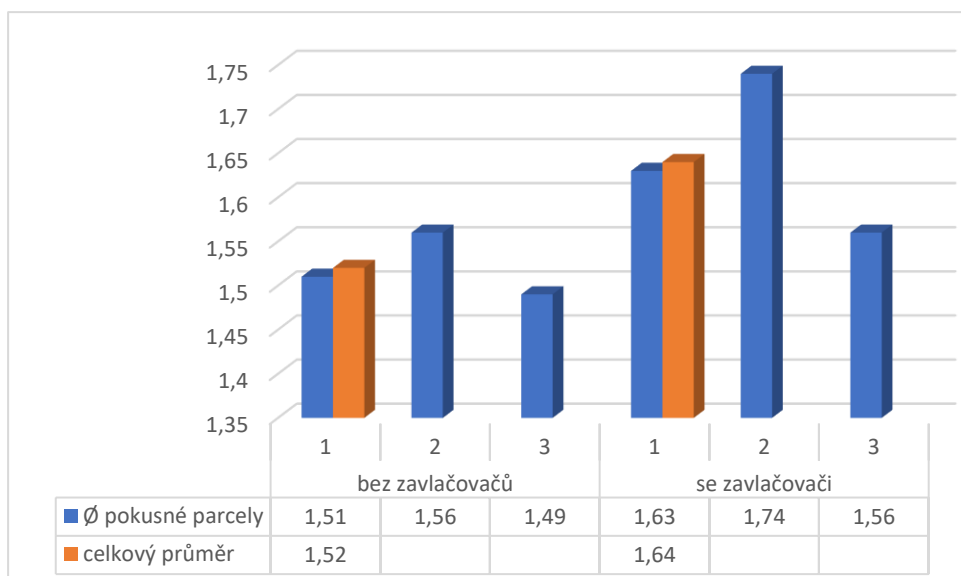
Průměrný počet tobolek na rostlinu byl u obou způsobů setí podobný, celkově nebyl průměrný počet tobolek na rostlinu vyšší než dvě tobolky. Většího průměrného počtu tobolek (1,64) dosáhl mák setý způsobem se zavlačovači oproti máku setému způsobem bez zavlačovačů (1,52) (Graf 2, Tab. 7).

**Tabulka 7: Počet tobolek na rostlině**

způsob setí	číslo pokusné parcely	Ø pokusné parcely	celkový průměr
bez zavlačovačů	1	1,51	1,52 a
	2	1,56	
	3	1,49	
se zavlačovači	1	1,63	1,64 a
	2	1,74	
	3	1,56	

Případná odlišná písmena indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05 (Fisherův LSD test).

**Graf 2: Průměrný počet tobolek na rostlinu**



### 5.1.5 Výška rostlin

Nejvyšší rostlina, která byla v pokusných parcelách změřena měla výšku 139 cm. Tato rostlina byla setá způsobem se zavlačovači, avšak v průměru neměl způsob setí na výšku rostlin žádný vliv. Průměrná výška obou způsobů setí byla 117 cm (Graf 3, Tab. 8).

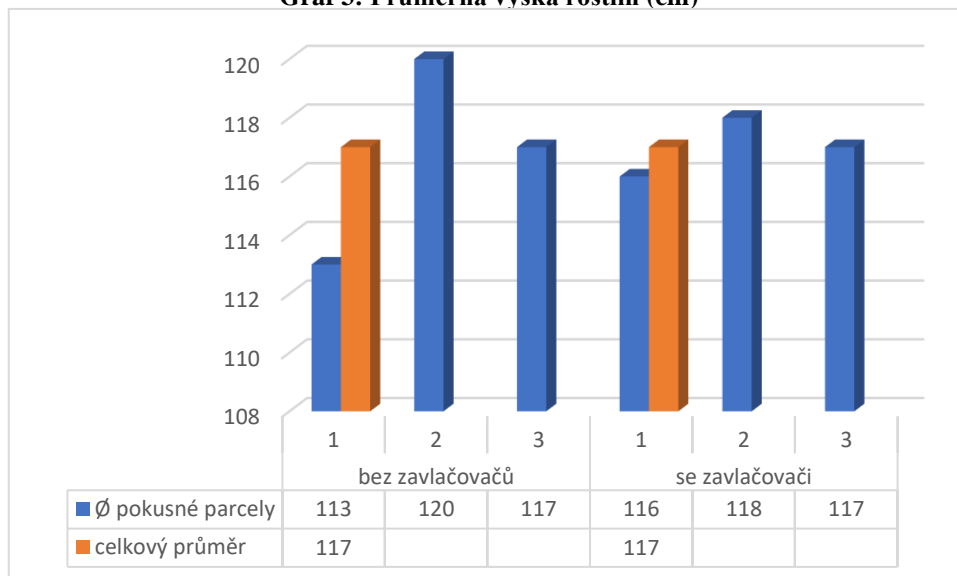
**Tabulka 8: Výška rostlin (cm)**

způsob setí	číslo pokusné parcely	Ø pokusné parcely	celkový průměr
bez zavlačovačů	1	113	117 a
	2	120	
	3	117	
se zavlačovači	1	116	117 a
	2	118	
	3	117	

Případná odlišná písmena indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05 (Fisherův LSD test).



**Graf 3: Průměrná výška rostlin (cm)**



### 5.1.6 Rozsah větvení

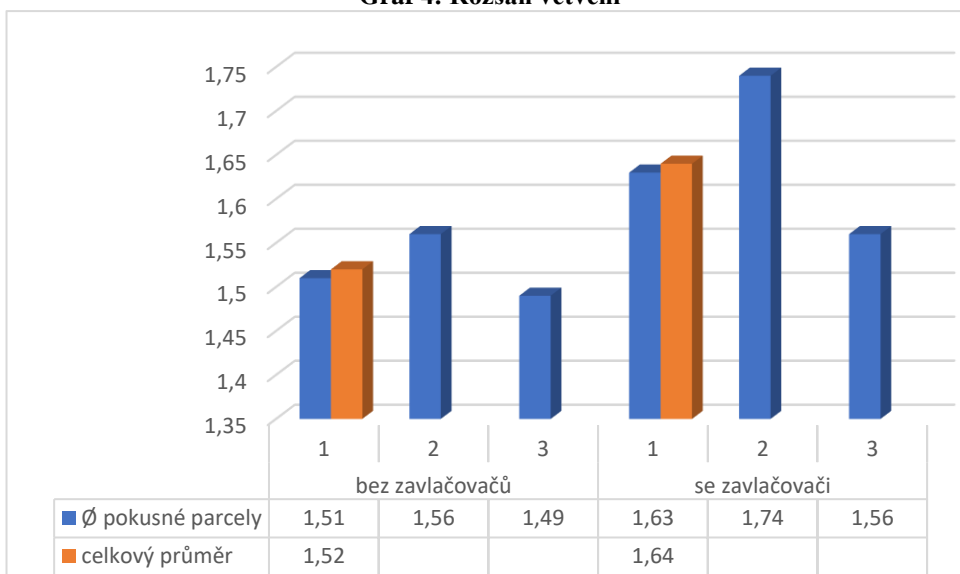
Počet primárních větví na rostlině odpovídal počtu tobolek na rostlině (Graf 4, Tab. 9).

**Tabulka 9: Rozsah větvení**

způsob setí	číslo pokusné parcely	Ø pokusné parcely	celkový průměr
bez zavlačovačů	1	1,51	1,52 a
	2	1,56	
	3	1,49	
se zavlačovači	1	1,63	1,64 a
	2	1,74	
	3	1,56	

Případná odlišná písmena indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05 (Fisherův LSD test).

**Graf 4: Rozsah větvení**



## 5.2 Posklizňové rozborů vzorků máku

### 5.2.1 Počet semen v tobolce

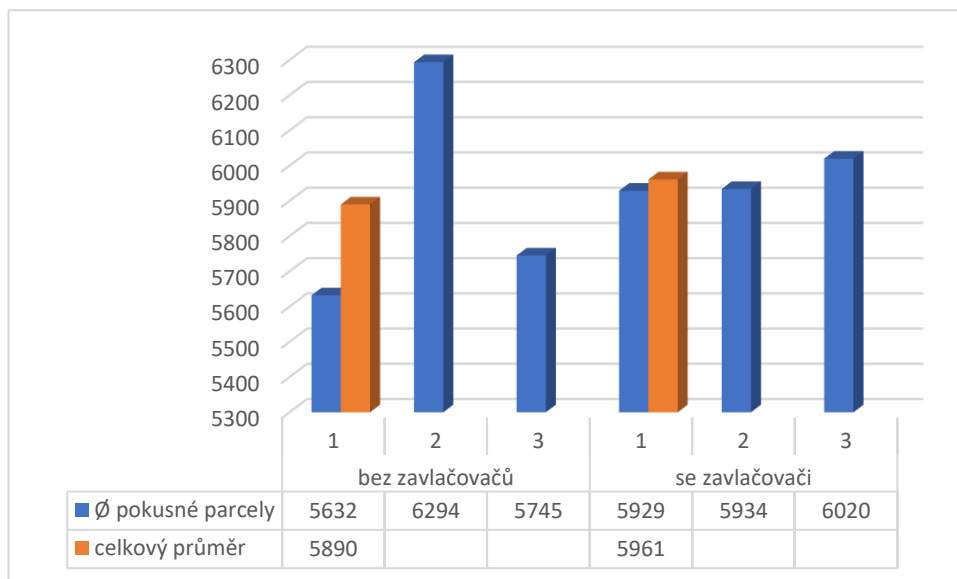
Způsob setí neměl příliš velký vliv na počet semen v tobolce. Obě odlišně zaseté varianty máku měly v průměrně velkých tobolkách okolo 6000 semen (Graf 5, Tab. 13). Největší tobolky obsahovaly okolo 8000–11000 semen.

**Tabulka 10: Počet semen v tobolce**

způsob setí	číslo pokusné parcely	Ø pokusné parcely	celkový průměr
bez zavlačovačů	1	5632	5890 a
	2	6294	
	3	5745	
se zavlačovači	1	5929	5961 a
	2	5934	
	3	6020	

Případná odlišná písmena indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05 (Fisherův LSD test).

**Graf 5: Průměrný počet semen v tobolce**



### 5.2.2 Hmotnost semen v jedné tobolce

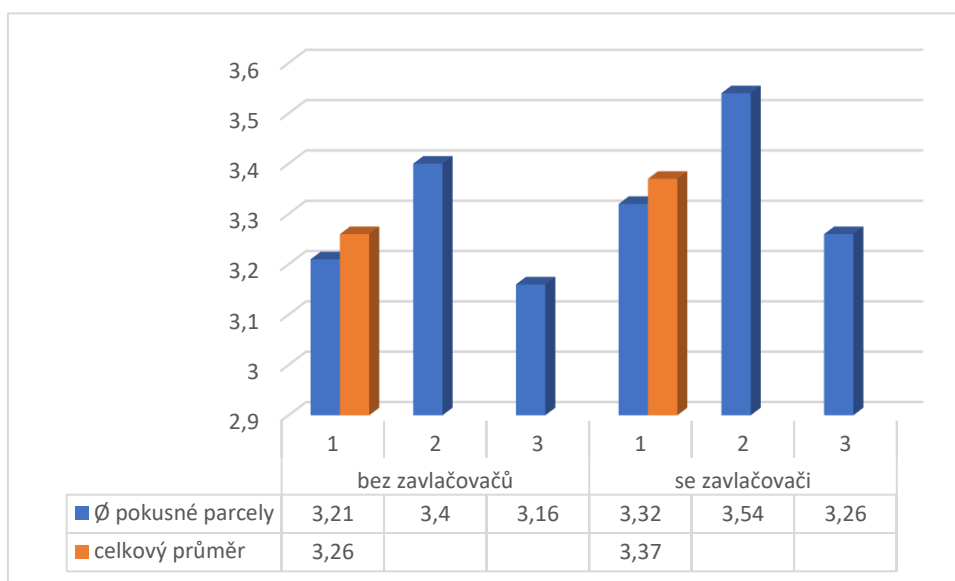
Vliv způsobu setí na hmotnost semen v tobolce neměl téměř žádný vliv. V obou případech se hmotnost semen v průměrně velké tobolce pohybovala přibližně mezi 3,0–3,5 g. Mák zasetý způsobem se zavlačovači měl v tobolce průměrně 3,37 g semen. Mák zasetý způsobem bez zavlačovačů měl průměrnou hmotnost semen v tobolce 3,26 g (Graf 6, Tab. 11).

**Tabulka 11: Hmotnost semen v tobolce (g)**

způsob setí	číslo pokusné parcely	Ø pokusné parcely	celkový průměr
bez zavlačovačů	1	3,21	3,26 a
	2	3,4	
	3	3,16	
se zavlačovači	1	3,32	3,37 a
	2	3,54	
	3	3,26	

Případná odlišná písmena indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05 (Fisherův LSD test).

**Graf 6: Průměrná hmotnost semen v tobolce (g)**



### 5.2.3 HTS

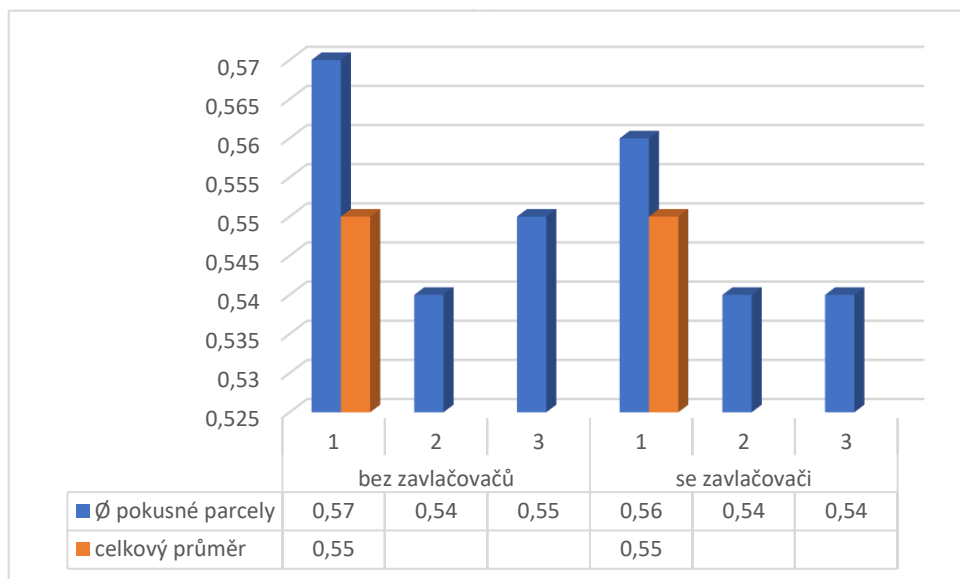
Odlíšný způsob setí máku neměl na HTS žádný vliv. U obou způsobů setí byla průměrná HTS 0,55 g (Graf 7, Tab. 12).

**Tabulka 12: HTS (g)**

způsob setí	číslo pokusné parcely	Ø pokusné parcely	celkový průměr
bez zavlačovačů	1	0,57	0,55 a
	2	0,54	
	3	0,55	
se zavlačovači	1	0,56	0,55 a
	2	0,54	
	3	0,54	

Případná odlišná písmena indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05 (Fisherův LSD test).

**Graf 7: Průměrná HTS**



#### 5.2.4 Teoretický výnos

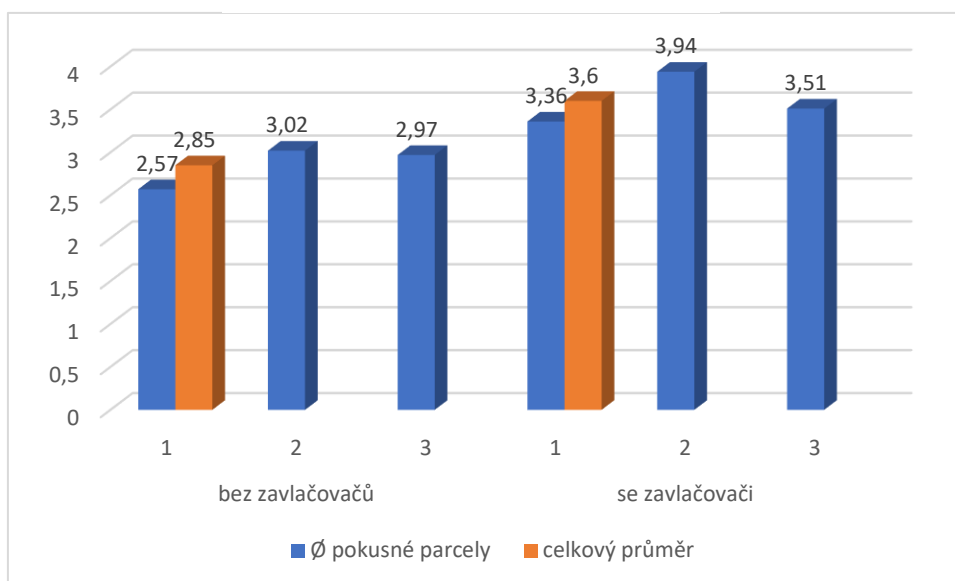
Teoretický výnos byl u jednotlivých způsobů setí poměrně odlišný. Máku setý způsobem se zavlačovači do hrůbků měl teoretický výnos 3,6 t/ha, máku setý bez zavlačovačů měl teoretický výnos nižší (2,85 t/ha). Vysoký výnos máku setého způsobem se zavlačovači oproti máku setému bez zavlačovačů byl způsoben větším počtem rostlin na m<sup>2</sup>. (Graf 8, Tab. 13).

**Tabulka 13: Teoretický výnos (t/ha)**

způsob setí	číslo pokusné parcely	Ø pokusné parcely	celkový průměr
bez zavlačovačů	1	2,57	2,85
	2	3,02	
	3	2,97	
se zavlačovači	1	3,36	3,6
	2	3,94	
	3	3,51	



**Graf 8: Průměrný teoretický výnos (t/ha)**

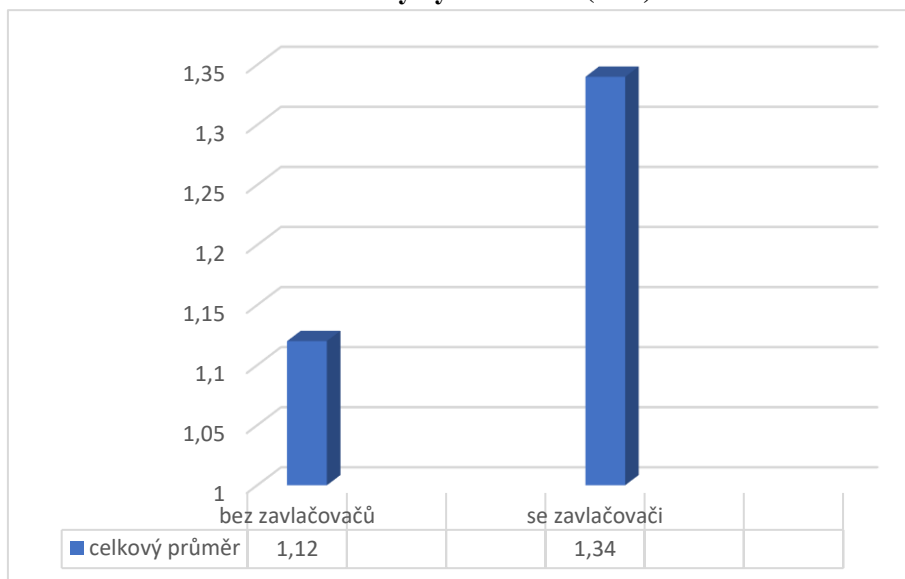


### 5.2.5 Výnos semen (reálný)

Vyššího výnosu dosáhl mák setý způsobem se zavlačovači do hrůbků, kterého bylo sklizeno 1,34 t/ha. Mák, který byl setý způsobem bez zavlačovačů, dosáhl čistého výnosu 1,12 t/ha. (Graf 9, Tab.14).

**Tabulka 14: Reálný výnos semen (t/ha)**

způsob setí	celkový průměr
bez zavlačovačů	1,12
se zavlačovači	1,34

**Graf 9: Reálný výnos semen (t/ha)**

### 5.2.6 Obsah tuku v sušině a obsah sušiny

Od každého způsobu setí byly měřeny tři vzorky ve dvou opakováních. Nejvyšší obsah tuku 41,7 % byl naměřen u máku setého způsobem bez zavlačovačů. Průměr tuku v sušině semen máku setého se zavlačovači byl 39,71 %. Průměr tuku v sušině semen máku setého bez zavlačovačů byl 40,96 % (Graf 10, Tab.15).

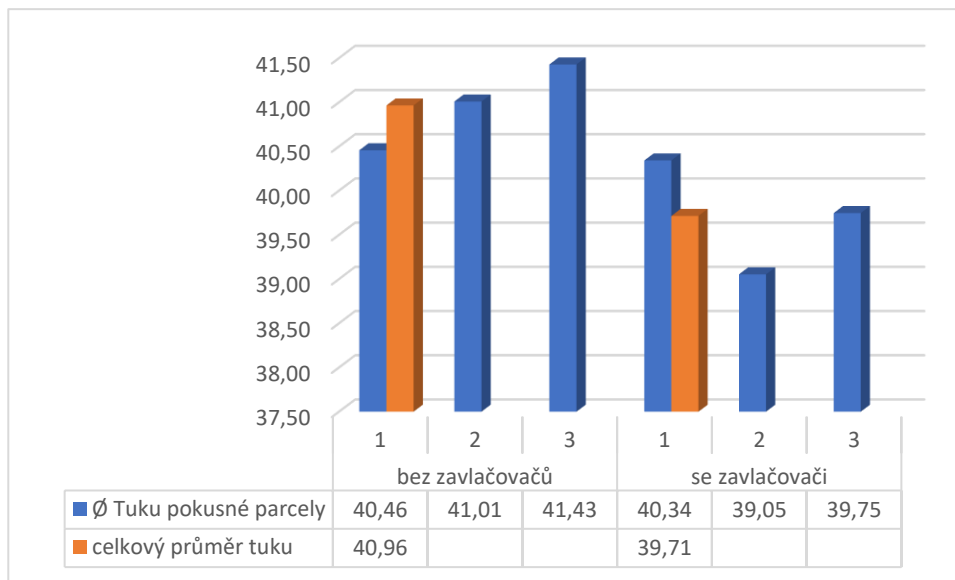
Největší obsah sušiny byl naměřen u máku setého způsobem se zavlačovači – 95,19 %. Průměr sušiny semen máku setého se zavlačovači byl 94,53 %. Průměr sušiny semen máku setého bez zavlačovačů byl 93,34 % (Graf 11, Tab.16).

**Tabulka 15: Obsah tuku v sušině semen máku (%)**

způsob setí	číslo pokusné parcely	Ø Tuku pokusné parcely	celkový průměr
bez zavlačovačů	1	40,46	40,96 a
	2	41,01	
	3	41,43	
se zavlačovači	1	40,34	39,71 a
	2	39,05	
	3	39,75	

Případná odlišná písmena indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05 (Fisherův LSD test).

**Graf 10: Obsah tuku v sušině semen máku (%)**

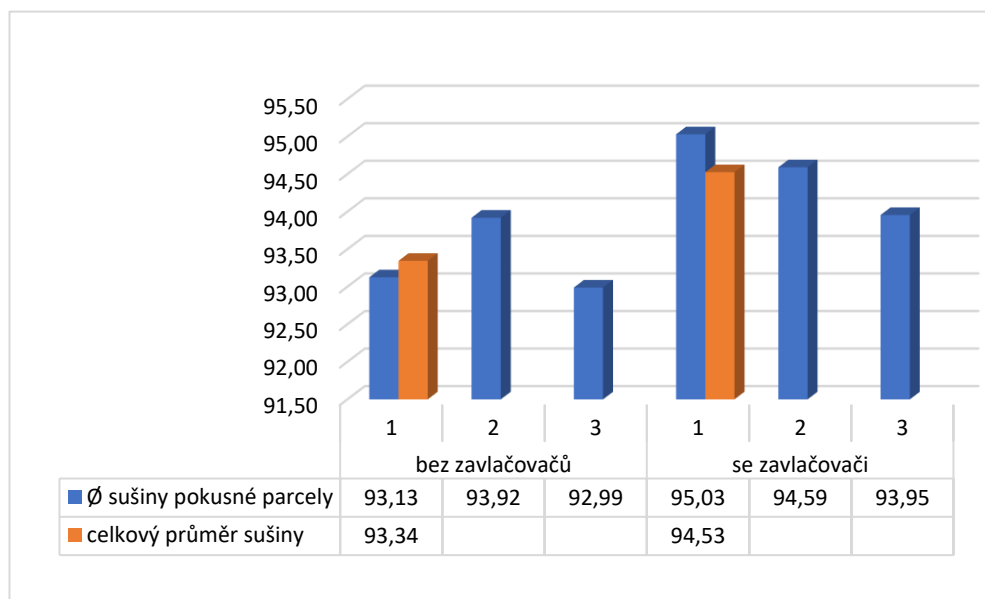


**Tabulka 16: Obsah sušiny semen máku (%)**

způsob setí	číslo pokusné parcely	Ø sušiny pokusné parcely	celkový průměr sušiny
bez zavlačovačů	1	93,13	93,34 a
	2	93,92	
	3	92,99	
se zavlačovači	1	95,03	94,53 a
	2	94,59	
	3	93,95	

Případná odlišná písmena indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05 (Fisherův LSD test).

**Graf 11: Obsah sušiny semen máku (%)**



### 5.2.7 Obsah NL v sušině

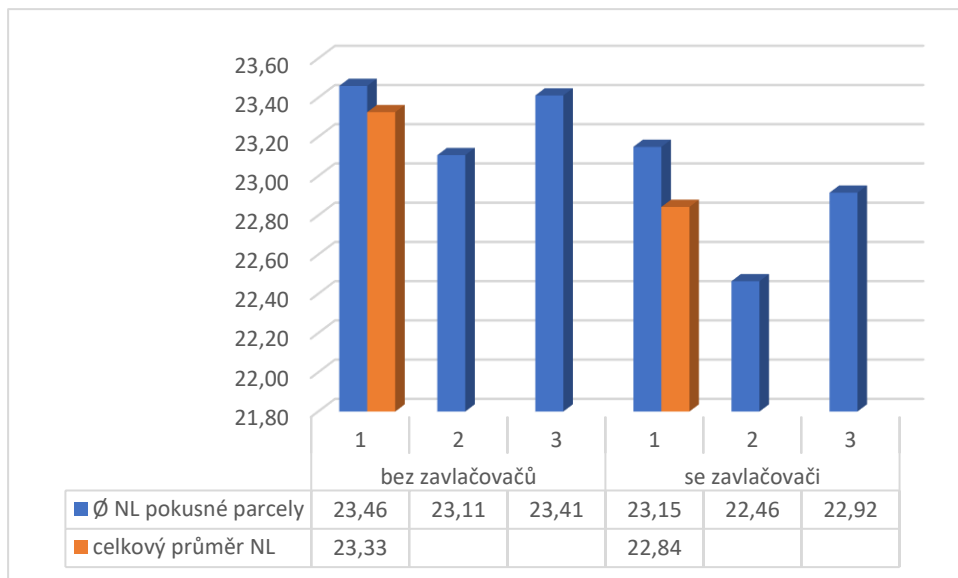
Od každého způsobu setí byly měřeny tři vzorky ve třech opakování. Nejvyšší obsah NL látek v sušině semen měl mák setý způsobem bez zavlačovačů – 23,95 %. Nejnižší obsah NL látek měl mák setý způsobem se zavlačovači – 21,64 %. Průměrný obsah NL látek v sušině semen máku byl u obou způsobů setí podobný (bez zavlačovačů 23,33 %, se zavlačovači 22,84 %) (Graf 12, Tab. 17).

**Tabulka 17: Obsah NL látek v sušině semen máku (%)**

způsob setí	číslo pokusné parcely	Ø NL pokusné parcely	celkový průměr NL
bez zavlačovačů	1	23,46	23,33 a
	2	23,11	
	3	23,41	
se zavlačovači	1	23,15	22,84 a
	2	22,46	
	3	22,92	

Případná odlišná písmena indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05 (Fisherův LSD test).

**Graf 12: Obsah NL látek v sušině semen máku (%)**





## 6 Diskuse

Rozdíly mezi jednotlivými výnosotvornými a produkčními parametry máku zasetého odlišnými způsoby nebyly příliš výrazné. Jednou z příčin mohla být nadměrně vyschlá půda v době zakládání pokusu. V důsledku toho nevznikly hrůbky při zakládání porostu takové kvality, jako by vznikly v případě běžných (tj. dlouhodobě průměrných) klimatických podmínek odpovídajících oblasti, v níž byl prováděn pokus.

Při prvním pohledu na odlišně zasetá pole nebyl rozdíl na hladině významnosti  $p < 0,05$  odlišných způsobů setí příliš patrný. Během klíčení a vzcházení rostlin se však rozdíl odlišných způsobů setí na porostu projevil poměrně zřetelně. Mák zasetý způsobem se zavlačovači vzcházel lépe a měl větší průměrný počet rostlin na  $m^2$ . Tento rozdíl nejspíše způsobil i finální vyšší reálný výnos máku zasetého do hrůbků se zavlačovači. Reálný výnos byl v tomto pokusu ve srovnání s jinými pokusy ÚKZÚZ spíše průměrný až nižší. Odrůda máku MS Harlekýn dosahuje při ideálních podmínkách výnosů i přes dvě tuny, což dokazuje pokus zkoušek užitné hodnoty máku, které prováděl ÚKZÚZ v letech 2015 a 2016. (UKZÚZ 2021). Nižší výnos tohoto pokusu byl nejspíše způsoben vlivem malého množství srážek a vysokých teplot v době setí a měsíc před sklizní, kdy mák zaschnul.

Teoretický výnos se u máku zasetého odlišnými způsoby výrazně lišil. Mák zasetý způsobem se zavlačovači měl o 20,5 % vyšší teoretický výnos oproti máku zasetému způsobem bez zavlačovačů. Tento fakt byl nejspíše způsobem vyšším počtem rostlin na  $m^2$  a větším počtem tobolek na rostlinu u máku zasetého způsobem se zavlačovači oproti máku, který byl zaset způsobem bez zavlačovačů.

Velký rozdíl byl zaznamenán mezi teoretickými a reálnými výnosy máků u obou způsobů setí. U máku zasetého způsobem se zavlačovači byl teoretický výnos o 61 % vyšší oproti reálnému výnosu. U máku zasetého bez zavlačovačů byl teoretický výnos o 63 % vyšší oproti reálnému výnosu. Tento vysoký rozdíl výnosů byl nejspíše způsoben kolejovými řádky a zamokřenými místy, kde mák špatně vzcházel. Na těchto úsecích pole nebyly umístěné žádné pokusné parcely, a tudíž zde nebylo měřeno. Dalším faktorem způsobující velký rozdíl mezi teoretickým a reálným výnosem mohl být zaplevelený pás rostlin. Tento pás, kde bylo nedopatřením vynecháno herbicidní ošetření se nacházel na polovině pole zaseté způsobem se zavlačovači. Plevelné rostliny, které nebyly zničeny postřikem, mák na tomto pásu zcela udusily. To se však

v teoretickém výnosu neprojevilo, protože se zde nenacházely žádné pokusné parcely, na kterých byl teoretický výnos zjišťován.

Dalšími velkými vlivy, jež ovlivnily rozdíl mezi teoretickým a reálným výnosem, byly poměrně velké sklizňové ztráty. Zaschlé tobolky byly velice křehké, proto se i při velice malých otáčkách zvednutého přiháněče hodně lámaly a padaly mimo málo vysunutý žací vál lišty sklízecí mlátičky (Foto č. 36). Jelikož obsluha sklízecí mlátičky dělala poměrně vysoké strniště, docházelo tím k velkým ztrátám způsobených neposečením nízko umístěných tobolek na rostlinách máku.



Foto č. 36: Ztráty máku způsobené špatným nastavením žacího válu sklízecí mlátičky (Rothbauer, 2022)

HTS a hmotnost semen v tobolce byla u obou způsobů setí podobná a lišila se jen minimálně. Osivo vzcházelo lépe u máku setého do hrůbků, avšak po vzejití byly podmínky pro rostliny velice podobné. Pravděpodobně z tohoto důvodu nebyl prokázán velký rozdíl v HTS a hmotností semen v tobolce mezi jednotlivými způsoby setí. Ve srovnání se zkouškami užitné hodnoty ÚKZÚZ 2021 byla HTS v tomto pokusu srovnatelná (ÚKZÚZ, 2021).

Průměrný počet semen v tobolkách máku byl u obou způsobů setí také velice podobný, což opět nejspíše bylo způsobeno stejnými podmínkami od vyklíčení až po dozrání máku. Tobolky dosáhly průměrného počtu kolem 5900 semen. Tato hodnota je nižší,

než udává v charakteristice této odrůdy společnost Labris (6000–8000 semen) (Labris, 2020).

Vyššího průměrného počtu tobolek na rostlinu dosáhl mák setý způsobem se zavlačovači, rozdíl však nebyl velký. Ani jeden z pozorovaných máků nedosáhl počtu dvou tobolek na rostlinu. Tento výsledek je v porovnání s bakalářskou prací Hodnocení výnosových prvků a kvality semen u jarního a ozimého máku srovnatelný (Rothbauer, 2021). Avšak při porovnání se zkouškami užitné hodnoty máku prováděného v roce 2021 (ÚKZÚZ, 2021) byl průměrný počet tobolek v tomto pokusu u máku setého způsobem se zavlačovači o 0,15 tobolky na rostlinu nižší a u máku setého způsobem bez zavlačovačů pak o 0,3 tobolky na rostlinu nižší.

Průměrná výška rostlin byla u obou způsobů setí téměř totožná. Srovnatelná výška rostlin obou způsobů setí byla nejspíše zapříčiněna stejnými podmínkami, které měly rostliny po vzejití máku. Ve srovnání se zkouškami užitné hodnoty máku prováděného v roce 2021 (ÚKZÚZ, 2021) byly rostliny máku MS Harlekýn v tomto pokusu průměrně o 27 cm vyšší. Naopak ve srovnání s bakalářskou prací Hodnocení výnosových prvků a kvality semen u jarního a ozimého máku setého (Rothbauer, 2021) byly rostliny máku Harlekýn v tomto pokusu průměrně o 6 cm nižší.

Průměrný obsah tuku v sušině máku byl u obou způsobů setí kolem 40 %. Tato hodnota je v rozmezí obsahu tuku v semenech od 28 % do 53 %, která je uvedena v knize mák (Vašák et al., 2010) a je téměř totožná s hodnotou tuku v bakalářské práci Hodnocení výnosových prvků a kvality semen u jarního a ozimého máku setého (Rothbauer, 2021). Naopak v porovnání s výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2021 pro jarní odrůdu MS Harlekýn (ÚKZÚZ, 2022) byl obsah tuku semen máku v tomto pokusu o 6,5 % nižší.

Nízký obsah tuku nejspíše způsobily vysoké teploty a nedostatek srážek v období zelené až plné zralosti máku. Vlivem vysokých teplot mák zaschnul a dosáhl plné zralosti téměř o měsíc dříve oproti normálu.

Průměrný obsah NL v sušině semen máku byl u obou způsobů setí kolem 23 %. Tato hodnota je v porovnání s bakalářskou prací Hodnocení výnosových prvků a kvality semen u jarního a ozimého máku setého (Rothbauer, 2021) o 1 % vyšší. Téměř srovnatelné procento NL u obou způsobů setí ukázalo, že v tomto pokusu neměl způsob založení porostu na obsah NL téměř žádný vliv.

Průměrný obsah sušiny byl u způsobu setí bez zavlačovačů 93,34 % a u způsobu setí se zavlačovači 94,54 %.

## 7 Závěr

Z odborných literárních zdrojů a hodnocení pokusu vyplývá, že nelze jednoznačně říci, která technika a který způsob setí má nejlepší vliv na výnos a kvalitativní parametry máku. V tomto pokusu, jehož cílem bylo ověřit vliv způsobu setí na produkční a kvalitativní parametry máku, nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v hodnocených parametrech máku mezi mákem zasetým způsobem bez zavlačovačů a mákem zasetým způsobem se zavlačovači.

Lze usuzovat, že možnou příčinou byla nadměrně vyschlá půda v době setí, v jejímž důsledku funkce prutových zavlačovačů nebyla ideální a nedošlo k vytvoření hrůbků jako při optimálních podmínkách setí tímto způsobem. I přes to byl v pokusu zaznamenán malý rozdíl při vzcházení rostlin, kdy mák zasetý způsobem se zavlačovači vzcházel lépe a dosáhl většího počtu rostlin na m<sup>2</sup> oproti máku zasetému způsobem bez zavlačovačů.

Důvodem je nejspíše nahrnutá zemina zavlačovači nad osivo máku, jež chránila osivo a půdu pod ním před větším vysycháním, a proto měla semena zasetá způsobem se zavlačovači pravděpodobně k dispozici více vláhy oproti osivu zasetému způsobem bez zavlačovačů. Tato skutečnost se také projevila na teoretickém a reálném výnosu, které byly u máku setého způsobem se zavlačovači o málo vyšší oproti máku zasetému způsobem bez zavlačovačů.

V ostatních hodnocených parametrech, jako je rozsah větvení, počet tobolek na rostlině, HTS, počet semen v tobolce, hmotnost semen v tobolce a výška rostlin, nebyl mezi sledovanými odlišně setými rostlinami máku téměř žádný rozdíl. Ani u hodnocených kvalitativních parametrů – obsah tuku a NL – nebyly mezi odlišně setými porosty máku větší rozdíly.

V případě, že by klimatické podmínky měly obdobný průběh (tj. vysoké teploty, malé množství srážek v době setí a po zasetí) jako v době uskutečnění pokusu popsaného v této práci, lze na základě zjištěných výsledků doporučit setí máku způsobem se zavlačovači. Statistické vyhodnocení sice neprokázalo velké rozdíly mezi odlišnými způsoby setí, avšak mák zasetý způsobem se zavlačovači dosáhl vyššího finálního výnosu, který z důvodu pouze dvou hodnot a jasné prokazatelnosti nebyl statisticky hodnocen. Tento pokus však hodnotí pouze jedno vegetační období, proto z něho nelze vyvozovat všeobecně platné závěry a závazná doporučení pro praxi.

## Přehled použité literatury a zdrojů

- Agromanual, (2023) Helmintosporiíza máku. [online] [cit. 5.2. 2023]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/helmentosporioza-maku>
- Arriaga, F., Balkocom, K. (2005). *Benefits of conservation tillage on rainfall and water management*. Georgia Tech Libraray. [online] [cit. 10.12. 2023]. Dostupné z: <https://smartech.gatech.edu/handle/1853/47508>
- Baranyk, P. et al. (2010). Mák setý. 1. In: Baranyk, P. et al. *Olejniny*. První vydání. Profi Press s.r.o., Praha, pp. 81-111. ISBN 978-80-86726-38-0.
- Běchyně, M. et al. (1987). *Biologie máku a systém jeho produkce*. První vydání. Vysoká škola zemědělská v Praze. Praha.
- Bozan, B., Temelli, F. (2008). Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology*, 99: 6354–6359.
- Brant, V., Čejka, J., Kroulík, M., Kunte, J., Ryčl, D., Šmoger, J. (2020). Pěstování máku setého s pomocnou plodinou. [online] [cit. 24. 12. 2023]. Dostupné z: [https://www.bednar.com/upload/articles/2020/Methodika\\_pestovani\\_maku\\_seteho\\_s\\_pomocnou\\_plodinou.pdf](https://www.bednar.com/upload/articles/2020/Methodika_pestovani_maku_seteho_s_pomocnou_plodinou.pdf)
- Brožková, L. (2020). Výskyt makovicových škůdců v porostech máku a ochrana proti nim. [online] Agrovenkov o.p.s. [cit. 6. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.agrovenkov.com/2020/07/vyskyt-makovicovych-skudcu-v-porostech-maku-a-ochrana-proti-nim/>
- Cihlář, P. et al. (2018). *Zakládání porostu máku a regulace plevelů*. [online] Agromanual.cz [cit. 27. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/zakladani-porostu-maku-a-regulace-plevelu>
- Cihlář, P. et al. (2013). *Setí máku neuspěchejte*. [online] Agrární WWW portál AGRIS [cit. 12. 12. 2023]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/179500>
- Cihlář, P., Tomášek, J., Vašák, J. (2017). *Zakládání porostu máku – známé skutečnosti a možnosti podpory vzcházení rostlin*. [online] Agromanual.cz [cit. 28. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/zakladani-porostu-maku-zname-skutecnosti-a-moznosti-podpory-vzchazeni-rostlin>
- Český modrý mák, (2019). *Typy máku, Český modrý mák*. [online] [cit. 6.1. 2023]. Dostupné z: <https://ceskymodrymak.cz/cs/mak/druhy-maku>



Elementar.de (2021): *Dumas – A well-established method for N/protein analysis* [online]. Germany: Elementar Analysensysteme [cit. 10.03.2021]. Dostupné z: <http://www.elementar.de/en/products/nprotein-analysis/rapid-n-exceed.html>

Erinç, H. et al. (2009). Determination of fatty acid, tocopherol and phytosterol contents of the oils of various poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds. *grasas y aceites*, 60 (4): 375-381.

Facchini, P.J., Hagel, J.M., Liscombe, D.K. et al. (2007). Opium poppy: blueprint for an alkaloid factory. *Phytochem Rev* 6, 97–124. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11101-006-9042-0>

Falta, K., (2009). Úspěšní pěstitelé máku využívají secí stroj Horsch Pronto DC. [online] [cit. 24. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.agrokonzulta.cz/novinka/%C3%9Aasp%C4%9B%C5%A1n%C3%AD%20p%C4%9Bstite%C3%A9%20m%C3%A1ku%20vyu%C5%BE%C3%ADvaj%C3%AD%20sec%C3%AD%20stroj%20Horsch%20Pronto%20DC>

Havel, J. (2020). Zakládání porostu máku a možnost regulace plevelů. [online] Agromanual.cz [cit. 17. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/zakladani-porostu-maku-a-moznosti-regulace-plevelu>

Honsová, H. (2022). *Máku na našich polích méně než loni*. [online] Agromanual.cz [cit. 14. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/management-a-legislativa/management/maku-na-nasich-polich-mene-nez-loni>

HORSCH (2023). *Kypřiče a předseťová příprava půdy*. [online] [cit. 22. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.horsch.com/cs/bezorebne>

HORSCH (2023). *Setí a hnojení*. [online] [cit. 24. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.horsch.com/cs/produkty/seti/diskove-seci-stroje/pronto-td>

Hrudová, E. et al. (2009). *Integrovaná ochrana rostlin*. První vydání. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7157-980-9.

Hůla, J., Abrham, Z., Bauer, F., 1997: *Zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: Brázda, 144 s. ISBN 80-209-0265-1.

InMeteo, s.r.o. (2023). *IN POČASÍ*. [online]. [cit. 16. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/archiv/>

Kálmán, T. et al., (2014). Use of mesotrione and tembotrione herbicides for post-emergence weed control in alkaloid poppy (*Papaver somniferum*). [online] [cit. 5. 2. 2023]. Dostupné Z:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09670874.2014.953622?scroll=top&needAccess=true&role=tab>

Jung, S. et al. (2003). Comparison of Kjeldahl and Dumas methods for determining protein contents of soybean products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80 (12):1169-1173.

Kameníková, L., Vrbovský, V. (2009). *White-seeded poppy varieties Orel and Racek*. In: *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 45 (1), s. 37-38. [online] [cit. 17. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093170480>

Kladivko, J. E. (2001) *Tillage systems and soil ecology*. In: *Soil and tillage research*, 61 (1-2), s. 61-76. [online] [cit. 18. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198701001799>

Koprna, R., Škeřík, J. (2007). *Dobře založený porost, vysoký výnos*. [online] *Zemědělec* [cit. 18. 1. 2023]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/dobre-zalozeny-porost-vysoky-vynos/>

Kulovaná, E., Hůla, J. (2001) *Setí*. [online] ProfiPress, mechanizace zemědělství [cit. 25. 12. 2023]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/seti/>

Labris, (2020). *Modrosemenné potravinářské odrůdy máku setého*. [online]. [cit. 29. 4. 2021]. Dostupné z: <http://www.labris.cz/odrudy-maku-seteho>

Lošák, T. (2023). *Zásadní poznatky k výživě a hnojení máku*. [online] *Makove pole.sk* [cit. 5. 2. 2023]. Dostupné z: <http://www.makovepole.sk/index.php/hnojenie>

Lošák, T. a Dostál, J. (2016). *Mimokořenová výživa máku setého*. [online] AGROINSTITUT NITRA státní podnik [cit. 5. 2. 2023]. Dostupné z: <http://www.agroporadenstvo.sk/rastlinna-vyroba-olejniny?article=794>

Martínková, M. (2021). *Mák a jeho význam v potravinářství*. Bakalářská práce, Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická.

Meteoblue, (2022). *Podnebí Rukáveč*. [online]. [cit. 16. 2. 2023]. Dostupné z: [https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/weatherarchive/ruk%c3%a1ve%c4%8d\\_%c4%8cesko\\_3066579](https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/weatherarchive/ruk%c3%a1ve%c4%8d_%c4%8cesko_3066579)

Mikulka, J. (2014). *Plevele polních plodin*. První vydání. Profi Press, Praha. ISBN 978-80-86726-60-1.

Moudrý, J. (2023) *Mák setý (Papaver somniferum)* dostupné z: <https://www2.zf.jcu.cz/>

Nichole R. O'Neill, James C. Jennings, Bryan A. Bailey, David F. Farr (2007) *Dendryphon penicillatum and Pleospora papaveracea, Destructive Seedborne*

Pathogens and Potential Mycoherbicides for *Papaver somniferum*. APS publication. [online] Agromanual.cz [cit. 5. 2. 2023]. Dostupné z: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PHYTO.2000.90.7.691#pane-pcw-references>

Özcan, M. M., Atalay, C. (2006). Determination of seed and oil properties of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties. *Grasas y Aceites*, 57 (2): 169-174.

Přibík, O. (2019). *Česká republika je velmocí v produkci a exportu potravinářského máku*. [online] Zemědělec [cit. 14. 1. 2023]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/ceska-republika-je-velmoci-v-produkci-a-exportu-potravinarskeho-maku/>

Pšenička, P. et al. (2009). Současný sortiment odrůd a osivo. [online] Zemědělec [cit. 5. 11. 2023]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/soucasny-sortiment-odrud-a-osivo/>

Pšenička, P., Vašák, J., Cihlár, P. (2006). Vliv moření osiva na produktivitu jarního máku. In: *Prosperující olejniny*. Zemědělská společnost při ČZU v Praze – pobočka FYTO, Praha, pp. 83-84.

Rostlinolékařský portál (2023). *B – deficitní srdéčková hniloba máku*. [online] [cit. 6.2.2023]. Dostupné z: [https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/?key=%222eb5788ffd084b2d28065f0ae36aed28%22#r1p|poruchy|detail:2eb5788ffd084b2d28065f0ae36aed28|popis](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%222eb5788ffd084b2d28065f0ae36aed28%22#r1p|poruchy|detail:2eb5788ffd084b2d28065f0ae36aed28|popis)

Rotrekl, J. (2020) Škůdci máku v jarním období. [online] Agromanual.cz [cit. 6. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/skudci-maku-v-jarnim-obdobi>

Rusu, T., Gus, P., Bogdan, I., Moraru, P.I., Pop, A.I., Clapa, D., Marin, D. I., Oroian, I., Pop, L. I. (2009). Implications of minimum tillage systems on sustainability of agricultural production and soil conservation. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. Vol.7, (2), s. 335-338. [online] [cit. 22. 1. 2023]. Dostupné z: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41217667/Implications\\_of\\_minimum\\_tillage\\_systems\\_20160113-24766-gpyim0.pdf20160115-19908-f31rch-libre.pdf?1452879001=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DImplications\\_of\\_minimum\\_tillage\\_systems.pdf&Expires=1674420975&Signature=Fo7bZXwFO2VMn2rdVINIaWIWdu8txcmuQMJtXIFIMvR-Gumb1FSXOFYdAr6NIGu6OFuWGgoeu2qyC0ziC9xMxF4cjbolK3Odba~XfaPHYOqPgW3WbKKoAC3VYGZ0-QwzrV~K-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41217667/Implications_of_minimum_tillage_systems_20160113-24766-gpyim0.pdf20160115-19908-f31rch-libre.pdf?1452879001=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DImplications_of_minimum_tillage_systems.pdf&Expires=1674420975&Signature=Fo7bZXwFO2VMn2rdVINIaWIWdu8txcmuQMJtXIFIMvR-Gumb1FSXOFYdAr6NIGu6OFuWGgoeu2qyC0ziC9xMxF4cjbolK3Odba~XfaPHYOqPgW3WbKKoAC3VYGZ0-QwzrV~K-)

zHYipu6FUWMRV5z7uBeO2Kzqh7F3YCGiS-y8-  
5vHcTtDLqPSP9SPrwtANgRVL~qNmbGFuZaCLk9LXRHmi6gmrEt2qU1Sj8CVJ  
QnA7hDPI-  
rwqJIAGbX4CRWfU1usD7wZBF1H4AZfxTm79Yv0WjATdcAkMZDmkGTHqsT0  
SZMRoGpMukYAZjdbKVMFnp7E43tzcQaIWDclpcsx0wvXw\_\_&Key-Pair-  
Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Říha, K. (2023). Doporučení pro správné vedení porostu máku setého z hlediska ochrany proti houbovým chorobám. [online] Makové pole. sk [cit. 5. 2. 2023]. Dostupné z: <http://makovepole.sk/index.php/choroby>

Satranský, M., Cihlář, P. (2021) *Zakládání porostu jarního máku*. [online] Agromanual.cz [cit. 23. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/zakladani-porostu-jarniho-maku>

Satranský, M. (2020) *Ošetření osiva jarního máku*. [online] Agromanual.cz [cit. 5. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/osetreni-osiva-jarniho-maku>

Srinivas, H., Narasinga Rao MS. (1981). Studies on the proteins of poppy seed (*Papaver somniferum* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 29: 1325

Syngenta (2023) Mák. [online] Syngenta.cz [cit. 7. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.syngenta.cz/mak>

ÚKZÚZ, (2023). *Mák setý (Papaver somniferum) ÚKZÚZ 2014-2023*. [online] [5.2.2023]. Dostupné z:

[https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c29d42c%22#rlp|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c29d42c|popis](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c29d42c%22#rlp|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c29d42c|popis)

ÚKZÚZ, (2022). Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2021, mák setý (jarní). [online] [cit. 25. 3. 2023]. Dostupné z: [https://eagri.cz/public/web/file/693437/ZUH\\_21\\_maksety\\_S\\_kval.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/693437/ZUH_21_maksety_S_kval.pdf)

Vaňatová, P. (2008). Plíseň maková poškodila porosty. [online] Úroda [cit. 23. 1. 2023]. Dostupné z: <https://uroda.cz/plisen-makova-poskodila-porosty/>

Vašák, J. et al. (2010). *Mák*. První vydání. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. ISBN 978-80-904011-8-1.

Venclová, (2022). Využití přírodních látek při ošetření osiva máku setého. [online] Úroda [cit. 27. 12. 2023]. Dostupné z: <https://uroda.cz/vyuziti-prirodnich-latek-pri-osetreni-osiva-maku-seteho/>.

- Veselá, T. (2018). *Vliv biologické ochrany rostlin na produkci sekundárních metabolitů papaver somniferum IV*. Diplomová práce, Univerzita Karlova, Hradec Králové, Fakulta farmaceutické botaniky.
- Vlk, R. et al. (2009). *Příprava půdy a zakládání porostů*. [online] Zemědělec [cit. 15. 1. 2023]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/priprava-pudy-a-zakladani-porostu/>
- Vrbovský, et al. (2009). Šlechtění máku a nově registrovaná odrůda „Orfeus“. In: *Prosperující olejniny*. Zemědělská společnost – pobočka FYTO, Praha pp. 158-161.
- VÚMOP (2022). *eKatalog BPEJ*. [online]. [cit. 15. 2. 2023]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>
- Wójtowicz, M., & Wójtowicz, A. (2009). Effectiveness of chemical protection against weeds applied to poppy (*Papaver somniferum* L.). *Journal of Plant Protection Research*, 49(2): 209-215.
- Wójtowicz, M., & Wójtowicz, A. (2015). Efficacy of herbicides in protection of poppy (*Papaver somniferum* L.) cultivars against weeds. *Rośliny Oleiste 2015*, Vol.36 pp.69-84 ref.17. [online] [cit. 5. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163150843>
- Zehnálek, P. (2021). *Přehledy odrůd řepky olejky – jarní, hořčice bílé, máku setého a kmínu kořenného 2021*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, Brno, pp. 66-76.
- Zehnálek, P. (2020). *Přehledy odrůd řepky olejky – jarní, hořčice bílé, máku setého a kmínu kořenného 2020*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, Brno, pp. 89-92.
- Zehnálek, P. (2018). *Nově registrované odrůdy – mák setý*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Hradec nad Svitavou. [cit. 17. 1. 2023]. Dostupné z: [https://eagri.cz/public/web/file/582195/Mak\\_2018.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/582195/Mak_2018.pdf).
- Zehnálek, P., ÚKZÚZ, (2019). *Metodika zkoušek užitné hodnoty Mák*. [online] [10.2.2023]. Dostupné z: [https://eagri.cz/public/web/file/112439/Priloha\\_19\\_ZUH19\\_2019\\_Mak\\_revize\\_2021.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/112439/Priloha_19_ZUH19_2019_Mak_revize_2021.pdf)



## Seznam obrázků

Obrázek 3: Makrofenologická stupnice máku setého (Bechyně a Novák 1987) ....	9
Obrázek 2: Diskové výsevní ústrojí (Horsch 2023).....	25
Obrázek 3: Zavlačovače (Horsch 2023).....	26
Obrázek 4: Secí stroj s diskovým výsevním ústrojím v kombinaci s hloubkovými kypřiči (Horsch 2023).....	27
Obrázek 5: Radličkové výsevní ústrojí (Horsch 2023).....	28
Obrázek 6: Mák zasetý společně s pomocnou plodinou (Bednar 2020) .....	29

## Seznam fotografií

(autor – Petr Rothbauer, 2022)

Fotografie č. 1: Vytyčená pokusná parcela .....	31
Fotografie č. 2: Zetor 140 HSX v agregaci s diskovým podmítačem Horsch Joker 3 CT .....	34
Fotografie č. 3: Zetor 140 HSX v agregaci s radličkovým kypříčem Horsch Terrano 3 FX .....	34
Fotografie č. 4: Secí stroj Horsch Pronto 6 DC.....	35
Fotografie č. 5: Setí máku se zavlačovači do hrůbků.....	36
Fotografie č. 6: Setí máku bez zavlačovačů (jsou mimo pracovní polohu).....	36
Fotografie č. 7: Rozdíly odlišně zasetých porostů .....	38
Fotografie č. 8: Sklizeň máku .....	39
Fotografie č. 9: Zaschlé tobolky máku setého při sklizni .....	39
Fotografie č. 10: Navážení 1 g vzorku .....	42
Fotografie č. 11: Přístroj Ankom, na kterém byl stanoven obsah tuku .....	42
Fotografie č. 12: Navážení 25 mg vzorku v cínové kapsli.....	43
Fotografie č. 13: Analyzátor rapid N cube (Elementar, Germany).....	43
Fotografie č. 14: Semena máku odrůdy Harlekýn.....	45
Fotografie č. 15: Fáze dělohy vidlicovitě rozevřeny .....	45
Fotografie č. 16: Fáze 3.-4. pravého listu.....	45
Fotografie č. 17: Fáze sedmého pravého listu .....	45
Fotografie č. 18: Fáze listové růžice .....	46
Fotografie č. 19: Fáze stonkování a butonizace až fáze objevení mladého poupěte..	46
Fotografie č. 20: Fáze plného kvetení až odkvětu.....	46
Fotografie č. 21: Fáze zelená zralost až zrání tobolky .....	46
Fotografie č. 22: Fáze plná zralost tobolky a semen .....	47
Fotografie č. 23: Výdrol jílků vytrvalého v herbicidně neošetřeném pruhu máku ...	47
Fotografie č. 24: Plevelé – kakost okrouhlolistý v máku setém způsobem bez zavlačovačů .....	48
Fotografie č. 25: Plevelé – jílek vytrvalý v máku setém způsobem bez zavlačovačů	48
Fotografie č. 26: Plevelé – jitrocel větší v máku setém způsobem se zavlačovači ...	49
Fotografie č. 27: Plevelé – rozrazil perský v máku setém způsobem se zavlačovači.	49

Fotografie č. 28: Plevelé – mák vlčí v porostu máku setém způsobem se zavlačovači.....	50
Fotografie č. 29: Plevelé – prlina rolní v porostu máku setém způsobem se zavlačovači.....	50
Fotografie č. 30: Plevelé – violka rolní v máku setém způsobem bez zavlačovačů... 51	51
Fotografie č. 31: Plevelé – zemědým lékařský v máku setém způsobem bez zavlačovačů .....	51
Fotografie č. 32: Plevelé – rmen rolní a chrpa modrá v máku setém způsobem bez zavlačovačů .....	52
Fotografie č. 33: Škůdci – blýskáček řepkový na květu máku .....	52
Fotografie č. 34: Škůdci – Tobolka napadená krytonoscem makovicovým .....	53
Fotografie č. 35: Choroby – Listy máku napadené chorobou Helmintosporiíza máku .....	54
Fotografie č. 36: Ztráty máku způsobené špatně nastavenou žacího válu sklízecí mlátičky .....	68

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Makrofenologická stupnice pro mák setý (Bechyně, 1987, Vašák et al., 2010, Veselá, 2018) .....	10-11
Tabulka 2: Ideotyp máku setého (Bechyně a Novák 1987, Bechyně et al., 2010, Vašák et al., 2010) .....	12-13
Tabulka 3: Podnebí v průběhu pokusu (Meteoblue, 2022) .....	33
Tabulka 4: Jednotlivé pracovní operace během vegetace máku .....	40
Tabulka 5: Nástup růstových fází u máku zasetého způsobem se zavlačovači i bez zavlačovačů .....	45-47
Tabulka 6: Hustota porostu (počet rostlin na m <sup>2</sup> ) .....	54
Tabulka 7: Počet tobolek na rostlině .....	55
Tabulka 8: Výška rostlin (cm) .....	56
Tabulka 9: Rozsah větvení .....	57
Tabulka 10: Počet semen v tobolce .....	58
Tabulka 11: Hmotnost semen v tobolce (g) .....	59
Tabulka 12: HTS (g) .....	60
Tabulka 13: Teoretický výnos (t/ha) .....	61
Tabulka 14: Reálný výnos semen (t/ha) .....	62
Tabulka 15: Obsah tuku v sušině semen máku (%) .....	63
Tabulka 16: Obsah sušiny semen máku (%) .....	64
Tabulka 17: Obsah NL látek v sušině semen máku (%) .....	65

(Tabulky 4-17 autor: Rothbauer 2022)

## Seznam grafů

(autor – Petr Rothbauer, 2022)

Graf 1: Hustota porostu (počet rostlin na m <sup>2</sup> ).....	54
Graf 2: Průměrný počet tobolek na rostlinu .....	56
Graf 3: Průměrná výška rostlin (cm) .....	57
Graf 4: Rozsah větvení .....	58
Graf 5: Průměrný počet semen v tobolce .....	59
Graf 6: Průměrná hmotnost semen v tobolce (g) .....	60
Graf 7: Průměrná HTS (g) .....	61
Graf 8: Reálný výnos semen (t/ha) .....	62
Graf 9: Reálný výnos semen (t/ha) .....	63
Graf 10: Obsah tuku v sušině semen máku (%).....	64
Graf 11: Obsah sušiny semen máku (%) .....	65
Graf 12: Obsah NL látek v sušině semen máku (%) .....	66



## **Seznam použitých zkratek**

BPEJ – Bonitovaná půdně ekologická jednotka

ČR – Česká republika

HTS – hmotnost tisíce semen

NL – dusíkaté látky

Obr. - obrázek

Tab. - tabulka

ÚKZUZ – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

VÚOMP – Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy