



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

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

# **JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

## **ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Katedra rostlinné výroby

### **Bakalářská práce**

Hodnocení výnosových prvků a kvality semen u jarního a  
ozimého máku

Autor práce: Petr Rothbauer

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

Konzultant práce: Ing. Markéta Jarošová

České Budějovice

2021

## **Prohlášení**

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

V Českých Budějovicích dne 22. 4. 2021

Rothbauer

Podpis

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce porovnává pěstování jarních a ozimých forem máku setého. Cílem bylo zhodnotit jejich výnosové prvky a kvalitu semen. Vyhodnocení probíhalo na základě literární rešerše a provozního pokusu, kde byly pozorovány tři odrůdy máku setého – ozimá odrůda Zeno 2002 a dvě jarní odrůdy MS Harlekýn a Maraton. Celkové výsledky ukázaly jako nejvýnosnější jarní odrůdu MS Harlekýn, která dosáhla nejvyšších průměrných výnosů 1,52 t/ha i nejvyšší HTS 0,61 g. Ještě vyššího výnosu 1,96 t/ha ovšem pouze na jednom ze sledovaných honů dosáhla ozimá odrůda Zeno 2002, která měla i nejvyšší průměrný počet semen v jedné tobolce a nejvyšší obsah tuku v sušině. V závěru jsou shrnuty výhody a nevýhody pěstování jednotlivých forem máku a na základě výsledků pokusu formulovány konkrétní doporučení k výběru formy máku a jeho pěstování pro dosažení vysokých výnosů.

**Klíčová slova:** mák setý, pěstování, výnos, kvalita, Maraton, MS Harlekýn, Zeno 2002

## **Abstract**

This bachelor thesis compares the cultivation of spring and winter forms of poppy seeds. The aim was to evaluate their yield elements and seed quality. The evaluation was carried out on the basis of a literature search and an operational experiment, where three varieties of poppy were observed – the winter variety Zeno 2002 and two spring varieties Harlequin and Marathon. The overall results showed the most profitable spring variety Harlequin, which achieved the highest average yields of 1.52 t/ha and the highest HTS 0.61 g. However, the winter variety Zeno 2002 achieved an even higher yield of 1.96 t/ha only on one of the monitored hunts, which also had the highest average number of seeds in one capsule and the highest fat content in the dry matter. In the end, the advantages and disadvantages of growing individual forms of poppy are summarized and based on the results of the experiment, specific recommendations for the selection of the form of poppy and its cultivation to achieve high yields are formulated.

**Key words:** poppy, cultivation, yield, quality, Maraton, MS Harlekýn, Zeno 2002

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval zejména svému školiteli doc. Ing. Janu Bártovi, Ph.D. za vedení, ochotu, cenné rady a připomínky, které mi v průběhu zpracování této práce poskytl. Dále bych rád poděkoval konzultantce své bakalářské práce Ing. Markétě Jarošové za věcné připomínky a rady a pomoc při zpracování této práce. V neposlední řadě bych chtěl za spolupráci poděkovat také majiteli pozemků, na kterých byl pokus prováděn.

# Obsah

1 Úvod.....	8
2 Literární přehled.....	9
2.1 Historie máku a jeho využití .....	9
2.1.1 Historie máku setého.....	9
2.1.2 Využití máku setého.....	9
2.2 Biologická charakteristika.....	10
2.3 Morfologie a anatomie máku setého .....	11
2. 4 Růst a vývoj máku setého .....	13
2.4.1 Růst máku setého .....	13
2.4.2 Vývoj máku setého.....	14
2.5 Šlechtění máku .....	16
2.6 Ideotyp rostliny máku a nároky na světlo, teplo, vodu a půdu .....	19
2.7 Technologie pěstování máku setého – agrotechnika.....	23
2.7.1 Výživa a hnojení .....	23
2.7.2 Zpracování půdy.....	25
2.7.3 Osivo a jeho úprava.....	26
2.7.4 Setí .....	27
2.7.5 Ošetřování máku během vegetace.....	28
2.7.6 Příprava porostu ke sklizni, vlastní sklizeň, skladování a separace máku	37
2.8 Specifika agrotechniky máku z podzimního výsevu.....	40
3 Cíl práce .....	41
4 Materiál a metodika.....	42
4. 1 Metodika výzkumu.....	42
4.1.1 Charakteristika sledovaných odrůd máku setého .....	43

4. 2 Průběh pokusu .....	44
4. 2. 1 Půdně – klimatická charakteristika oblasti.....	44
4. 2. 2 Ošetřování během vegetace.....	45
4. 2. 3 Postup při hodnocení výnosových prvků .....	49
5 Výsledky .....	53
5.1 Sledování během vegetace .....	53
5.1.1 Nástup jednotlivých růstových fází.....	53
5.1.2 Hustota porostu (počet rostlin na m <sup>2</sup> ).....	58
5.1.3 Zaplevelení a zdravotní stav rostlin .....	59
5.1.4 Počet tobolek na rostlině .....	63
5.1.5 Výška rostlin .....	64
5.1.6 Rozsah větvení .....	64
5.2 Posklizňové rozbory vzorků máku.....	65
5.2.1 Počet semen v tobolce .....	65
5.2.2 Hmotnost semen v jedné tobolce .....	65
5.2.3 HTS .....	66
5.2.4 Teoretický výnos .....	66
5.2.5 Výnos semen (reálný) .....	66
5.2.6 Obsah tuku v sušině .....	67
5.2.7 Obsah dusíkatých látek (NL) v sušině .....	67
6 Diskuse.....	69
7 Závěr .....	72
Přehled použité literatury a zdrojů .....	74
Seznam obrázků .....	81
Seznam fotografií.....	82
Seznam tabulek .....	84

Seznam grafů.....	85
Seznam použitých zkratk.....	86
Přílohy .....	87

# 1 Úvod

Mák setý je významná tržní polní plodina, která má v českých zemích dlouholetou pěstitelskou a spotřebitelskou tradici.

Česká republika už řadu let drží prvenství v produkci potravinářského máku a jeho kvalitě. Největším konkurentem je Turecko. Odrůdy máku pěstované v České republice se vyznačují minimálním obsahem alkaloidů v semenech i v makovině. V roce 2020 bylo v ČR dle statistického úřadu mákem setým oseto celkem 40 255 hektarů (Ptáčník, 2020).

Hlavním důvodem pěstování máku setého jsou olejnatá semena s velmi dobrými dietetickými vlastnostmi a v menší míře makovina, která se používá pro výrobu léčiv (Procházka a Smutka, 2012).

V současné době dochází k významným změnám technologie pěstování máku setého. Pěstitelé mají možnost využít nově registrované pesticidy, jež usnadňují ošetřování máku. Ke zpracování půdy se začínají využívat i minimalizační technologie, které se pro mák dříve nedoporučovaly. Setí probíhá nejčastěji pneumatickými diskovými nebo radličkovými secími stroji. Změnou prochází i odrůdová skladba (Vlk et al., 2012).

Drtivá většina pěstovaných porostů máku je zakládána jako jařina. V posledních letech se však díky měnícímu se klimatu čím dál více objevují ozimé formy máku setého, jehož ranější sklizeň poskytuje výhodnější ekonomické uplatnění na trhu (lepší cena, už není produkce z minulého roku). Nevýhodou tohoto máku je však riziko vyzimování (Petr a Honsová, 2009).



## 2 Literární přehled

### 2.1 Historie máku a jeho využití

#### 2.1.1 Historie máku setého

Původ máku setého jako botanického druhu není zcela jasný, vědci se domnívají, že se vyvinul z divokého máku štětinkatého (*Papaver setigerum*), který roste ve Středozeří. Jiná teorie říká, že se mák setý vyvinul jako samostatný druh již v třetihorách (Pazdera 2015).

Z archeologických nálezů je známo, že mák jako léčivou rostlinu používali už ve starověku. Již starověké civilizace z oblasti Středozeřího moře, Indie a Číny znaly tisíce účinky opia a latexu z máku. V Evropě bylo opium využíváno až od 16. století, do té doby byl mák pěstován kvůli produkci semen a jako zahradní rostlina.

Od 19. století se využívání opia velmi rozšířilo a dochází k jeho častému zneužívání. Jako řešení toho problému byla na začátku 20. století ustanovena mezinárodní komise pro opium, jejímž úkolem je potlačovat nelegální produkci opia. Dodnes však problémy s nezákonnou distribucí opiových derivátů (heroin) přetrvávají (Baranyk et al., 2010, Cihlář et al., 2003).

#### 2.1.2 Využití máku setého

Mák setý má dva směry využití. V mírném pásu se primárně pěstuje semenný typ máku, jehož semena obsahují velké množství oleje. Tento typ máku má malé množství alkaloidů, ale poskytuje vysoké výnosy kvalitních semen. Druhý směr využití máku je produkce alkaloidů. Takto využívaný mák se nazývá také opiový mák. Opiový mák je teplomilnější, pěstuje se především v subtropickém klimatu v Asii. Má velmi dobře vyvinutý systém cévních svazků, které obsahují mléčnice s vysokým obsahem alkaloidů v latexu (Baranyk et al., 2010).

**Opium** (Latex papaveris) je zaslá pryskyřice z nezralých makovic. Získává se nařezáváním makovic speciálním nožem. Obsahuje vysoké množství alkaloidů, převážně morfin, kodein, tebain, papaverin a narkotin (Baranyk et al., 2010, World Food Regulation Review, 2018).

**Morfin** se využívá v lékařství, ke snížení vnímání bolesti. Je považován za nejdominantnější alkaloid máku setého. Je velice návykový, u závislých osob vyvolává morfin příjemné pocity. Po dlouhodobějším využívání se narkoman k této droze stává tolerantní a je nucen zvyšovat dávky. Derivátem morfinu je heroin, který se dříve používal proti kašli, jeho návykovost se zjistila až mnohem déle. Je to velice prudká droga, která se rychle dostává krevním oběhem až do prostoru mozku. Je 5x až 10x silnější než morfin (Hrdina et al., 2004, Marciano et al., 2018).

Podobné účinky jako morfin má alkaloid **kodein**, který se v lékařství využíval jako látka tlumící kašel.

**Papaverin** tlumí aktivitu hladkého svalstva. Využívá se k léčbě žlučových kolik, erektilní dysfunkce apod. (Hrdina et al., 2004).

Zneužívání a návykovost alkaloidů máku setého vedlo k legislativním opatřením. Osoby pěstující mák setý na celkové ploše větší než 100 m<sup>2</sup> jsou povinny předat hlášení místně příslušnému celnímu úřadu podle místa pěstování (Holoubek, 2014).

V našich podmínkách zneužívání máku sice existuje, ale jen ve velmi malé míře. Mák pěstovaný v našich oblastech je semenného typu a má pouze malý obsah morfinu (Baranyk et al., 2010).

## 2.2 Biologická charakteristika

Rod mák (*Papaver*) patří do čeledi makovitých. Do tohoto rodu je zařazeno asi 120 druhů, které se dělí do odlišných sekcí. V České republice je pro hospodářské využití pěstován mák setý (*Papaver somniferum L.*), ale rostou zde i další druhy – nejčastěji mák vlčí, který se řadí mezi významné plevele. Ostatní druhy mají jen okrajový význam, například jsou pěstovány pro okrasu (Baranyk et al., 2010).

Mák setý je jednoletá diploidní bylina, dorůstající délky 30–180 cm. Rostlina má přímou lysou nebo řídce štětinatě chlupatou lodyhu. Listy jsou ostře a mělce dělené, dolní jsou řapíkaté a prostřední poloobjímavé. Květ má 4 korunní plátky a 2 lístky kališní v různé škále barev od bílé až do tmavě fialové. Tobolky máku (makovice) jsou kulovitěho tvaru s průměrem až 5 cm. Uvnitř makovic jsou 1–1,5 mm velká modrošedá olejnatá semena (ÚKZÚZ 2020).

## 2.3 Morfologie a anatomie máku setého

**Kořenová soustava** je tvořena hlubokým dužnatým hlavním kořenem, který se dále větví na několik silných vedlejších kořenů s velkým množstvím kořenových vlásků. Mák je velice náchylný na utužení půdy. Bezorebné zpracování půdy má negativní efekt na hlavní kořen, který je výrazně zkrácen a větví se na povrchu. Tím se mák stává náchylnější na sucho i přemokření (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).

**Lodyha máku** je dutá, okrouhlá a dutina je vyplněná houbovitou dřevinou. Výška lodyhy u našich odrůd je nejčastěji od 1 m až do 1,8 m. Spodní polovina lodyhy je silně olistněná, horní polovina pod tobolkou bývá zcela bez listů a nepokryta štětinkami – ostny. Z úžlabí listů vyrůstají jednotlivé větve, které se mohou dále rozvětňovat. Z hlediska dozrávání a výnosu, by bylo výhodné pěstovat rostliny, které se téměř nerozvětňují. Počet větví na rostlině je ovlivněn odrůdou a vzdáleností výsevu jednotlivých semen (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).

**Listy** máku se rozlišují na spodní, střední a horní. V úžlabí středních listů vyrůstají větve, horní listy jsou na větvích. Tvar listů je značně variabilní, první listy v listové růžici jsou podlouhle vejčité, na lodyze jsou listy vejčité až srdčité, přisedlé až poloobjímavé (Baranyk et al., 2010). Správně ošetřovaný mák má čepele listů tmavě zelené, pokryté šedozeleným nebo modrozeleným povlakem. Tento povlak tvoří slabou voskovou vrstvičku, která ovlivňuje citlivost rostlin vůči herbicidům (Bechyně, Kadlec, Vašák et al., 2001).

**Květy máku** jsou oboupohlavní pravidelné. Poupata kryjí dva volné, rychle opadající kališní lístky zelené až fialové barvy. Nejdříve se vytvoří poupě na hlavním stonku, později se objevují i na bočních větvích. Poupě nejprve roste vzpřímeně, poté se začne háčkovitě ohýbat a narovná se až těsně před rozkvetem. Květ má čtyři korunní plátky, které mohou být celokrajné, zubaté nebo i silně roztřepené. Na spodku korunních lístků je většinou odlišně zbarvená skvrna zpravidla fialové nebo červené barvy zvaná nehet. Tyčinek v květu bývá 100 až 250. Mají žluté, namodralé nebo nafialovělé prašníky, z nichž se asi 12 hodin před rozkvetem uvolňují pylová zrna. Životnost pylových zrn je asi týden. Bliznu tvoří 5–24 plodolistů. Pyl dozrává před rozkvetem, proto k opylení dochází už v poupěti. Mák je fakultativně cizosprašný, po otevření květů hmyz rostliny doopylí (Baranyk et al., 2010, Vašák et al. 2010).

**Tobolka máku** – tobolka je kolénkem připojena ke stonku. Tvar a velikost tobolky je ovlivněna podmínkami prostředí, agrotechnikou a typem odrůd. Ve velmi hustých sponech jsou tobolky menší a mají protáhlejší tvar. Tobolky jsou lysé, povrch může být hladký nebo žebrovaný. Barva je zelená nebo hnědofialová (Baranyk et al., 2010).

Množství a velikost semen závisí na velikosti a tvaru tobolky. Velikost semen také ovlivňuje počet lamel v tobolkách, na něž semena přisedají. Tvar tobolek může být oválný, kulovitý, kuželovitý nebo zploštělý. Tvar bliznového terče (korunky), který je na vrcholu tobolky, může být střechovitý, plochý nebo miskovitý. Nejvhodnější tvar je střechovitý, protože se na něm nejméně drží voda a rostlina méně trpí chorobami. Pod korunkou se nacházejí otevřené, polootevřené nebo uzavřené štěrby. V kulturních odrůdách jsou nežádoucí otevřené štěrby, protože zde při větru dochází k velkým ztrátám. V tobolkách je obvykle okolo čtyř až šesti tisíc semen (Vašák et al. 2010).

**Semena máku** jsou ledvinovitého tvaru, velikost se pohybuje mezi 1,0–1,5 mm. Mají nejčastěji modrou nebo bílou barvu. Méně často se mohou vyskytovat i v jiných barvách, přes světle žlutou, okrovou, hnědou, červenou, šedou až po černou. Povrch semen je rozbrázděný v šestiúhelníkové plošce, což dodává semenu drsný povrch a zvyšuje lepší ulpívání mořidel a vody. Hmotnost tisíce semen (HTS) se pohybuje okolo 0,5 g (Bechyně et al. 2001, Baranyk et al. 2010).

Osemení se skládá z pěti vrstev. Je velmi tenké, snadno přijímá vláhu, ale v suchém prostředí rychle vysychá. Semeno máku je náchylné na mechanické narušení. Při poškození se na povrch semene dostane olej, který pak žlukne a poškozená semena hořknou. Alkaloidy máku nejsou obsaženy v semenech, ale jsou přítomny v částech tobolek nebo suchých rostlin tvořící příměsi. Z tohoto důvodu mají poškozená semena často vysoký obsah morfinu, protože se na ně lepí prach z makoviny. Obsah oleje v semenech se pohybuje od 28 % do 53 % (Vašák et al. 2010). Srinivas a Narasinga (1981) uvádějí rozmezí obsahu oleje v semenech máku 46,2–49,4 %. Özcan a, Atalay (2006) uvedli, že semena máku různých odrůd při jejich pokusu obsahovala olej v rozmezí 32,4–45,5 %. Ryan et al. (2007) zmiňují, že obsah oleje v semenech máku je 39,5 %. Vysoký obsah oleje, 49,2–50,6 %, udávají Bozan a Temelli (2008).

Olej v semenech je linolového typu a obsahuje asi 70 % kyseliny linolové, 10 % kyseliny palmitové a 15 % kyseliny olejové (Vašák et al. 2010, Dąbrowski et al. 2020). Podíl oleje a obsah kyseliny linolové určuje kvalitu oleje a jeho využití (Erinç et al. 2009).

## **2. 4 Růst a vývoj máku setého**

### **2.4.1 Růst máku setého**

Vegetační doba máku setého vysetého na jaře trvá 120–135 dnů. Růst rostlin máku lze rozdělit do tří hlavních období – období pozvolného růstu, období největší asimilace a období odumírání a zrání rostliny (Bechyně et al., 2001, Wójtowicz, Wójtowicz 2009).

#### **Období pozvolného růstu**

Do tohoto období náleží růstové fáze klíčení semen, vzcházení rostlin a vytváření prvních pravých listů. Rostliny jsou v tomto období nejvíce ohrožovány plevely a půdním škraloupem (Bechyně et al., 2001, Bechyně et al., 2001).

#### **Období největší asimilace**

Je to hlavní období růstu rostlin až do fáze vývoje zelených tobolek. Období největší asimilace začíná tvorbou stonku a s ním rychle přibývající organické hmoty. Později začínají postupně odumírat listy a asimilační plocha se pozvolna zmenšuje. V této periodě rostliny je velice důležitá aplikace fungicidů proti chorobám listů, pupat a zelených tobolek. Do tohoto období spadá i kvetení máku, při němž před úplným rozkvětem dochází k pohybu poupěte. Osa poupěte v paždí nejhořejších listů je nejprve přímá, po několika centimetrech se zřetelně ohýbá a poupě se tak sklání k zemi. V dalším období se postupně narovná až po úplné vzpřímení a květ se rozevírá. Současně s napřimováním poupěte začínají dozrávat generativní orgány rostliny. K opylení dochází ještě ve stadiu poupěte (Bechyně et al., 2001, Vašák et al., 2010)

#### **Období odumírání a zrání rostliny**

Tobolky se tvoří již při kvetení. Zvětšuje se semeník, který po odkvětu velmi rychle narůstá. Vývoj tobolek lze rozdělit do tří etap: v první etapě tobolka doroste do konečné velikosti a tvaru, v druhé se vyvíjejí semena a ve třetí etapě tobolka vysychá

a dozrává. Semena se zbarvují podle odrůdy a s vysycháním mění tobolka barvu a částečně i svůj tvar. Objem tobolky se v době kvetení pohybuje okolo 4 ml s hmotností sušiny kolem 0,4 g. Tobolka dosáhne maximální velikosti obvykle za 16–21 dnů po odkvětu. Poté probíhá vývoj semen, stěny tobolky tvrdnou a dřevnatí. Největší obsah morfinu má makovice asi 40 dní po odkvětu, poté obsah postupně klesá. Objem makovice po dozrání je asi o 10–15 % nižší než v období maximálního růstu (Bechyně et al., 2010, Bechyně et al., 2001, Vašák et al., 2010).

#### 2.4.2 Vývoj máku setého

Pro přesné stanovení vývojových fází rostlin máku se používají dvě stupnice:

1. Makrofenologická (růstové fáze) (viz Tab. č. 1, Obr. č. 1)
2. Mikrofenologická (etapy organogeneze vzrostného vrcholu máku setého)

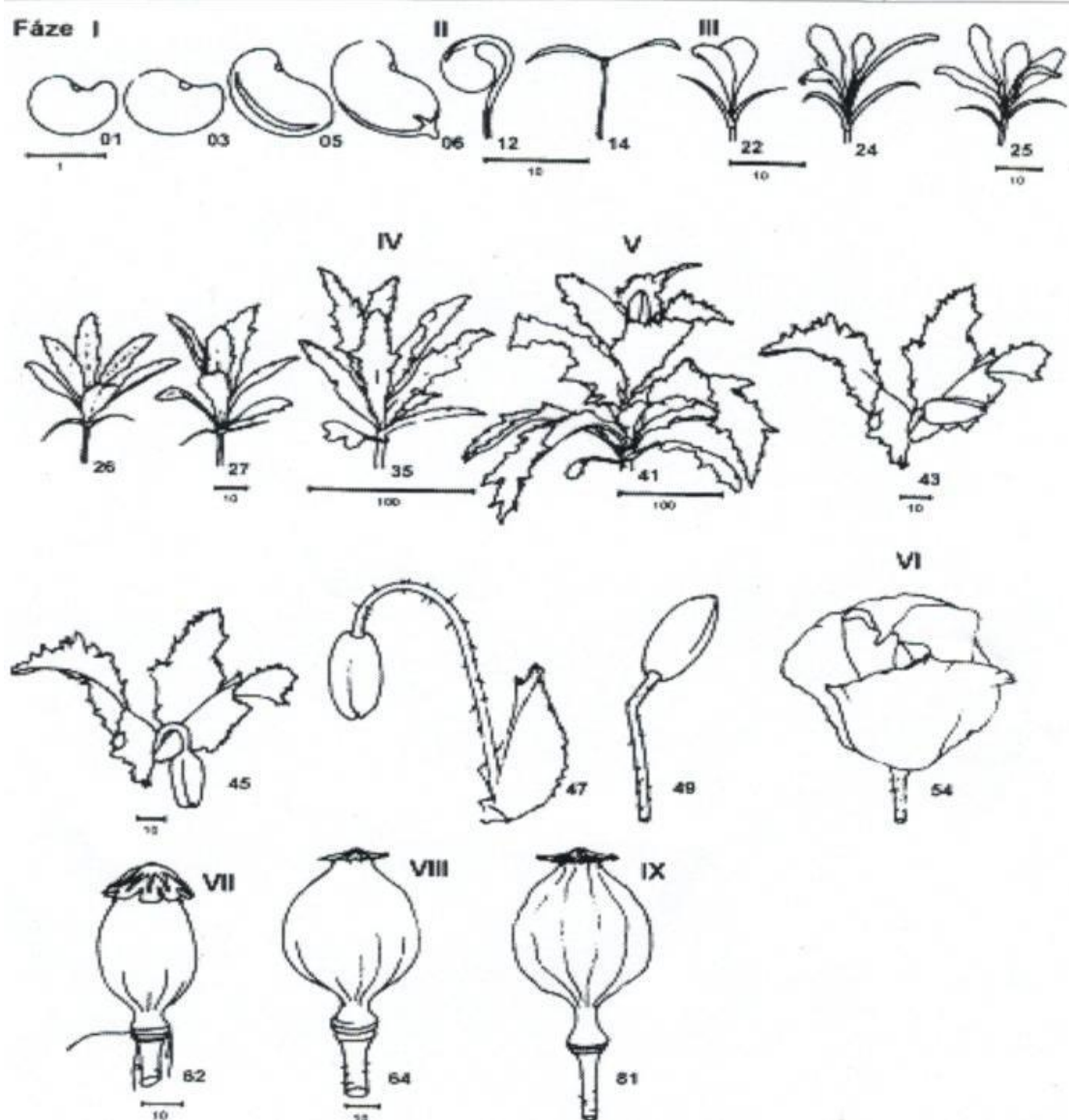
##### Makrofenologická stupnice pro mák setý:

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

0	Klíčení
01	Suché semeno
03	Nabobtnalé semeno
05	Prasknutí osemení
07	Vyrašení zárodečného kořínku ze semene
10	Vzcházení
12	Začátek vzcházení, objevení hypokotylu se složenými dělohami na povrchu půdy
14	Dělohy vidlicovitě rozevřené
20	Vytváření prvních pravých listů
22	Fáze 1. a 2. pravého listu
24	Fáze 3. a 4. pravého listu
25	Fáze 5. pravého listu
26	Fáze 6. pravého listu
27	Fáze 7. pravého listu
30	Přízemní listová růžice
35	Fáze růžice

40	Stonkování a butonizace
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 lodyžní listy
47	Stoněk s převislým poupětem převyšuje všechny lodyžní listy
49	Plná butonizace, květní stopka přímá, poupě vzpřímené
50	Kvetení
52	Začátek kvetení – 10 % rostlin kvete
54	Plné kvetení – kvete většina rostliny
56	Odkvět – 90 % květů odkvetlých
60	Vývoj tobolky
62	Fáze mladé tobolky – dosažení konečné velikosti a tvaru u 10 % tobolek
64	Zelená zralost, dosažení konečného tvaru a velikosti u většiny tobolek
70	Zrání tobolky
72	Začátek zrání (žloutnutí) tobolky
74	Žlutá zralost, vysychání a zrání tobolky
76	Dozrávání tobolky a semen
80	Plná zralost
81	Plná zralost tobolky a semen
90	Dormance semen
91	Dormance semen
93	Ztráta dormance semen

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



## 2.5 Šlechtění máku

V České republice šlechtění máku provozuje téměř jediná organizace – OSEVA PRO s.r.o. Mák je zde šlechtěn od roku 1990. Činnost šlechtění je rozdělena do tří základních směrů: tvorba odrůd modrosemenných jarních, bělosemenných jarních a ozimých (Vrbovský, Majdanová, 2009).

Mák setý je natolik odlišný od plané formy, že mimo hranice biotopu už není schopen existence. Prvotním cílem bylo vytvořit mák s vysokým výnosem semene, jasně modrou barvou a zároveň vysokým obsahem morfinu v tobolkách. Tento směr



šlechtění univerzálního typu máku velice komplikuje negativní spojitost mezi výnosem semene a obsahem morfinu v tobolkách. Proto se diferencovaly specifické šlechtitelské směry:

1. Mák univerzálního typu s vysokým výnosem a dobrou barvou semene – odrůdy Opál, Gerlach, MS Harlekýn, Maraton, Zeno 2002
2. Mák s velmi nízkým obsahem alkaloidů určený pro produkci semene – odrůdy Przemko, Mieszko.
3. Mák s velmi vysokým obsahem morfinu, šlechtěný pro produkci makoviny – odrůda Lazur.
4. Mák s jinou barvou semene. Nejvýznamnější je barva bílá, kterou má odrůda Albín. Díky chuti připomínající ořechy se semena této odrůdy využívají pro výrobu pečiva a cukrovinek. Kromě modré a bílé barvy existuje semeno žluté, hnědé růžové, fialové, šedé a černé.
5. Mák s jiným složením alkaloidů. Cíl tohoto šlechtění je vytvořit mák s vysokým obsahem alkaloidů, převážně thebainu pro farmaceutický průmysl.

V Česku je šlechtění máku zaměřeno nejvíce na potravinářské využití (Bechyně et al., 2001, Dvořáková et al., 2007, Pšenička et al., 2009, Vašák et al., 2010).

Z hlediska genetického základu ozimosti se mák dělí na jarní a ozimé, respektive přesívkové odrůdy. V České republice převládají jarní odrůdy máku, které zaujímají 90–100 % osevních ploch. Ozimé odrůdy máku zaujímají v ČR 0–10 % ploch. Ozimost je geneticky podmíněná. Ozimé odrůdy mají bohaté ochlupení mladých listů s mléčnými skvrnami. Při jarním výsevu dávají jen čtvrtinové výnosy, například odrůda Zeno 2002 (Český modrý mák, 2019).

Přehled registrovaných jarních a ozimých forem máku v ČR pro rok 2021 je uveden v tabulce č. 2.

Tabulka 2: Přehled registrovaných odrůd máku setého v ČR (Zehnálek, 2020)

Název odrůdy	Forma	Rok registrace	Původ	Charakteristika odrůdy
MS Harlekýn	jarní	2018	SK	Středně raná modrosemenná odrůda odolná proti polehání. Vhodná k produkci semene i makoviny. Vysoký výnos semene.
Maratón	jarní	2015	SK	Polopozdní modrosemenná odrůda středně odolná až odolná proti polehání. Vhodná k produkci semene i makoviny.
Bergam	jarní	2014	SK	Středně raná modrosemenná odrůda odolná proti polehání. Vhodná k produkci semene i makoviny.
Aplaus	jarní	2014	ČR	Středně raná modrosemenná odrůda odolná proti polehání. Vhodná k produkci semene i makoviny.
Onyx	jarní	2016	ČR	Raná až středně raná modrosemenná odrůda odolná proti polehání. Vhodná k produkci semen i makoviny.
Opex	jarní	2015	ČR	Raná až středně raná modrosemenná odrůda odolná proti polehání. Vhodná k produkci semen i makoviny. Nízký až střední výnos semen.
Orel	jarní	2008	ČR	Středně raná bělosemenná odrůda středně odolná až odolná proti polehání. Vhodná k produkci semen pro potravinářské účely.
Racek	jarní	2008	ČR	Středně raná bělosemenná odrůda středně odolná až odolná proti polehání. Vhodná k produkci semen pro potravinářské účely.
Redy	jarní	2008	ČR	Raná odrůda středně odolná až odolná proti polehání. Vhodná k produkci semen pro potravinářské účely. Okrová barva semene. Nízký výnos.
Major	jarní	2014	SK	Středně raná modrosemenná odrůda odolná proti polehání. Vhodná pro potravinářské i farmaceutické využití.
MS Zafir	jarní	2019	SK	Středně raná modrosemenná odrůda.
MS Diamant	jarní	2019	SK	Středně raná modrosemenná odrůda.
Oz	ozimá	2017	AT	Středně raná modrosemenná odrůda. Vhodná pro potravinářské účely. Vysoký výnos.

Titan	ozimá	2019	AT	Polopozdní modrosemenná odrůda. Vhodná pro potravinářské účely.
Zeno Plus	ozimá	2011	AT	Středně raná modrosemenná odrůda. Vhodná pro potravinářské účely.

## 2.6 Ideotyp rostliny máku a nároky na světlo, teplo, vodu a půdu

Za účelem hospodářské produkce máku je žádoucí vypěstovat porost, jehož rostliny se co nejvíce podobají stanovenému ideotypu. Z hlediska hospodářského výnosu popisují Bechyně a Novák (1987) a Bechyně et al., (2010) a Vašák et al., (2010) tyto znaky ideotypu:

Tabulka 3: Ideotypové znaky 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 při počtu 65–70 rostlin na 1 m <sup>2</sup> v době sklizně a 100 makovic/m <sup>2</sup>
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	0–1
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	ovlivňuje výška rostliny, tloušťka a větvení stonku, výška větvení a délka jednotlivých větví	

Odolnost proti nejběžnějším chorobám a škůdcům	<i>Peronospora arborescens, 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>	

Dosažení výše uvedených ideotypových znaků závisí na řadě faktorů, přičemž úzkou souvislost má s typem porostu, v němž se mák pěstuje. U dnešních odrůd se jako optimální ukazuje 65–70 rostlin na m<sup>2</sup>, nejlépe ve čtvercovém sponu. Se zvětšující se výživnou plochou vzrůstá počet makovic na rostlině, počet listů, tloušťka lodyhy i počet rostlin. Rovněž se zvyšuje hmotnost a objem tobolek i hmotnost semene z jedné rostliny, ovšem průměrná hmotnost jedné tobolky se semeny se snižuje.

Výnos u jednotlivých rostlin ubývá s větší hustotou porostu, avšak celkový výnos z plochy se zvyšuje. K získání optimálního výnosu je žádoucí maximální počet velkých a středně velkých tobolek nejlépe kulovitěho tvaru. Těchto znaků nedosahuje porost, jenž je v nadměrném sponu s nedostatečným počtem rostlin, které se v důsledku toho silně větví. Stanovení optimálního sponu, v němž je v určitých podmínkách makový porost zakládán, patří proto k rozhodujícím činitelům ovlivňujících produkci (Moudrý).

### **Nároky na světlo a teplo**

Mák je dlouhodobní, světlomilná rostlina. Dostatek světla ovlivňuje tvorbu a počet plodných větví, při nedostatku světla lze očekávat nižší výnos. Krátký den u rostliny podporuje růst, dlouhý urychluje vývoj. Z tohoto důvodu je dobré co nejčasnější setí. Mák setý nesnáší zastínění, hustota porostu by neměla přesáhnout 50 rostlin na 1 m<sup>2</sup>.

Teplota ovlivňuje rychlost klíčení a dobu vzcházení. Mladé rostliny máku jsou poměrně odolné vůči nízkým teplotám, ale v průběhu růstu se jejich nároky na teplotu i odolnost mění. Při vzcházení snášejí teploty -3 až -4 °C, ve fázi listové růžice ještě

nižší. Kritický limit pro přežití vzcházejících rostlin představuje -7 až -8 °C. Některé formy máku u nás úspěšně prezimují, velmi nízké až záporné teploty však výrazně snižují odolnost rostlin vůči napadení chorobami (Kuchtová et al., 2013, Diviš et al., 2010).

### **Nároky na vodu**

Semeno máku přijímá vodu velmi rychle, ale také rychle vysychá. Nejvíce je mák náročný na vodu v období klíčení. Pro nabobtnání a vyklíčení mák potřebuje 100% hmotnosti semene. S rostoucí biomasou rostou nároky na vodu až po fázi kvetení, od této fáze se nároky na vodu snižují. Opiový mák vyžaduje nižší vlhkost a vyšší teplotu, zatímco pro růst olejnatého máku je tomu naopak (Diviš et al., 2010).

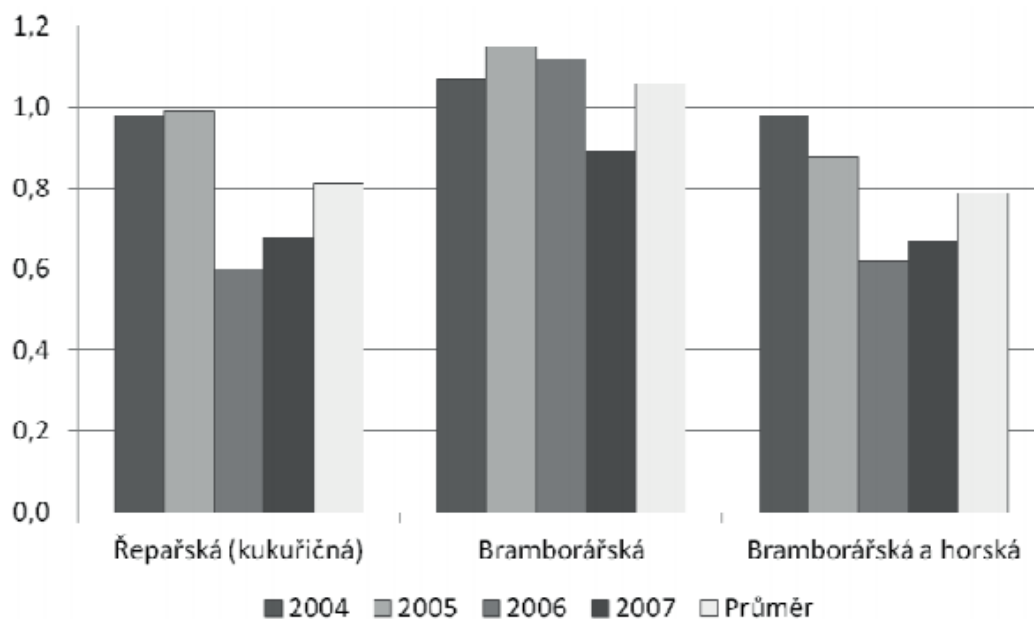
Od vzejití do vytvoření listové růžice se při nedostatku vody nemusí snížit výnos rostliny, dojde sice k omezení růstu listů, ale naopak kořen je podněcován růst hlouběji. Hluboký kořen poskytuje rostlině při nedostatku vláhy v pozdějších fázích růstu značnou výhodu. Velmi náročný na vodu je mák v období prodlužovacího růstu až po začátek kvetení. V období kvetení naopak velké množství srážek není žádoucí, neboť to negativně ovlivňuje vývoj tobolek (GÜMÜŞÇÜ, GÜMÜŞÇÜ 2015).

Celková spotřeba vody za vegetační období u jarního máku činí 250–350 l na m<sup>2</sup>. Ozimý mák spotřebuje za vegetační období o 50 l více (Kuchtová et al., 2013).

### **Nároky na stanoviště**

Mák dobře roste na hlubokých středně těžkých půdách. Půda by měla být dobře zásobena živinami v poměru N : P : K = 2 : 2 : 1, provzdušněná s neutrální až slabě kyselou reakcí. Rostlina snáší i pozdní mrazíky, běžně se pěstuje v bramborářské a řepářské výrobní oblasti (Diviš et al., 2010). Podle Vašáka et al. (2010) mák lze pěstovat ve všech výrobních oblastech Česka, přičemž nejvíce se máku daří v mírně kopcovité až rovinaté krajině v nadmořské výšce 300–600 m. n. m. Naopak nevhodné jsou aridní podmínky kukuřičné oblasti a lehké půdy nížin řepářsko-žitného typu. Dle grafu Vašáka et al. (2010) nejvyšších výnosů ve víceletém průměru mák dosahuje v konvenčním zemědělství v bramborářské výrobní oblasti (viz Graf č. 1).

Graf 1: Odlišné výnosy máku setého v t/ha dle výrobních oblastí (Vašák et al., 2010)



### Zařazení do osevního postupu

Nejvyšší výnos máku lze očekávat po okopanině hnojené hnojem, po jetelovině a luskovině. Nevhodnými předplodinami jsou přezimující olejniny a vymrzající předplodiny jako je svazanka, ředkev a hořčice bílá. Nevhodné jsou i pole zaplevelené vytrvalými plevely (pcháč, pýr). Běžně se mák používá jako přerušovač mezi dvěma obilninami, v tomto případě je nutná zvýšená ochrana proti plevelům. Maková semena zapravená do půdy si uchovávají klíčivost 4 roky, proto lze mák na stejném pozemku pěstovat s odstupem 5 let (Kuchtová et al., 2013, Diviš et al., 2010).

## 2.7 Technologie pěstování máku setého – agrotechnika

### 2.7.1 Výživa a hnojení

Na 1 tunu semene a odpovídající množství makoviny, mák odčerpá v průměru na 1 hektar podle Edelbauer a Stangel (1993) 70 kg dusíku, 26 kg fosforu (60 kg  $P_2O_5$ ), 90 kg draslíku (108 kg  $K_2O$ ), 79 kg vápníku (111 kg  $CaO$ ), 15 kg hořčíku (25 kg  $MgO$ ), 0,11 kg bóru, 0,2 kg zinku a 0,34 kg manganu. Podle údajů Richtera a Lošáka (2004) odčerpá také 18 kg síry. Při intenzivních technologiích je třeba dodat obsah živin odpovídající výnosu dvou tun semene z hektaru. Vápnění se provádí na podzim, půdní

reakce (pH) by se měla pohybovat v rozmezí 6,3–7,2. Draslík, hořčík a fosfor se aplikuje na podzim nebo na jaře (Lošák 2020).

Hnojiva s obsahem makrobiogenních prvků (N, P, K, M, Mg, Ca, S) se aplikují zásadně do půdy s následným příjmem přes kořenový systém. Mimokořenová výživa je v tomto případě pouze doplňkovým zdrojem živin. Naopak pro aplikaci stopových prvků je upřednostňována mimokořenová výživa, z důvodu možnosti pokrytí celé potřeby mikroživin pro rostlinu (Lošák, Dostál 2016).

Pro určení obsahu přístupných živin v půdě (P, K, Ca, Mg) a pH se používají rozbory půd podle metody Mehlich III. Při velmi vysoké zásobenosti půdy se nehnojí. Je-li zásoba živin v půdě nízká povýší se vypočtený normativ živin (kg/ha) o 50 %. Jestliže je zásoba živin v půdě vyhovující, navýší se normativ o 25 %.

Minerální hnojiva P, K, Mg se do půdy zapraví na podzim orbou nebo na jaře při předsetřovém zpracování půdy. Z mikroelementů je pro mák velice důležitý bor a zinek, u kterých je vhodné využít mimokořenovou výživu v dávce 200 g B/ha ve fázi 6–8 listu a 400 g Zn/ha ve fázi pylových tetrad.

O výnosu a kvalitě semen rozhoduje hnojení dusíkem. Upřednostňují se dusíkatá hnojiva se sírou, protože jednostranná výživa dusíkem negativně ovlivňuje obsah tuku v semenech máku. Dávka dusíku se určuje podle obsahu  $N_{\min}$  v půdě. Při přehnojení dusíkem a nedostatečné výživě fosforem a draslíkem dochází vlivem nežádoucího větvení rostlin k velkému riziku polehání a prodloužení doby kvetení. Dávku dusíku je možné aplikovat jednorázově před setím (DAM-390, SAM, močovina, síran amonný, DASA, LAV, LAS), ale vhodnější je aplikace menších dávek (40–60 N/ha) ve fázi listové růžice až do konce dlouhivého růstu (DASA, DA, LAV, LAS) (Baranyk et al., 2010).

Bernáth a Némáth (1998) uvádějí, že nejvyšší potřebu dusíku má mák mezi fází listové růžice a začátkem kvetení, protože v tomto období dochází k rychlému růstu a vysoké produkci zelené hmoty.

Jain (1990) zaznamenal ve svém pokusu nejvyšší výnos máku po rozdělení dusíku do tří aplikačních dávek – 1/4 před setím, 1/2 ve stadiu listové růžice a 1/4 před kvetením.



Podle pokusu Richter, Škarpa a Vlk (2014) rozdělením dávky N na dávku základní a na dávku aplikovanou během vegetace (DC 41–49) a mimokořenovou aplikací B a Zn ve fázi 8–10 listů v letech 2013 vedlo ke zvýšení výnosu z 1,52 t na 1,93 t a v roce 2014 z 2,02 t na 2,34 t semene na ha.

### **2.7.2 Zpracování půdy**

Mák je velmi náročná plodina na zpracování půdy. Dobře zpracovaná půda je základním opatřením pro dobré vzcházení a růst rostliny. Ideální porost by měl mít po vzejití 70–100 rostlin na 1 m<sup>2</sup>, v období sklizně 60–90 rostlin s 90–120 makovicemi na 1 m<sup>2</sup>. Upřednostňuje se klasické zpracování půdy s orbou na podzim (Zemědělec 2009).

Podle Baranyka et al., (2010) je u máku použití minimalizačních technologií riskantnější než u jiných plodin z důvodu často nižšího výnosu. Setí máku do nezpracované půdy se neprovádí, protože mák vyžaduje mělké seťové lůžko, které téměř nelze připravit pouhým setím. Dalším problémem přímého setí jsou plevely. Při minimalizačních technologiích musí pěstitel zvolit vhodnou variantu této technologie.

Do podmínek intenzivního zemědělství v humidním klimatu je vhodná klasická technologie s orbou, bezorebné technologie vyhovují spíše aridnímu klimatu (Vlk et al., 2009).

Mák je velice citlivý na utužené a nedostatečně prokypřené půdy. Mělké zpracování půdy na podzim poskytlo oproti hlubokému zpracování výrazně horší výsledky (Baranyk et al., 2010).

Mák v osevním postupu často následuje po obilnině. Jako prvotní operace po sklizni obilní předplodiny v klasickém i minimálním způsobu přípravy půdy je potřeba provést podmítku na optimální hloubku. Vyklíčené plevely a výdroly se ošetřují buď mechanicky, např. diskováním, nebo chemicky herbicidy. Při klasickém zpracování půdy se urovnání orby často provádí hned na podzim, protože jarní smykávání způsobuje značnou nevyrovnanost povrchu a mák poté nerovnoměrně vzchází (Vlk et al., 2009).

## **Klasické zpracování půdy**

Při orbě po obilnině je možné zapravit i menší dávku organického hnoje, ale nesmí vzniknout izolační vrstva ze slámy a přehnojení dusíkem. Na podzim je vhodné také aplikovat fosfor a draslík. Výhodou orby je možnost spolehlivého použití při deštivém počasí, kdy kypřiče nejsou schopni dobré práce. Orba má také lepší odplevelovací účinek, možnost pěstování strniskových mezplodin a dobré zapravení posklizňových zbytků. Na lehkých půdách je vhodné urovnat povrch po orbě ještě na podzim, na těžkých půdách se to z důvodu utužení půdy nedoporučuje. Utužením půdy dochází k omezení vsakování vody a přístupu vzduchu do půdy, tím se zpomalí rozklad posklizňových zbytků. Na jaře půda pomaleji vysychá a oddálí se termín setí, který mnohdy rozhoduje o výnosu a kvalitě semen máku.

Na jaře je nutné připravit optimální set'ové lůžko. Přípravu nejčastěji provádíme diskovými podmítači nebo branami do hloubky pěti centimetrů. V případě secích kombinací lze mák zasít bez další přípravy. Při více nakypřené půdě je vhodné půdu utužit cambridgeskými válci (Vlk et al., 2009, Havel, 2020).

## **Bezorebné zpracování půdy**

Minimální technologie zpracování půdy pro mák je obdobná jako klasická příprava půdy s tím, že se místo pluhů využívají hluboké kypřiče. Takto provedená podmítka do hloubky přibližně 25 cm uspokojivě zapraví posklizňové zbytky. Výhodou je lépe urovnaný povrch pozemku, úspora času a energie. Nevýhodou je horší zapravení posklizňových zbytků a plevelů. Pro stabilnější výnosy se v intenzivním zemědělství raději provádí klasické zpracování půdy s orbou (Kulovaná, 2001).

### **2.7.3 Osivo a jeho úprava**

Kvalita osiva a jeho úprava významně ovlivňuje efektivnost pěstování máku. Mezi nejvýznamnější faktory ovlivňující kvalitu osiva patří odrůda máku, správná agrotechnika množitelského porostu, uskladnění a úprava osiva. Velice důležitá je klíčivost osiva. Snížená klíčivost negativně ovlivňuje vyrovnanost porostu, zvyšuje náklady na osivo vlivem vyšší potřeby výsevu a snižuje výkonnost porostu. Hodnotné osivo je předpokladem pro založení zdravých a odolných porostů s vysokými výnosy (Vašák et al., 2010).

## **Úpravy osiva**

Některé úpravy zlepšují semenářské vlastnosti, jiné slouží jako dezinfekce proti patogenům přenosným osivem, podporují sorpci vody, nebo jsou alternativou chemického moření. Cílem úprav je zvýšení výkonnosti vysévaného osiva. Zejména zlepšení klíčivosti podporou růstu klíčících rostlin a ochranou proti patogenům (Pšenička, 2007).

### **Moření**

Je to nejrozšířenější způsob chemického ošetření osiva. Slouží k potlačení houbových patogenů a škůdců. Z chorob přenosných osivem je nejvýznamnější helmintosporiíza máku a plíseň maková, ze škůdců krytonosec kořenový (*Stenocarus ruficornis*). V současnosti jsou registrovány mořidla Cruiser OSR s insekticidní i fungicidní složkou a Chinook 200 FK s insekticidním účinkem.

### **Kalibrace**

Cílem kalibrace je získat z předčištěného a suchého přírodního osiva frakci, která má nejlepší vzcházivost a vyrovnanost. Osivo s vyšší HTS vykazuje lepší klíčivost a vzcházivost. Nejspolehlivější je třídění máku podle jeho měrné hmotnosti pomocí pneumatického třídícího stolu (Pšenička et al., 2009).

### **Prehydratace (předklíčování)**

Tato metoda je dosti riziková a u máku se téměř nepoužívá. Máčením ve vodě dochází k částečnému nabobtnání semene. Výzkum prokázal vysokou semenářskou hodnotu, ale při polních pokusech se přínos úpravy neprokázal (Pšenička, 2007).

### **Termická dezinfekce**

Tato metoda se používá zejména v systému ekologického zemědělství. Osivo se ponoří do vody o teplotě 50 °C a následně se vysuší. Tím se likvidují patogeny bez poškození embrya.

## **2.7.4 Setí**

Mák se nejčastěji seje na meziřádkovou vzdálenost 75–150 mm. Výsevek se pohybuje kolem 0,8–1,2 kg/ha, to je asi 200 semen na 1 m<sup>2</sup>. Cílem je dosáhnout porostu s 50–70 rostlinami a přibližně s 90–120 tobočkami na 1 m<sup>2</sup>. Řídké porosty jsou

v intenzivním zemědělství nežádoucí z důvodu velkého větvení a nerovnoměrného dozrávání tobolek. Řídké porosty se využívají v místech, kde je možnost postupné ruční sklizně (Kulovaná, 2001).

Setí máku nelze uspěchat, vysévá se do strukturní prohřáté půdy. Při vysetí do příliš vlhké půdy hrozí velké riziko zamazání a následné nevzejití rostlin máku. Seje se secími stroji s možností uložení osiva do hloubky 2 cm a výsevku 1,50–1,75 kg (Cihlář et al., 2007).

Na základě několikaletých pokusů bylo zjištěno, že průměrný výnos z dubnových výsevů je vyšší než z březnových. V minulém století se doporučovalo vysévat mák na tající sněh. Vzhledem k tomu, že výsevek byl 3 kg/ha a jednotilo se, bylo setí na tající sněh v pořádku. Ve fázi 2–4 listů se vybraly nejlepší rostliny tak, aby ve výsledku bylo jen 15–20 rostlin na m<sup>2</sup>. Dnes, v době mechanizovaného pěstování, upřednostňujeme setí do správně zpracované zralé půdy, která zajistí co nejrychlejší vzejití s co nejvíce rostlinami (Cihlář a Vašák, 2013).

### **2.7.5 Ošetřování máku během vegetace**

Důležitou součástí pěstitelské technologie máku je ochrana proti plevelům a škůdcům. U máku se v současné době používá převážně chemická ochrana.

#### **Plevele máku a ochrana porostu proti plevelům**

Protože má mák malou konkurenční schopnost, zaplevelení patří ke kritickým aspektům pěstitelství. Ochrana proti plevelům je proto jeho nezbytnou součástí. Mák může být zaplevelen téměř všemi druhy plevelných rostlin vyskytujících se v dané lokalitě. Mezi nejvýznamnější jednoděložné jednoleté plevele v máku patří ježatka kuří noha, bér, oves hluchý a výdrol obilnin. Z vytrvalých plevelů největší škody způsobují pýr a pcháč, z dvouděložných jednoletých plevelů merlíky, laskavce, svízele, rdesna, hořčice, ohnice a mnoho dalších druhů této skupiny (Baranyk et al., 2010).

Merlíky a laskavce jsou problematické zejména z důvodu podobné velikosti svých semen se semeny máku. Semena těchto rostlin nejsou zdravotně závadná, ovšem v máku jsou nežádoucí – zhoršují skladovatelnost a senzorické vlastnosti semen máku. Jejich vyčištění je ovšem velice náročné, daří se pouze na pneumatickém čistícím stole.

Vysoce nebezpečný plevel je také pro podobnou velikost svých semen se semeny máku jedovatý blín černý. Celá rostlina včetně semen obsahuje jedovatý alkaloid hyosicin. Je proto nezbytné výskyt tohoto plevele v máku pozorně sledovat a případně ho z porostu včas odstranit (Baranyk et al., 2010).

Ochrana proti plevelům se provádí převážně herbicidy. Bohužel používané registrované herbicidy nebyly vyvinuty přímo pro mák, ale jedná se o přípravky primárně určené k ošetření jiných polních plodin. Pro mák tyto herbicidy představují kompromis mezi účinností a fytotoxicitou, proto je nezbytné při jejich aplikaci dodržovat předepsané zásady, aby nedošlo k poškození či zničení porostu. Protože účinnost používaných herbicidů v máku není dokonalá, aplikací jednoho herbicidu nelze porost účinně odplevelit. Pro zdárnou ochranu makového porostu je proto nezbytné dodržovat doporučené zásady, zejména výběr vhodného pozemku a odstranění problematických plevelů v předplodině (Baranyk et al., 2010, Mikulka, 2014).

Na vzcházení a růst máku má zásadní význam **preemergentní aplikace herbicidů**, jejímž účelem je odstranění konkurence jednoděložných a dvouděložných jednoletých plevelů. K preemergentnímu ošetření porostu jsou využívány herbicidy: Merlin, Spade Flexx, přípravky na bázi chlorotoluronu (např. Lentipur), přípravek na bázi clomazonu (např. Command 36 SC) a herbicid Callisto 480 SC nebo 100 SC.

Přípravek **Merlin** ničí téměř celé spektrum hlavních plevelů kromě pohanky svlačcové, svízele přítuly a vytrvalých plevelů. Dávkování herbicidu odpovídá půdním podmínkám – plná dávka (130 g/ha) se využívá pouze na velmi úrodných půdách s vysokým obsahem humusu. Na lehkých půdách s nízkým pH je riskantní aplikovat i dávky minimálně nutné (70 g/ha). Podobně se využívá i přípravek Spade Flexx, jehož maximální dávka je 0,4 l/ha (Cihlář et al., 2018).

Široké spektrum účinnosti pokrývá také herbicid **Callisto 480 SC**, který působí i proti svízeli a ježatce. Pro preemergentní ošetření je registrován v dávce 0,25 l/ha. Účinnost při tomto dávkování se ovšem při nepříznivých podmínkách (sucho po aplikaci, hrudkovitý povrch) výrazně snižuje (zejména působení proti méně citlivým druhům – pohanka svlačcová, výdrol řepky, heřmánkové druhy, merlík bílý). Pro posílení účinnosti proti heřmánkům je doporučováno používání tohoto herbicidu v kombinaci

s přípravkem Lentipur (1,0 l/ha) nebo herbicidem Command 36 SC (0,15 l/ha) (Baranyk et al., 2010; Cihlář et al., 2018).

**Herbicidy na bázi chlorotoluronu**, (např. **Lentipur 500 FW**) se preemergentně používají v dávkách 1,0–1,5 l/ha. Přesné dávkování se rovněž odvíjí od úrodnosti půdy. Preemergentně aplikovaný Lentipur účinně působí proti merlíku bílému, laskavci ohnutému, heřmánkovitým druhům, drobnosemenným brukvovitým (kokoška, peníze), ptačinci apod.

V lokalitách s vysokým výskytem svízele je vhodné využít přípravek **Command 36 SC**. Je účinný také proti plevelům – pohance a rdesnům, na než výše zmiňované herbicidy (Merlin, Lentipur 500 FW či Callisto 480 SC) příliš nepůsobí. Aplikuje se proto často s nimi v kombinaci. V dávkách 0,15 l/ha je plně selektivní i na lehčích půdách (Cihlář et al., 2018; Kulovaná, 2001).

V případě nízké účinnosti preemergentní aplikace herbicidů (např. v důsledku sucha či širokého spektra plevelů) je nutné porost ošetřit herbicidy i **postemergentně**.

Proti výskytu svízele, pohanky svlačcové a rdesen se využívají **přípravky obsahující látku fluroxypyr** (např. **Tomahawk 250**) (dávkování do 0,6 l/ha – liší se dle stáří porostu: od 4. listu = 0,3 l/ha, od 6. listu = 0,4–0,5 l/ha). Tyto přípravky se osvědčily aplikovat v kombinaci s dalšími herbicidy – nejčastěji s přípravkem **Callisto 480**, který působí proti pcháči, zemědýmu, výdrolu řepky (dávky: Callisto 480 (0,15 l/ha) + fluroxypyr 250 g/l (0,3–0,4 l/ha)) nebo s přípravkem **Laudis OD**, jenž účinkuje proti jednoletým travám a dvouděložným plevelům včetně pcháče osetu, výdrolu řepky a invazních plevelů (dávky: Laudis OD 1,7 l/ha + fluroxypyr 250 g/l (0,3–0,4 l/ha) (Baranyk et al., 2010, Cihlář et al., 2018).

Zaplevelení porostů bez preemergentního ošetření lze dobře regulovat dělenými dávkami přípravku **Callisto 480 SC**, kdy první dávku určujeme na základě velikosti rostlin i pod 0,1 l/ha při 2–4 pravých listech a další aplikujeme po 2–3 týdnech. Druhou aplikaci kombinujeme již s přípravkem **Tomahawk** (dávka 0,15 l/ha).

Herbicide **Laudis OD** se optimálně aplikuje ve fázi, kdy mají rostliny 6–8 listů. Je účinný proti jednoletým travám a dvouděložným plevelům. K citlivým plevelům patří: ježatka kuří noha, bér zelený, bér sivý, bér přeslenitý, rosička krvavá, proso seté, proso vláskovité, ambrózie peřenolistá, bažanka roční, mračník Theophrastův, durman

obecný, heřmánkovité plevelle, chrpa modrák, laskavce, výdrol řepky, pcháč oset, konopice, svízel přitula, výdrol slunečnice, merlíky, lebedy, hluchavky, rdesno blešník, rdesno červivec, hořčice bílá, ředkev ohnice, lilek černý, ptačinec žabinec, peníze rolní, šťovík kadeřavý, dvouzubec trojdílný, pětour maloúborný, mléč zelinný, drchnička rolní, konopí seté, ibišek trojdílný a čistec roční. Mezi středně citlivé plevelle patří: oves hluchý (po odnožení odolný), lipnice roční, čirok halepský (ze semene), výdrol obilnin (po odnožení odolný), rdesno ptačí, violka rolní, rozrazil perský, starček obecný, šrucha zelná, kokoška pastuší tobolka, řepěň trnitá a řepěň durkoman. Na ošetření porostu s obvyklým zastoupením plevelů stačí při sólo aplikaci dávka 1,7 l/ha. V případě většího výskytu středně citlivých či přerostlých plevelů je potřeba zvýšit dávkování na 2,25 l/ha. Snížená dávka 1,7 l/ha je určena spíše jako následné postemergentní ošetření nebo ve spojení s herbicidem **Tomahawk** (1,7 l/ha Laudis + 0,2–0,4 l/ha Tomahawk), která účinkuje na široké spektrum plevelů včetně přerostlého svízele přituly, merlíků, laskavců, blínu, rdesen a pohanky svlačcovité a zároveň zvyšuje účinnost proti některým méně citlivým plevelům jako jsou rozrazil perský a violka rolní (Cihlár et al., 2018).

V případě vynechání preemergentní regulace nebo při silném tlaku plevelů na začátku vývoje makového porostu lze využít dělené aplikace přípravků **Laudis OD** a **Starane**, kdy první dávka představuje 1,0 l/ha Laudisu + 0,15 l/ha Starane a druhá (asi za 10 dní) 1,0 l/ha Laudisu + 0,3 l/ha Starane. Laudis je dostatečně selektivní i v dávce 2,25 l/ha.

Makový porost lze postemergentně ošetřit také přípravkem **Lentagran WP** (celková registrovaná dávka 2,0 kg/ha, při doporučení dvojí aplikace 1,0 kg/ha + 1,0 kg/ha (za cca 5–10 dní)). Ideální je aplikovat tento herbicid v raných vývojových fázích porostu v kombinaci s herbicidem **Tomahawk** (= dvojí aplikace Lentagranu WP 1,0 kg/ha spolu s herbicidem Tomahawk nejprve 0,15 l/ha a při druhé aplikaci 0,2 l/ha), jenž značně rozšiřuje spektrum jeho účinnosti a zároveň působí jako smáčedlo. Využitím této kombinace dojde k výrazné regulaci výskytu kakostů (Cihlár et al., 2018; Kulovaná, 2001).

Regulace pozdního zaplevelení se provádí **přípravkem s účinnou látkou chlortoluron** – např. **Syncuran 80 DP** (1,5-2 kg/ha) či **Lentipur 500 W** (1,5-2,5 l/ha

v závislosti na zdravotním stavu porostu). Touto aplikací je zajištěna i reziduální činnost proti dalšímu vzcházení plevelů (Cihlář et al., 2018).

Proti plevelným travám je možné využít množství registrovaných účinných **graminicidů**. K potlačení jednoletých jednoděložných plevelů v máku (oves hluchý, ježatka kuří noha, béry) lze aplikovat přípravky: Agil 100 EC (0,5–0,8 l/ha), Pantera 40 EC (1,0–1,5 l/ha), Fusilade Super (1,0 l/ha) a Gallant Super (0,5–0,7 l/ha). V případě výskytu pýru plazivého lze v máku použít tyto graminicidy: Agil 100 EC (1,2–1,5 l/ha), Pantera 40 EC (2,0–2,5 l/ha) a Gallant Super (1,0–1,25 l/ha). Pro jejich správnou účinnost je však nutné současně aplikovat rovněž silná smáčedla, aby graminicidy absorbovaly, a dodržet dávkování postřikové kapaliny (neměla by poklesnout pod 300 l/ha, lépe použít dávku 400 l/ha) (Cihlář et al., 2018; Kulovaná, 2001).

Nejčastěji používané herbicidy využívané k ošetření makových porostů uvádí následující tabulka:

Tabulka 4: Přehled hlavních herbicidů používaných k ošetření makového porostu (ÚKÚZ 2021, Havel et al., 2018)

Účinná látka	Přípravky	Aplikace PRE/POST	Cílová skupina plevelů
Glyfosfát	Agroklasik 360 TF	PRE	Jednoleté a vytrvalé plevely
	Barbarian Super 360		
	Cinic Grade		
	Cinic Up		
	Dominator 360 TF		
	Figaro 360		
Mesotrion	Callisto 100 SC	PRE a POST	Dvouděložné plevely
	Callisto 480 SC		
Klomazon	Centium	PRE	Dvouděložné plevely
	Cirrus CS		
	Command 36 CS		
	CZAR		
	Gamit 36 CS		
Klethodim	Centiurion	POST	Jednoděložné jednoleté a vytrvalé plevely
	GramiGUARD		
	Select Super		
Chlortoluron	Chlortoluron 500	PRE a POST	Dvouděložné plevely
	Lentipur 500 FW		



	Lentron		
	Metlin		
	Rally		
	Toluron		
Fluazifop-P-butyl	Fusilade Forte 150 EC	POST	Jednoděložné jednoleté plevele
Tembotrion	Laudis	POST	Dvouděložné plevele
	Laudis WG		
Pyridát	Lentagran WP	POST	Dvouděložné plevele
Isoxaflutol	Merlin Flexx	PRE	Dvouděložné a některé jednoděložné jednoleté plevele
	Merlin 750 WG		
	Spade flexx		
Quizalofop-P-tefuryl	Rango Super	POST	Jednoděložné jednoleté a vytrvalé plevele
	Pantera QT		
Fluroxypyr	Tomahawk	POST	Dvouděložné plevele (hlavně svízel přítula)

## Choroby máku a ochrana proti nim

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

Jedná se o nejčastější chorobu máku, rostliny napadá od vzházení až po sklizeň. Patogen je jedním z původců padání klíčnicích rostlin a spály máku. Napadená rostlina má na listech nepravidelné hranaté hnědofialové skvrny a listy postupně usychají. Na lodyhách jsou modročerné podélné pruhy. Tobolky napadeného máku jsou menší, často deformované a při vlhkém počasí se na nich vytváří šedé vzdušné mycelium. Patogen tvoří perithecia, kterými přetrvává v semenech napadených rostlin a na rostlinných zbytcích. Infekci podporuje vlhké teplé počasí, pozdní výsevy a poškození makovic krytonoscem makovicovým.

Preventivní ochranou proti této chorobě je zdravé osivo, hluboká orba a dodržování zásady střídání plodin. Pro přímou ochranu je důležité insektofungicidní moření osiva a ošetření máku fungicidy na začátku květu. K ošetření je možné použít přípravky: prochloraz + propiconazole, metconazole, tebuconazole + prothioconazole, kresoximmethyl a biologický přípravek *Pythium oligandrum* (Baranyk et al., 2010, Hrudová et al., 2009).

### **Plíseň máku (*Peronospora arborescens*)**

Rostliny máku mohou být touto chorobou napadány po celou dobu vegetace. Největší škody plíseň způsobuje při napadení mladých rostlin. Takto napadené rostliny výrazně zblednou, deformují se a mají pomalejší růst. Mladé napadené listy jsou nažloutlé, na spodní straně mají zpočátku bělavé, později šedé mycelium se sporangiofory. Dospělé listy napadené plísní jsou hnědé skvrnité. Lodyhy bývají charakteristicky prohnuté, špatně se prodlužují a nevětví se. Poupata jsou při napadení deformovaná, malá a zpravidla nekvetou. Zdrojem infekce jsou semena napadených rostlin a rostlinné zbytky.

Preventivní ochrana spočívá v dodržování agrotechnických zásad: střídání plodin, používání zdravého a uznaného osiva, výběr vhodného stanoviště a nepřehoustlé porosty máku. Pro přímou ochranu má velký účinek fungicidní moření osiva a preventivní ošetření fungicidy během vegetace. Pro ochranu během vegetace je registrován přípravek tebuconazole + prothioconazole a biologický přípravek *Pythium oligandrum* (Baranyk et al., 2010, Hrudová et al., 2009).

### **Hlízenka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Patogen je polyfágní houba, která může napadat rostliny po celou dobu vegetace. Zdrojem infekce jsou sklerocia na posklizňových zbytcích a v půdě. Na povrchu půdy se tvoří plodničky s askosporami, které infikují rostliny během vegetace. Teplé a vlhké počasí podporuje infekci, naopak suché a deštivé počasí omezuje přenašeni askospor.

Rostliny postižené touto chorobou předčasně zasychají a dozrávají. Typickým znakem tohoto patogena jsou bílé skvrny na stoncích nebo vybělené celé úseky stonků. Napadené tobolky jsou světlejší a uvnitř mají sklerocia. Hlízenka obecná na máku způsobuje jen menší škody, více problematické ohledně této choroby bývají ozimé porosty máku setého.

Jako preventivní ochrana slouží správné střídání plodin a nepřehoustlé porosty. Pro chemickou ochranu se používají fungicidy registrované proti helmintosporiíze – metconazole, prochloraz + propiconazole, tebuconazole + prothioconazole. Časná chemická ochrana se provádí ve fázi 4–6 listů, pozdní chemická ochrana se provádí ve fázi háčkování až plné kvetení (BBCH 59–63) (Baranyk et al., 2010, Agromanual.cz, 2021)

### **Plíseň šedá (*Botryotinia fuckeliana*, *Botrytis cinerea*)**

Patogen je polyfágní houba, která přežívá v infikovaných zbytcích rostlin a v půdě ve formě sklerocií. Šíří se pomocí větru, vlhké a chladnější počasí podporuje vznik infekce. Příznakem napadení jsou skvrny pokryté šedým myceliem. Pokud je stonek napaden po celém obvodu, často se v místě napadení láme. Okvětní lístky postižené rostliny vadnou, hnědnou a opadávají.

Ochrana proti této chorobě spočívá především v dodržování agrotechnických zásad. Chemická ochrana se neprovádí (Hrudová et al., 2009, Rostlinolékařský portál 2021).

### **Spála máku**

Spála máku je polyetiologická choroba, která se projevuje odumíráním vzcházejících a mladých rostlin, zvláště na těžkých a přemokřených půdách. Při napadení dochází k zaškrcování a tmavnutí kořenových krčků, načež rostliny odumírají.

Pro prevenci proti spále je důležité nevysévat mák do nevhodných lokalit, bránit vytvoření půdního škraloupu a používat fungicidně mořené osivo (Baranyk et al., 2010, Hrudová et al., 2009).

### **Černání bázi stonku**

Tato choroba napadá rostliny na bázi stonku, kde se objevuje tmavé zabarvení a rostliny předčasně dozrávají. Příčiny napadení nejsou zcela známy. Je dosti možné, že napadení kořenových krčků larvami krytonosce kořenového umožňuje těmto patogenům vstup a následnou infekci rostlin máku.

Ochrana spočívá v dodržování agrotechnických zásad. Přímá metoda ochrany prozatím nebyla objevena (Baranyk et al., 2010).

### **Virózy**

Mák je rovněž hostitelem fytovirů. Nejčastěji se setkáváme s virózami způsobenými těmito patogeny: virus mozaiky tuřínu (TUMV), virus mozaiky řepy (BMV), virus žloutenky řepy (BYV). Méně často je mák napadán i jinými rostlinnými viry (Baranyk et al., 2010).

## **Škůdci máku a ochrana proti nim**

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

Krytonosec kořenový je šedočerný až černý nosatcovitý brouk s typickou tmavou skvrnou za štítkem. Dospělí jedinci přezimují v půdě, s příchodem vyšších teplot nalétávají do porostů máku, který následně poškozují silným žírem. Pokud je v době náletu mák v raných vývojových fázích, hrozí zničení celého porostu. Méně nebezpečné jsou larvy tohoto škůdce, které se živí kořeny máku. Napadené rostliny zaostávají v růstu, špatně kvetou a zahnívají.

Pro ochranu se používá insektofungicidně mořené osivo, které zpomalí prvotní žír krytonosece. V době vzházení porostu až do čtyř pravých listů je důležité sledovat výskyt tohoto škůdce a v případě zjištění silnějšího napadení ihned ošetřit porost insekticidem (Baranyk et al., 2010, Brožková, 2020).

### **Krytonosec makovicový (*Neoglicianus maculaalba*)**

Tento nosatcovitý brouk má za štítkem a na švu krovek typickou bílou skvrnu. Dospělci přezimují v půdě, poté cizopasí na divoce rostoucích druzích máku. V době tvorby pupat migrují na kulturních porosty, kde samičky kladou vajíčka do nejmladších makovic těsně po odkvětu. Larvy se živí semeny a přepážky uvnitř makovic. Po dokončení vývoje opouštějí tobolku a kuklí se v zemi.

Krytonosec makovicový škodí zejména v teplých oblastech kukuřičného výrobního typu. Ochrana se provádí ve fázi háčkování vhodným insekticidem (Baranyk et al., 2010, Hrudová et al., 2009).

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

Žlabatka stonková je drobný blanokřídlí hmyz s širokou hlavou a drobnými tykadly. Přezimuje ve stádiu kukly v odumřelých stoncích. Dospělci se líhnou v květnu a od počátku června přelétávají do porostů máku. Samičky kladou vajíčka do spodní části stonku. Larvy poškozují během žíru cévní svazky a rostlina předčasně zasychá.

Ochrana proti žlabatce stonkové komplikuje to, že není v současné době známa vhodná a jednoduchá metoda pro signalizaci začátku náletu dospělců do porostu. Je nutné sledovat aktuální počet larev ve stonku. Jestliže je průměr výskytu více než pět

jedinců na stonek, je nutné v dané lokalitě následný rok ošetřit všechny porosty máku proti tomuto škůdci v jeho doletu.

Pro redukci počtu žlabatky stonkové má příznivý vliv hluboká orba, z přímých opatření je možné použít insekticid Befenthrin (Brožková, 2020, Baranyk et al., 2010).

#### **Žlabatka maková (*Aylax minor*), žlabatka makovicová (*Aylax papaveris*)**

Larvy žlabatky makové přeměňují báze semen v pohárkovité háčky, žlabatka makovicová tvoří jednu velkou háčku, která vyplňuje vnitřek tobolky. Kuklí se v napadených tobolkách. Ochrana se zpravidla neprovádí, žádné chemické přípravky nejsou registrovány (Baranyk et al., 2010, Hrudová et al., 2009).

#### **Mšice maková (*Aphis fabae*)**

Mšice maková napadá mák během celého vegetačního období. Škodí přenosem virových patogenů a sáním na rostlině. Listy žloutnou, vegetační vrcholy jsou poškozené a mohou zasychat (Hrudová et al., 2009).

Ochrana se provádí v období náletu primárních hostitelů do porostu máku, je-li napadeno více než 5 % rostlin. K ošetření je možno použít například insekticid Pirimor 50 WP s účinnou látkou pirimicarb. Některé z registrovaných přípravků je možné spojit s ochranou proti krytonosci kořenovému (Brožková, 2020).

### **2.7.6 Příprava porostu ke sklizni, vlastní sklizeň, skladování a separace máku**

Zejména u nevyrovnaných a zaplevelených porostů je důležitým opatřením regulace dozrávání. Rostlina máku nedozrává rovnoměrně, listy usychají zdola nahoru, stonek shora dolů. Rovnoměrnost dozrávání negativně ovlivňuje dodatečné větvení rostliny, které může být způsobené opožděným přihnojením dusíkem, půdní nevyrovnaností pozemku či nerovnoměrnou aplikací dusíkatých hnojiv. Cílem regulace dozrávání je sladit nejednotné dozrávání, čímž se sníží vlhkost rostliny a tím i značné ztráty při sklizni (Vašák et al., 2010).

Účinnost využití přípravků připravujících porost ke sklizni bylo ověřeno např. ve čtyřletém pokusu společnosti Český mák. V tomto pokusu byly sledovány vlivy regulátoru růstu Cerone 480 SL, fungicidu Discus, regulátoru dozrávání Basta 15.

Hodnocen byl vliv výše uvedených zásahů a jejich kombinací ve vztahu k neošetřené kontrole na biologický a sklizňový výnos máku odrůdy Opal.

Výsledkem experimentu byla následující zjištění:

„Regulátor růstu Cerone 480 SL omezil poléhání porostu a zpevnil stonek. Na zkrácení délky rostlin měl zanedbatelný vliv. U semene se projevil snížením výnosu. Regulace dozrávání zkracuje dobu dozrávání a tím snižuje riziko vyplavení morfinu deštěm a omezuje dodatečné snížení obsahu morfinu rozvojem houbových chorob.

Fungicid Discus zlepšil zdravotní stav listového aparátu, prodloužil vegetaci rostlin, umožnil zlepšené ukládání asimilátů do semene i makoviny a zvýšil výnos semen.

Regulátor dozrávání Basta 15 sjednotil dozrávání a snížil sklizňové ztráty snížením vlhkosti sklizené hmoty. Přípravek Spodnam zvýšil přilnavost postřikové kapaliny k tobolkám pokrytým voskovou vrstvou a vytvořil polopropustnou membránu bránící vyplavení morfinu z tobolek (Vlk, 2006)“.

Velmi důležité je zvolit vhodný termín aplikace regulátorů dozrávání. Při příliš brzké aplikaci dochází vlivem zaschnutí a nedozrání semen ke snížení HTS a výnosu. Regulace se provádí po odpadnutí většiny semen z přepážky uvnitř tobolky (Vašák et al., 2010).

### **Vlastní sklizeň**

Sklizeň máku se provádí sklízecí mlátičkou. Pro minimalizaci ztrát při sklizni je třeba optimálně seřadit žací stroje kombajnu na malá semena máku. Neméně důležité je také zvolit vhodnou pojezdovou rychlost, rychlost a výšku přiřaněče a délku žacího stolu, aby nedocházelo k vypadávání useknutých tobolek na zem.

Porost pro bezproblémovou a bezztrátovou sklizeň by měl být nepolehlý, suchý a bezplevelný. Sklizeň je zahájena v době, kdy se semena oddělila od lamel uvnitř tobolky a všechny tobolky jsou suché a hnědé. Mák vysetý na podzim dozrává přibližně o měsíc dříve než mák z jarních výsevů. Sklizeň probíhá nejčastěji v měsících červenec až srpen, ve vyšších polohách i do první poloviny září. Mák se sklízí při vlhkosti semene do 11 % a makoviny do 17 % (Kulovaná, 2001).

Jsou možné dva způsoby sklizně – samotná semena bez makoviny (slámy), která se okamžitě rozdrťí a zaorá nebo sklizeň s makovinou (Salamon, Fejer 2011). Ale i

v případě, že je mák určený pouze na semeno, nikoli na makovinu, je lepší sklizeň společně s makovinou. Sklizeň bez makoviny zvyšuje sklizňové ztráty semen máku z 5 % na 25 %, zhoršuje se i kvalita semen, čištění a skladování (Vašák et al., 2010). Podle měření Kumhála a Vlka (2003) se výnos máku ze sklizně společně s makovinou zvýšil z výnosu 1,17 t/ha při sklizni bez makoviny na 1,47 t/ha. Z toho vyplývá, že sklizeň máku s makovinou se blíží bezeztrátové ruční sklizni.

Při sklizni máku na makovinu je důležité, aby hrubá drť makoviny byla bez příměsí prachu, listů a drobných úlomků a semena máku nebyla poškozená. Maximální délka stonku pod tobolkou by měla být v rozmezí 5–15 cm a sklizňové ztráty co nejnižší (Vašák et al., 2010).

### **Skladování makoviny se semenem**

Jestliže je výnos semen máku při sklizni bez makoviny 1 t/ha, pak při sklizni semen máku s makovinou je výnos přibližně 1,6–1,8 t/ha. Z tohoto množství se při separaci získá asi 8 q semena a 3–4 q makoviny. Zbytek jsou drobné úlomky listů, stonků, tobolek a prachu.

Když je směs máku a makoviny vlhká, dosouší se v halách s ventilátory, kdy semena máku musejí mít vlhkost pod 10 % a makovina pod 17 %. Na každý ventilátor se počítá 70–80 m<sup>3</sup> provětrávané směsi. Důležité je naskladnit mák při vysoušení do stejné výšky, aby vzduch z ventilátorů prostupoval rovnoměrně a nedocházelo tak ke vzniku kondenzační vrstvy (Vašák et al., 2010).

Separace semen od makoviny se provádí běžně používanými sítý v předčističkách a čističkách. Pokud makovinu oddělujeme rovnou po sklizni bez dosoušení, používají se síta s otvory minimálně 6 mm, jinak hrozí ucpávání vlivem vyšší vlhkosti a zelených příměsí. Nejprve se provede separace makoviny od semen máku, až poté je možné semena máku vyčistit (Vašák et al., 2010).

Čištění máku je dosti komplikované a náročné. Požaduje se čistota až 99,9 %. Velkou komplikací je velikost semen, která se mnohdy shoduje s velikostí semen plevelů, takže není možná selekce podle velikosti. Z tohoto důvodu se používají pneumatické třídící stoly, které třídí podle měrné hmotnosti. Semena máku se nesmí poškodit, jinak se vlivem žluknutí snižuje potravinářská jakost (Vašák et al., 2010).

## 2.8 Specifika agrotechniky máku z podzimního výsevu

Ozimé formy máku mají na rozdíl od jarních odrůd vyšší mrazuvzdornost. Běžně snášení teploty do -11 °C. Zásadní vliv na úspěšné přezimování má termín setí. Ideální termín setí ozimého máku je v druhé polovině září. Rostliny zaseté začátkem září přerůstají a jejich mrazuvzdornost klesá, naopak rostliny vyseté na konci září vlivem sucha špatně vzcházejí a nestihnou dostatečně narůst. Při setí ozimých odrůd je lepší oproti jarním odrůdám dávat vyšší výsevek. (Baranyk et al., 2010, Kosek a Vlk, 2008).

U ozimé formy máku má zásadní význam preemergentní ošetření herbicidy. Při vynechání tohoto ošetření hrozí riziko silného zaplevelení. Na postemergentní ošetření před nástupem zimy se nelze spolehnout kvůli nepříznivému počasí nebo faktu, že mák často nedoroste do fáze, kdy je možné toto ošetření provést. Špatně ošetřený porost bývá již brzy na jaře silně zaplevelen a postemergentní herbicidy nedokáží takto vzrostlé plevele zničit (Baranyk et al., 2010, Havel, 2020).

Jarní ošetřování ozimých odrůd máku se od jarních odrůd téměř neliší. Rostliny vyseté na podzim často dosahují vyšší výšky a s tím spojeným větším rizikem polehání. Z tohoto důvodu je nutné hnojit dusíkem opatrně, popřípadě snížit dávku (Baranyk et al., 2010).

I když jsou škůdci u ozimého i jarního máku stejní, jejich význam je rozdílný. Na podzim se u ozimých forem máku nevyskytuje krytonosec kořenový. Vyskytuje se až na jaře, kdy jsou rostliny ozimého máku již tak narostlé, že je nemůže ohrozit. Žlabatka stonková se na ozimých odrůdách máku vyskytuje méně než na jarních odrůdách (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).

Z chorob je u ozimých výsevů máku nejvýznamnější plíseň maková a helmintosporiíza máku. Napadení těmito chorobami je u ozimých odrůd ve srovnání s jarními výrazně vyšší. Fungicidy běžně používané pro úspěšné ošetření jarního máku často nemají dobrý účinek při ošetření ozimých forem máku (Baranyk et al., 2010, Kosek a Vlk, 2008, Vašák et al., 2010).



### **3 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je formou literárního přehledu a provozního pokusu zhodnotit výnosové prvky a kvalitu semen jarního a ozimého máku setého. V pokusu byly pozorovány tři odrůdy máku setého – ozimá odrůda Zeno 2002 a dvě jarní odrůdy MS Harlekýn a Maraton. V průběhu vegetace byla hodnocena hustota porostu, nástup jednotlivých růstových fází, zaplevelení a zdravotní stav. Při sklizni byl stanoven výnos semen, po sklizni obsah tuku v semenech.

## 4 Materiál a metodika

### 4.1 Metodika výzkumu

Pro hodnocení výnosových prvků a kvality semen jarního a ozimého máku byl založen provozní pokus s třemi odrůdami máku setého. Sledovány byly dvě jarní odrůdy – Maraton, MS Harlekýn a jedna ozimá odrůda – Zeno 2002.

Pokus se uskutečnil v období od zasetí ozimého máku (září 2019) do sklizně jarních odrůd máku (srpen 2020). Měření probíhalo na šesti polích o celkové výměře 31 ha, přičemž každá z odrůd byla pěstována na dvou polích. Odrůda Zeno 2002 byla pěstována na ploše 14,5 ha, odrůda MS Harlekýn na ploše 9,3 ha a odrůda Maraton na ploše 7,2 ha. Na každém poli byly vytyčeny tři náhodně umístěné pokusné parcely, každá o výměře 100 m<sup>2</sup>, z nichž vycházejí výsledky měření (Foto č. 1).

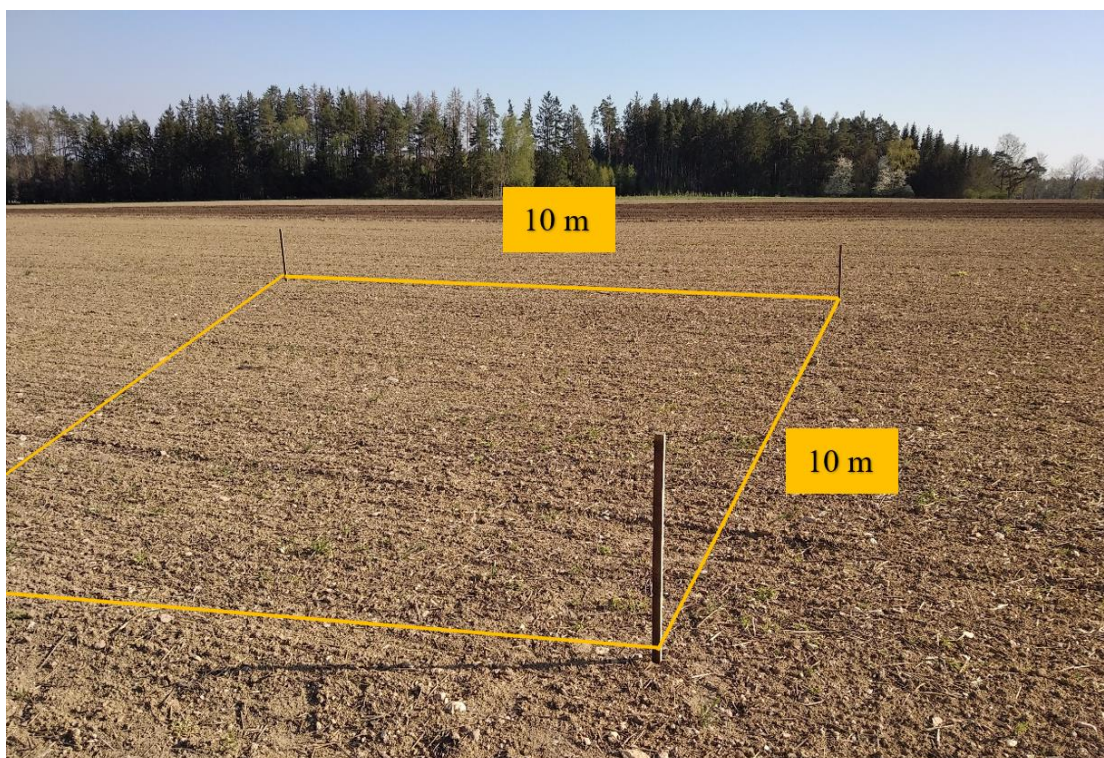


Foto č. 1: Vytyčená pokusná parcela (autor: Petr Rothbauer)

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

Při hodnocení výše uvedených znaků bylo postupováno dle metodiky zkoušek užitné hodnoty pro mák dle ÚKZÚZ (ÚKZÚZ 2019).

#### **4.1.1 Charakteristika sledovaných odrůd máku setého**

##### **Jarní odrůdy**

###### Maraton

Středně raná odrůda modrosemenného máku středního až vyššího vzrůstu. Vyznačuje se dobrou odolností proti polehání a vyvracení rostlin. Maraton má střední odolnost proti chorobám a velmi dobrou odolnost proti nežádoucímu otevírání tobolek. Výnos semen je vysoký s vysokou HTS. Odrůda je dobře přizpůsobivá půdním i klimatickým podmínkám, a proto je vhodná do všech pěstitelských oblastí. Obsah oleje v semenech a obsah morfinu v makovině je středně vysoký. Udržovatelem je Národní poľnohospodárske a potravinárske centrum, Lužianky, Slovensko (Zehnálek, 2020).

###### MS Harlekýn

Středně raná odrůda modrosemenného máku středně vysokého vzrůstu. Vyznačuje se dobrou odolností proti polehání a vyvracení rostlin. MS Harlekýn má velmi dobrou odolnost proti nežádoucímu otevírání tobolek. Výnos semen je velmi vysoký s vysokou HTS. Odrůda je vhodná do všech pěstitelských oblastí. Udržovatelem této odrůdy je Národní poľnohospodárske a potravinárske centrum, Lužianky, Slovensko (Zehnálek, 2020).

##### **Ozimá odrůda**

###### Zeno 2002

Rakouská ozimá odrůda modrosemenného máku s typickou výrazně fialovou barvou květu. Vyznačuje se dobrou odolností proti krátkodobým holomrazům, kdy snese teploty -15 až -16 °C. Výnos semen je vysoký s nižším obsahem morfinu. Nevýhodou je nízká odolnost proti plísni makové v jarním období. Odrůda je vhodná do všech pěstitelských oblastí (Melicharová, 2012).

## 4. 2 Průběh pokusu

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

Pole, na nichž probíhalo měření, se nacházejí ve východní části okresu Tábor, v okolí města Chýnov. Patří do bramborářsko-ovesné zemědělské výrobní oblasti. Dle BPEJ jde o mírně teplý vlhký region, pole jsou rovinatá, případně s mírným sklonem. Půdním typem je kambizem, modální, luvická místy oglejená. Půda je převážně bezskeletovitá až středně skeletovitá, středně hluboká až hluboká. Všechna pole se nacházela v nadmořské výšce 550–600 m. n. m, pouze jedno pole (ozimý mák) se nacházel v nadmořské výšce 430 m. n. m. (Geoprohlížeč, 2021, Česká geologická služba, 2021, VÚMOP, 2021).

Podnebí popisované oblasti je přechodného středoevropského typu. Klimaticky patří do mírně vlhké a teplé oblasti. Průměrné roční teploty zde dosahují 8 °C, průměrná červencová teplota je 16 °C, průměrné lednové teploty jsou kolem -4 °C. Od června do srpna teploty obvykle přesahují 20 °C, často i přes 30 °C. Od prosince do ledna se teploty pohybují od 10 °C do -10 °C, občas se vyskytují i teploty nižší než -20 °C (Svazek obcí mikroregionu Tábořsko, 2016).

V období pokusu bylo počasí odlišné oproti obvyklému průměru. Podzim a zima roku 2019 byly teplotně nadprůměrné, srážkově naopak spíše podprůměrné. Počátek roku 2020 pokračoval v nadprůměrných teplotách i malých srážkách. Nízké úhrny srážek trvaly až do konce dubna, kdy byly vystřídány naopak bohatými srážkami, které trvaly až do sklizně máku (In Meteo, s.r.o., 2021).

Podrobnější charakteristiku klimatu oblasti ve sledovaném období ukazuje následující tabulka:

Tabulka 5: Shrnutí klimatotvorných faktorů v průběhu pokusu (Meteoblue, 2020)

Rok	Měsíc	Průměrná teplota (°C)	Úhrn srážek (mm)	Poznámka
2019	září	13,0	14,7	setí ozimé odrůdy
	říjen	10,5	38,1	
	listopad	5,3	43,1	
	prosinec	1,8	29,2	
2020	leden	1,8	7,0	
	únor	5,1	48,0	
	březen	7,6	22,6	

	duben	9,1	5,0	setí jarních odrůd
	květen	11,9	45,2	
	červen	17,4	52,1	
	červenec	21,7	75,7	sklizeň ozimé odrůdy
	srpen	20,7	128,6	sklizeň jarních odrůd

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

Předplodinou pro všechny tři odrůdy byla ozimá pšenice. Sklizeň pšenice probíhala klasicky sklízecí mlátičkou, sláma byla rozdracena a ponechána na poli. Den po sklizni proběhla mělká podmítka do hloubky 10 cm, jejímž účelem bylo stimulovat klíčení semen předplodiny a plevelů a přerušit kapilární vztlínání vody.

Zpracování půdy proběhlo bez orby minimalizační technologií. Pro ozimou i jarní formu máku bylo 14. 9. 2019 provedeno středně hluboké zpracování půdy univerzálním kompaktním radličkovým kypřičem HORSCH Terrano FX (Foto č. 2) do hloubky přibližně 25 cm. Pro ozimou odrůdu byl tento stroj seřízen tak, aby došlo k přípravě vhodného set'ového lůžka. Tentýž den byl zaset ozimý mák Zeno 2002.



Foto č. 2: Horsch Terrano FX v agregaci s traktorem Fendt 720 (autor: Petr Rothbauer)

Setí probíhalo secím strojem Horsch Pronto 4 DC. Tento secí stroj je vybaven diskovými secími botkami s pneumatickým výsevním ústrojím. Osivo se ukládalo do



hloubky 1,5 cm. Meziřádková vzdálenost byla 15 cm a výsevek ozimého máku Zeno 2002 byl 2 kg/ha. Osivo bylo mořeno přípravkem Cruiser.

Dne 16. 9. 2019 byl proti plevelům aplikován herbicid Calisto 480 SC v poměru 0,3 l přípravku Calisto na 200 l vody, 30. 9. 2019 bylo aplikováno dusíkaté hnojivo močovina v dávce 135 kg/ha.

Ozimý mák vzcházel poměrně rovnoměrně (oproti jarním odrůdám), zřejmě v důsledku příhodných klimatických podmínek (v době setí byla půda oproti setí na jaře více zásobena vodou). Před ukončením vegetace mák na podzim vytvořil 6–7 pravých listů.

Zima byla mírná, bez sněhové pokrývky, která by mák chránila před mrazy. I přes to neměl ozimý mák Zeno 2002 s mírnými mrazy větší problém a zimu přežil bez poškození.

Na jaře 5. 3. 2020 se na porost ozimého máku aplikovalo hnojivo NPK v dávce 200 kg/ha (komplex 15/15/15 + 7 SO<sub>3</sub> + Zn).

Jarní odrůdy máku MS Harlekýn a Maraton byly zasety 4. 4. 2020, stejným secím strojem jako ozimý mák na podzim. Osivo obou odrůd bylo mořeno proti krytonosci přípravkem Cruiser. Selo se na meziřádkovou vzdálenost 15 cm a hloubku 1,5 cm. Výsevek byl 1,7 kg/ha. Rozdílem oproti setí na podzim bylo odstranění zavlačovačů ze secího stroje (Foto č. 3), pro lepší vzcházení rostlin. Po zasetí bylo provedeno válení cambridgeskými válci (Foto č. 4).



Foto č. 3: Setí jarních odrůd máku bez zavlačovačů (autor: Petr Rothbauer)



Foto č. 4: Válení jarních odrůd máku Cambridgeskými válci (autor: Petr Rothbauer)

Dne 6. 4. 2020 se provedla aplikace herbicidu Callisto 480 SC (0,3 l/ha) v kombinaci s hnojivem DAM 390 (150 l/ha), preemergentně na jarní odrůdy (BBCH 01) a posteemergentně na odrůdu Zeno 2002 (BBCH 19).

Dne 27. 4. 2020 byly odrůdy jarních máků Maraton a MS Harlekýn (BBCH 09–10) přihnojeny hnojivem NPK v dávce 200 kg/ha. Na mák Zeno 2002 bylo v tomto období aplikováno granulované dusíkaté hnojivo se sírou YaraBela SULFAN v dávce 200 kg/ha (BBCH 19).

Dne 4. 5. 2020 byl na ozimý mák aplikován herbicid Laudis (1,7 l/ha), v kombinaci s herbicidem Tomahawk (0,3 l/ha), převážně k likvidaci pohanky svlačcovité (BBCH 31–39).

Dne 13. 5. 2020 proběhlo hnojení jarních odrůd máku, hnojivem NPK v dávce 200 kg/ha (komplex 15/15/15 + 7 SO<sub>3</sub> + Zn) (BBCH 11–15). Poté byly odrůdy Maraton a MS Harlekýn ještě přihnojeny hnojivem YaraBela SULFAN v dávce 150 kg/ha. Jarní odrůdy byly 19. 5. 2020 (BBCH 11–17) ošetřeny herbicidem Laudis v dávce 2 l/ha. Tentýž den byl u ozimého máku (BBCH 51) aplikován fungicid Caramba (fungicidní a morforegulační účinek) v dávce 1 l/ha, společně s kapalným koncentrátem bóru YaraVita BORTRAC.

V průběhu května byl na polích jarních odrůd zaznamenán lokální výskyt jílku, proto se 29. 5. 2020 (BBCH 19) aplikoval herbicid Pantera QT proti výdrolům trav. Aplikace neprobíhala plošně, pouze v místech se zvýšeným výskytem plevelů.

Dne 1. 6. 2020, těsně před kvetením ozimé odrůdy (BBCH 59–60), proběhla aplikace YaraBela SULFANU v dávce 200 kg/ha.

Dne 10. 6. 2020 (BBCH 19–25) byly porosty jarních odrůd ošetřeny fungicidem Caramba v dávce 1 l/ha, společně s kapalným koncentrátem bóru YaraVita BORTRAC.

Sklizeň ozimého máku proběhla dne 22. 7. 2020 (BBCH 89) sklízecí mlátičkou Claas mega 370. Sklizeň jarních odrůd máku MS Harlekýn a Maraton proběhla současně dne 21. 8. 2020, tedy asi o měsíc déle než u ozimého máku (Foto č. 5). Ošetřování sledovaných makových porostů během vegetace shrnuje tabulka č. 6.



Foto č. 5: Sklizeň máku – jarní odrůdy (autor: Petr Rothbauer)



Tabulka 6: Postup zakládání a obdělávání makových porostů

Datum	Druh agrotechnické operace/ošetření	Odrůda	BBCH
14. 9. 2019	středně hluboké zpracování půdy, poté setí	ZENO 2002	00
16. 9.	aplikace herbicidu Callisto 480 SC		00–05
30. 9.	aplikace močoviny		05–09
5. 3. 2020	aplikace hnojiva NPK		11–17
4. 4.	setí jarních odrůd máku bez zavlačovačů, válení cambridgeskými válci	MS Harlekýn, Maraton	00
6. 4.	aplikace herbicidu Callisto 480 SC v kombinaci s hnojivem DAM 390	ZENO 2002	19
		MS Harlekýn, Maraton	00–01
27. 4.	aplikace hnojiva NPK	MS Harlekýn, Maraton	09–10
	aplikace hnojiva YaraBela SULFAN	ZENO 2002	19
4. 5.	aplikace herbicidu Laudis v kombinaci s herbicidem Tomahawk	ZENO 2002	31-39
13. 5.	aplikace hnojiva YaraBela SULFAN	MS Harlekýn, Maraton	11–15
19. 5.	aplikace herbicidu Laudis	MS Harlekýn, Maraton	11–17
	aplikace fungicidu Caramba společně s hnojivem YaraVita BORTRAC	ZENO 2002	51
29. 5.	aplikace herbicidu Pantera QT	MS Harlekýn, Maraton	19
1. 6.	aplikace hnojiva YaraBela SULFAN	ZENO 2002	59–60
10. 6.	aplikace fungicidu Caramba společně s hnojivem YaraVita BORTRAC	MS Harlekýn, Maraton	19–25
22. 7.	sklizeň	ZENO 2002	89
21. 8.	sklizeň	MS Harlekýn, Maraton	89

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

**Nástup jednotlivých růstových fází** byl zaznamenáván průběžně během kontrol porostu.

**Hustota porostu (počet rostlin na m<sup>2</sup>)** byl zjištěn přepočtem z počtu rostlin na druhém řádku parcely.

Obecný vzorec výpočtu:

*počet rostlin na 2. řádku parcely \* počet řádků v parcele = počet rostlin na 100 m<sup>2</sup>*

*→ převedeno na počet rostlin na m<sup>2</sup>*

*Např. odrůda Zeno 2002:*

*91 \* 67 = 6097 rostlin na 100 m<sup>2</sup> = 61 rostlin na m<sup>2</sup>*

**Zaplevelení a zdravotní stav rostlin** bylo zaznamenáváno během kontrol porostu.

**Počet tobolek na rostlině** byl získán přepočtem z počtu makovic sklizených na druhém řádku a z počtu 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. odrůda Zeno 2002:*

$$\frac{91}{157} = 1,73 \text{ tobolek na rostlinu}$$

**Počet semen v tobolce** byl zjištěn spočítáním počtu semen v průměrně velké tobolce z každého pokusného honu a výsledek byl zprůměrován (tj. počítáno celkem z 6 tobolek pro každou odrůdu).

**Hmotnost semen v jedné tobolce** byla zjištěna zvážením semen odpočítaných při zjišťování počtu semen v jedné tobolce. Výsledek za každou odrůdu byl zprůměrován.

**HTS** byla zjištěna zvážením 1000 semen odebraných při počítání semen v tobolce.

**Výška rostlin (cm)** byla zjištěna zprůměrováním délky rostlin druhého řádku parcely zjištěné při sklizni.

**Rozsah větvení** byl získán přepočtem z počtu primárních větví jednotlivých rostlin na druhém řádku.

**Teoretický výnos** semen máku byl vypočítán ze zjištěných hodnot (průměrný počet rostlin na m<sup>2</sup>, průměrný počet tobolek na jednu rostlinu, průměrná váha semen v jedné makovici).

Obecný vzorec výpočtu:

$$\text{Teoretický výnos} = \emptyset \text{ počet rostlin na m}^2 * \emptyset \text{ počet tobolek na rostlinu} * \emptyset \text{ hmotnost semen v jedné tobolce (g)}$$

**Výnos semen (reálný)** byl zjištěn vážením po výmlatu na stacionární váze po předchozím vyčištění.

**Obsah tuku (oleje)**

Tuk byl stanoven na přístroji XT10 (ANKOM, USA) (Foto č. 6) za použití petroletheru, plnicí funkci rozpouštědla. Do speciálních předem zvážených filtračních sáčků XT4 byl navážel 1 g vzorku a následně zataven pulsní svářečkou. Takto připravené vzorky byly vysušeny při 103 °C po dobu 3 hodin v sušárně. Po vychladnutí v exsikátoru byly vysušené sáčky zváženy a vloženy do extraktoru tuku Ankom (Foto č. 6). Po hodinové extrakci při 90 °C následovalo vysušení při 103 °C po dobu 30 minut. Po následném vychladnutí v exsikátoru byly sáčky se vzorky opět zváženy a ze zaznamenaných hmotností byl výsledek vyjádřen v % obsahu tuku v sušině. Analýza byla prováděna ve třech opakování.



Foto č. 6: Přístroj Ankom, na kterém byl stanoven obsah tuku (autor: Petr Rothbauer)

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

Stanovení obsahu dusíku bylo provedeno pomocí modifikované Dumasovy metody. Výhodou metody v kombinaci s použitou instrumentací je jednoduché použití a plně automatizovaný proces. Ve srovnání s metodou podle Kjeldahla je výrazně rychlá (proces trvá 3–4 minuty) (Jung et al., 2003). Vzorek se spaluje za přítomnosti kyslíku v komoře při vysoké teplotě nad 900 °C. Dochází k uvolnění oxidu uhličitého, vody a oxidu dusíku. Plyny jsou hnány přes speciální sorpční kolony, které pohlcují oxid uhličitý a vodu. Plynné oxidy dusíku jsou katalyticky redukovány na dusík, který je detekován tepelně-vodivostním detektorem. Přepočítání koncentrace dusíku ve vzorku na obsah dusíkatých látek se provádí přepočtovým faktorem 6,25 (Elementar, 2016).

Pro analýzu bylo použito 25 mg vzorku zabaleného do vytvořené cínové kapsle. Před vlastní analýzou na analyzátoru rapid N cube (Elementar, Germany) (Foto č. 7) se stanovil denní faktor, jako standard se používá kyselina asparagová. 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. 7: Analyzátor rapid N cube (Elementar, Germany) (autor: Petr Rothbauer)



## 5 Výsledky

### 5.1 Sledování během vegetace





#### 5.1.1 Nástup jednotlivých růstových fází



Růstové fáze máku byly na všech odrůdách pravidelně sledovány, viz tab. 7. a 8. Ozimá odrůda Zeno 2002 byla zasetá 14. 9. 2019. Do ukončení vegetačního období rostliny vytvořily 6–7 pravých listů. Zimu rostliny přečkaly bez poškození. Jarní odrůdy máku (MS Harlekýn, Maraton) byly zasety 4. 4. 2020, v tomto období dosáhla ozimá odrůda Zeno 2002 růstové fáze 6.–8. pravého listu. V průběhu sledování jarních odrůd nebyly pozorovány rozdíly v nástupu jednotlivých růstových fází. Ozimá odrůda dosáhla plné zralosti 22. 7. 2020, tedy asi o měsíc dříve než jarní odrůdy MS Harlekýn a Maraton.

Tabulka 7: Nástup růstových fází u sledované ozimé odrůdy Zeno 2002

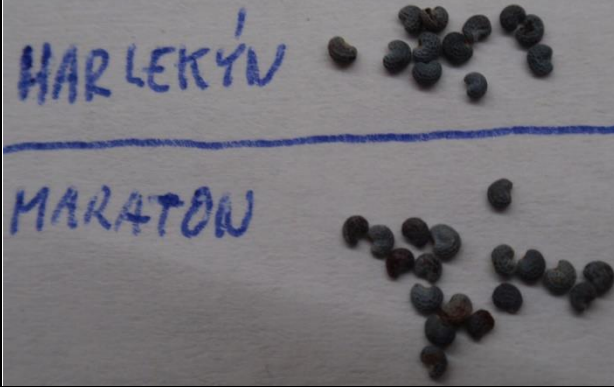



Ozimá odrůda máku – Zeno 2002			
Datum	Růstová fáze	BBCH	Foto (autor Petr Rothbauer)
14. 9. 2019	suché semeno	00	 Foto č. 8: Semena máku Zeno 2002
do ukončení vegetační doby mák vytvořil 6–7 pravých listů		15–17	
4. 4. 2020	fáze 6.–8. pravého listu	17	 Foto č. 9: Fáze 6.–8. pravého listu u ozimé odrůdy Zeno 2002







30. 4.	fáze listové růžice	19	Foto č. 10: Fáze listové růžice u ozimé odrůdy Zeno 2002 
15. 5.	objevení mladého poupěte na krátkém stonku mezi listy přízemní růžic	51	Foto č. 11: Fáze objevení mladého poupěte mezi listy přízemní růžic – Zeno 2002 
22. 5.	fáze mladého poupěte / fáze stonek s převislým poupětem převyšuje všechny listy	55-57	Foto č. 12: Fáze mladého poupěte až fáze stonku s převislým poupětem převyšujícím všechny listy – Zeno 2002 
6. 6.	fáze plného kvetení	65	Foto č. 13: Fáze plného kvetení – Zeno 2002 

25. 6.	zelená zralost	79	<p>Foto č. 14: Fáze zelená zralost máku – Zeno 2002</p> 
22. 7.	plná zralost tobolky a semen	89	<p>Foto č. 15: Fáze plná zralost tobolky a semen – Zeno 2002</p> 

Tabulka 8: Nástup růstových fází u sledovaných jarních odrůd – MS Harlekýn, Maratón

Jarní odrůdy máku – MS Harlekýn, Maratón			
Datum	Růstová fáze	BBCH	Foto
4. 4. 2020	suché semeno	00	Foto č. 16: Semena máku jarních odrůd 
30. 4.	dělohy vidlicovitě rozevřeny	10	Foto č. 17: Fáze dělohy vidlicovitě rozevřeny – Maratón 
7. 5.	fáze 3. a 4. pravého listu	12–15	Foto č. 18: Fáze 3.–4. pravého listu – MS Harlekýn 
15. 5.	fáze 6. pravého listu	17	Foto č. 19: Fáze 6. pravého listu – Maratón 



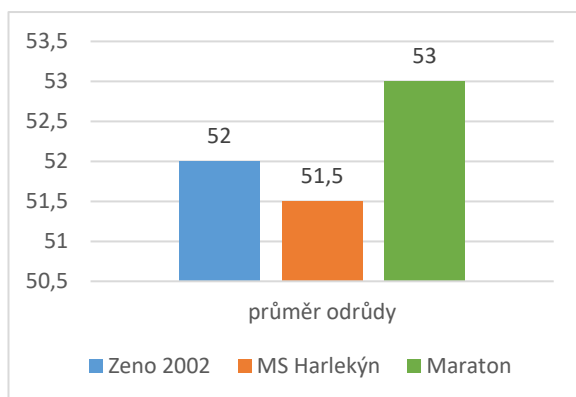
6. 6.	fáze listové růžice	19	Foto č. 20: Fáze růžice – MS Harlekýn 
25. 6.	stonkování a butonizace až objevení mladého poupěte	31–39	Foto č. 21: Fáze stonkování a butonizace až fáze objevení mladého poupěte – MS Harlekýn 
3. 7.	stonek s převislým poupětem, převyšuje všechny listy / fáze počátek kvetení	57–61	Foto č. 22: Fáze stonek s převislým poupětem, převyšuje všechny listy / fáze počátek kvetení – MS Harlekýn 
22. 7.	zelená zralost	79	Foto č. 23: Fáze zelená zralost – MS Harlekýn 

21. 8.	plná zralost tobolek a semen	89	Foto č. 24: Fáze plná zralost tobolek a semen – MS Harlekýn 
--------	------------------------------	----	---

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

U všech sledovaných odrůd byl průměrný počet rostlin na m<sup>2</sup> podobný (viz graf 2, tab. 9). V rámci jednotlivých honů nejvyššího průměrného počtu rostlin (61) dosáhla ozimá odrůda Zeno 2002. Tato odrůda však na druhém honu měla v porovnání s ostatními odrůdami naopak nejnižší průměrnou hustotu porostu (43 rostlin na m<sup>2</sup>). Z hlediska jednotlivých odrůd byl nejvyšší průměrný počet rostlin na m<sup>2</sup> (53) zaznamenán u odrůdy Maraton.

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



Tabulka 9: Hustota porostu (počet rostlin na m<sup>2</sup>)

odrůda	hon 1	hon 2	průměr
Zeno 2002	61	43	<b>52</b>
MS Harlekýn	53	50	<b>51,5</b>
Maraton	54	52	<b>53</b>



### 5.1.3 Zaplevelení a zdravotní stav rostlin

Mezi jednotlivými odrůdami nebyly v zaplevelení zjištěny výrazné rozdíly. S žádnými plevely nebyl větší problém.

V průběhu vegetace byly pozorovány tyto plevely:

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



Foto č. 25: Plevel – jílek vytrvalý v porostu máku MS Harlekýn (autor: Petr Rothbauer)

- rmen rolní (*Anthemis arvensis*) (Foto č. 26)

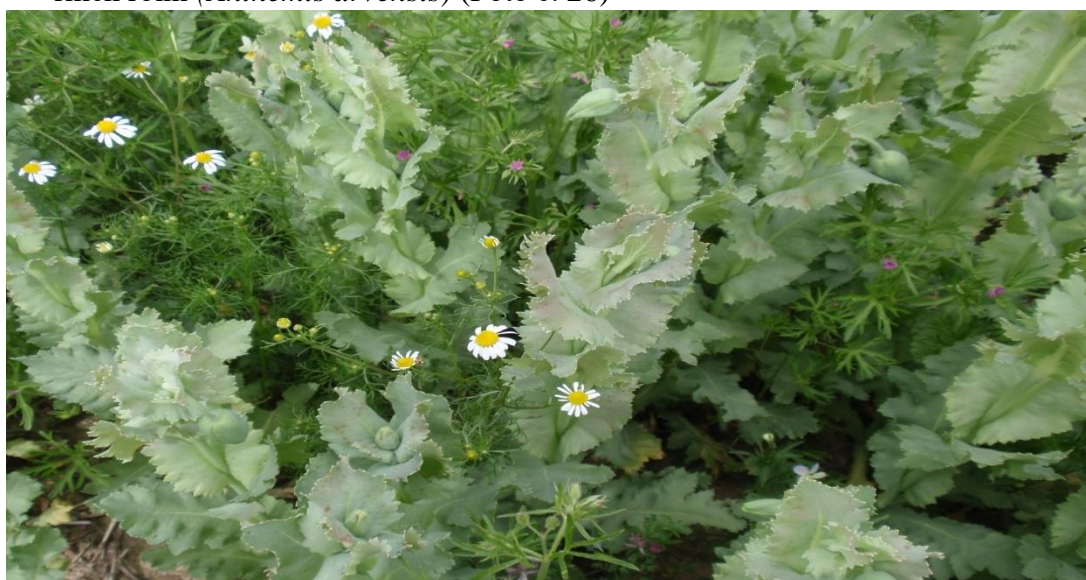


Foto č. 26: Plevel – rmen rolní v porostu máku Zeno 2002 (autor: Petr Rothbauer)



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



Foto č. 27: Plevelé – rozrazil perský v porostu máku MS Harlekýn (autor: Petr Rothbauer)

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



Foto č. 28: Plevelé – lokální zaplevelení mákem vlčím v odrůdě máku Zeno 2002 (autor: Petr Rothbauer)



- přeslička rolní (*Equisetum arvense*) (Foto č.29)



Foto č. 29: Plevelé – přeslička rolní v máku Maraton (autor: Petr Rothbauer)

- penízek rolní (*Thlaspi arvense*) (Foto č. 30)



Foto č. 30: Plevelé – Penízek rolní v máku Zeno 2002 (autor: Petr Rothbauer)



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



Foto č. 31: Plevel – zemědým lékařský v odrůdě Zeno 2002 (autor: Petr Rothbauer)

- violka trojbarevná (*Viola tricolor*) (Foto č. 32)



Foto č. 32: Plevel – violka trojbarevná + zemědým lékařský v místě honu, kde nevzešel mák Zeno 2002 (autor: Petr Rothbauer)



V průběhu pokusu nebyly na sledovaných parcelách pozorovány žádné choroby, ani obvyklí rostlinní škůdci. Znatelné škody byly zaznamenány pouze na jednom z honů s odrůdou Zeno 2002. Tyto škody byly způsobeny pravidelnými nálety hejn hus divokých (Foto č. 33, 34, 35).



Foto č. 33: Škody způsobené husami divokými – Zeno 2002 (autor: Petr Rothbauer)



Foto č. 34: Škody způsobené husami divokými – Zeno 2002 (autor: Petr Rothbauer)

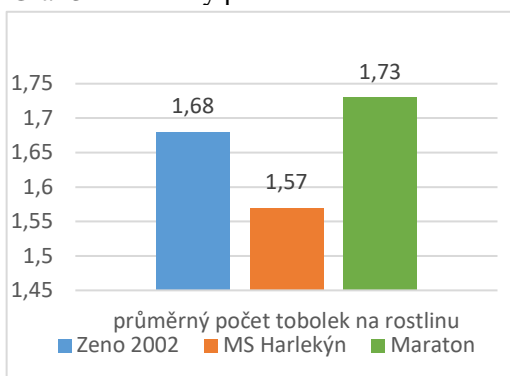


Foto č. 35: Vyplašené husy divoké (autor Petr Rothbauer)

#### 5.1.4 Počet tobolek na rostlině

Průměrný počet tobolek na rostlinu byl u všech odrůd podobný, u žádné z odrůd nebyl vyšší než dvě toboleky. Nejvyššího počtu tobolek dosáhla odrůda Maraton, která měla průměrně 1,73 tobolek na rostlinu. Naopak nejnižšího počtu tobolek dosáhla odrůda MS Harlekýn, průměrně 1,57 tobolek na rostlinu (viz. graf 3, tab. 10).

Graf 3: Průměrný počet tobolek na rostlinu



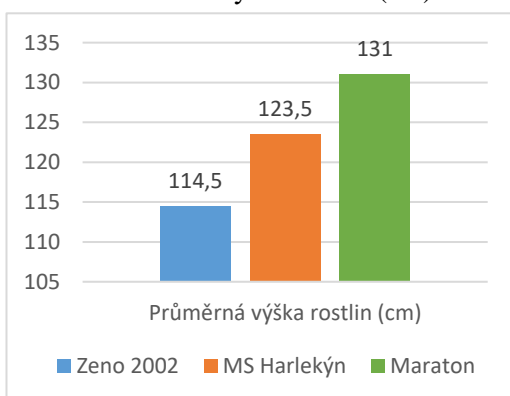
Tabulka 10: Počet tobolek na rostlinu

odrůda	hon 1	hon 2	průměr
Zeno 2002	1,73	1,63	1,68
MS Harlekýn	1,5	1,63	1,57
Maraton	1,7	1,75	1,73

### 5.1.5 Výška rostlin

Nejvyšší průměrnou výšku rostlin (131 cm) měla jarní odrůda Maraton. Naopak nejnižší průměrná výška (114,5 cm) byla zaznamenána u ozimé odrůdy Zeno 2002 (viz. graf 4, tab. 11).

Graf 4: Průměrná výška rostlin (cm)



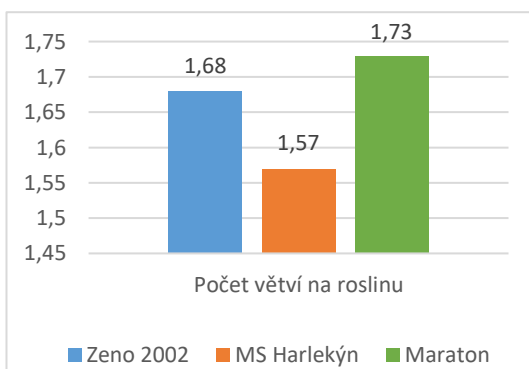
Tabulka 11: Výška rostlin (cm)

odrůda	hon 1	hon 2	průměr
Zeno 2002	116	113	114,5
MS Harlekýn	121	126	123,5
Maraton	134	128	131

### 5.1.6 Rozsah větvení

Rozsah primárního větvení odpovídal průměrnému počtu tobolek na rostlinu (viz. graf 5, tab.12).

Graf 5: Rozsah větvení



Tabulka 12: Rozsah větvení

odrůda	hon 1	hon 2	průměr
Zeno 2002	1,73	1,63	1,68
MS Harlekýn	1,50	1,63	1,57
Maraton	1,70	1,75	1,73

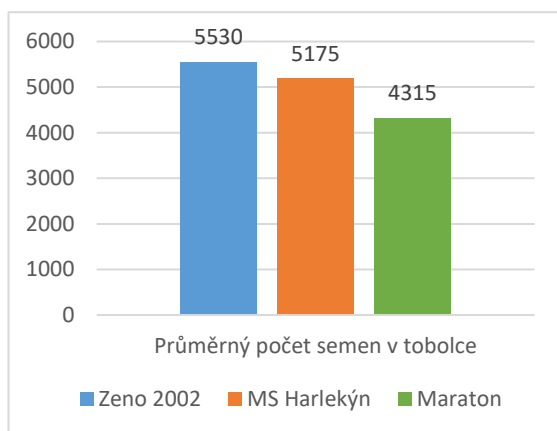


## 5.2 Posklizňové rozborů vzorků máku

### 5.2.1 Počet semen v tobolce

Nejvyššího průměrného počtu semen v tobolce dosáhla ozimá odrůda Zeno 2002 (5 530 semen), semena však byla zřetelně drobnější než u jarních odrůd. Největší tobolky měl mák MS Harlekýn s vysokým počtem semen a velkou HTS. Největší vybrané tobolky obsahovaly až 10 000 semen. Nejmenšího průměrného počtu semen v tobolce dosáhla odrůda Maraton (4 315 semen) (viz. graf 6, tab. 13).

Graf 6: Průměrný počet semen v tobolce



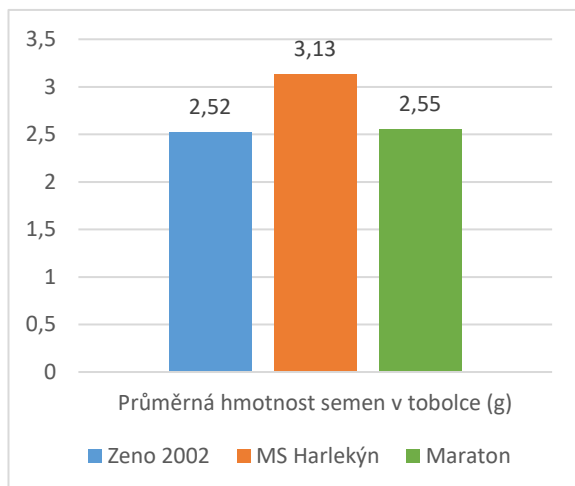
Tabulka 13: Počet semen v tobolce

odrůda	hon 1	hon 2	průměr
Zeno 2002	5 720	5 340	5 530
MS Harlekýn	5 230	5 120	5 175
Maraton	4 360	4 270	4 315

### 5.2.2 Hmotnost semen v jedné tobolce

Nejvyšší hmotnosti semen v tobolce (3,13 g) dosáhla jarní odrůda MS Harlekýn. Nejnižší hmotnost semen v jedné tobolce měla ozimá odrůda Zeno 2002 (2,40 g) a to i přes to, že její počet semen v tobolce byl ze všech testovaných odrůd nejvyšší (viz. graf 7, tab. 14).

Graf 7: Průměrná hmotnost semen v tobolce (g)



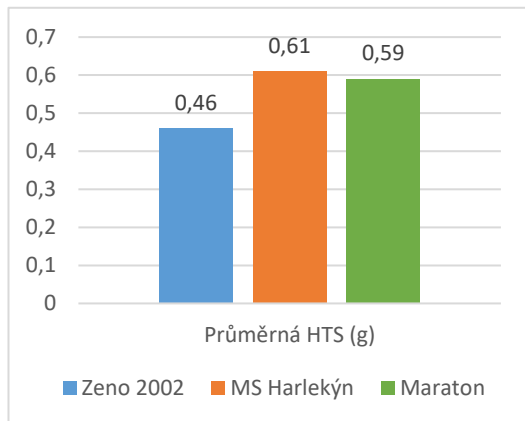
Tabulka 14: Hmotnost semen v tobolce (g)

odrůda	hon 1	hon 2	průměr
Zeno 2002	2,63	2,4	2,52
MS Harlekýn	3,14	3,12	3,13
Maraton	2,57	2,52	2,55

### 5.2.3 HTS

U jarních odrůd nebyl v HTS velký rozdíl. Odrůda MS Harlekýn měla HTS 0,61 g, odrůda Maraton 0,59 g. HTS u ozimé odrůdy Zeno 2002 (0,46 g) byla v porovnání s jarními odrůdami výrazně nižší (viz. graf 8, tab. 15).

Graf 8: Průměrná HTS (g)



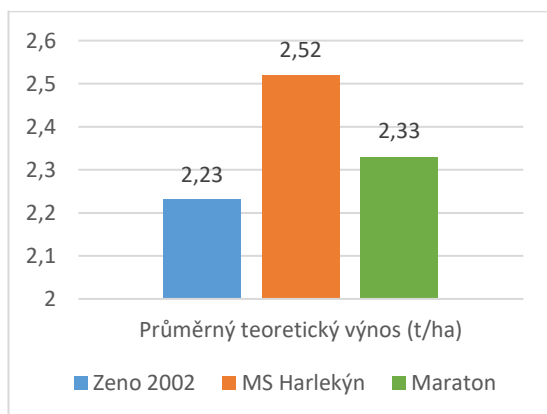
Tabulka 15: HTS (g)

odrůda	hon 1	hon 2	průměr
Zeno 2002	0,46	0,45	0,46
MS Harlekýn	0,61	0,61	0,61
Maraton	0,59	0,59	0,59

### 5.2.4 Teoretický výnos

Nejvyšší teoretický výnos 2,52 t/ha měla jarní odrůda MS Harlekýn. Naopak nejnižší teoretický výnos 2,23 t/ha byl zaznamenán u ozimé odrůdy Zeno 2002 (viz. graf 9, tab. 16).

Graf 9: Průměrný teoretický výnos (t/ha)



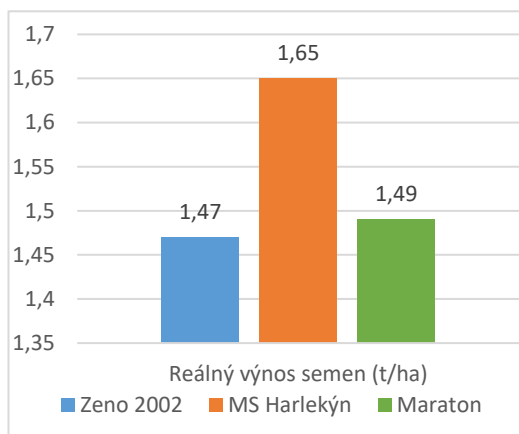
Tabulka 16: Teoretický výnos (t/ha)

odrůda	hon 1	hon 2	průměr
Zeno 2002	2,77	1,68	2,23
MS Harlekýn	2,50	2,54	2,52
Maraton	2,36	2,29	2,33

### 5.2.5 Výnos semen (reálný)

Nejvyššího výnosu 1,65 t/ha dosáhla jarní odrůda máku MS Harlekýn. Jarní odrůda Maraton a ozimá odrůda Zeno 2002 dosáhly v průměru srovnatelného výnosu 1,49 t/ha a 1,47 t/ha (viz. graf 10, tab.17).

Graf 10: Reálný výnos semen (t/ha)



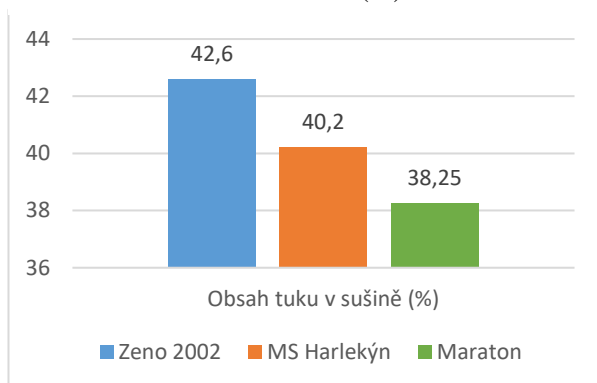
Tabulka 17: Reálný výnos semen (t/ha)

odrůda	hon 1	hon 2	průměr
Zeno 2002	1,96	0,98	1,47
MS Harlekýn	1,61	1,69	1,65
Maraton	1,52	1,46	1,49

### 5.2.6 Obsah tuku v sušině

Od každé odrůdy byl měřen jeden vzorek ve třech opakování. Nejvyšší obsah tuku 42,60 % byl naměřen u ozimé odrůdy Zeno 2002. Jarní odrůda MS Harlekýn měla 40,20 % tuku a odrůda Maraton 38,25 % tuku (viz. graf 11).

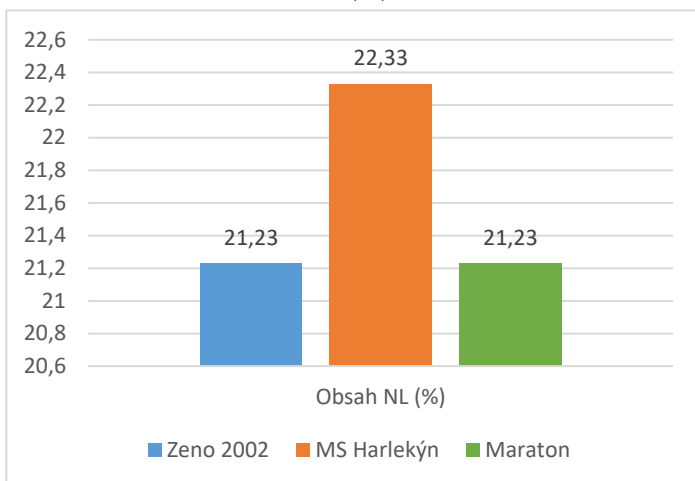
Graf 11: Obsah tuku v sušině (%)



### 5.2.7 Obsah dusíkatých látek (NL) v sušině

Obsah NL byl nejvyšší u odrůdy MS Harlekýn 22,33 %. Odrůdy Zeno 2002 a Maraton měly shodný obsah NL v sušině 21,23 % (viz. graf 12).

Graf 12: Obsah NL v sušině (%)



## 6 Diskuse

Nejvyšších průměrných výnosů a nejvyšší HTS dosáhla jarní odrůda máku MS Harlekýn. Výsledky pokusu tedy potvrdily charakteristiku této odrůdy uváděnou Výzkumno-šlechtitelskou stanicí VÚRV Piešťany, kde byla odrůda MS Harlekýn vyšlechtěna (Vurv.sk, 2021). Také ÚKZÚZ, který v letech 2015 a 2016 prováděl pokusy, v nichž odrůda MS Harlekýn dosáhla rekordních výnosů okolo 2,2 t/ha (ÚKZÚZ 2021), potvrdil produktivnost této odrůdy.

Absolutně nejvyššího výnosu v prováděném pokusu dosáhla ozimá odrůda Zeno 2002. Bylo to pravděpodobně v důsledku podmínek z hlediska půdní vláhly v období vzcházení, které byly oproti jarním odrůdám příznivější. Ovšem vysoký výnos tato odrůda poskytla pouze na jednom ze sledovaných honů. Na druhém honu dosáhla odrůda Zeno 2002 naopak nejnižších výnosů ze všech testovaných odrůd, proto i po zprůměrování byl celkový výnos této odrůdy nižší oproti průměrným výnosům sledovaných jarních odrůd. Poměrně nízký výnos druhého honu byl zřejmě způsoben zamokřenými místy, kde mák špatně vzcházal, a vysokým poškozením hejny hus divokých. Z tohoto důvodu byl také počet rostlin odrůdy Zeno 2002 na druhém honu nízký, což se odrazilo na výnosu semene.

Reálný výnos se oproti teoretickému lišil u odrůdy Zeno 2002 o 34,08 %, u odrůdy MS Harlekýn o 34,52 % a u odrůdy Maraton o 36,05 %. Odchylka byla u všech odrůd podobná. Rozdíl v teoretickém a praktickém výnosu byl pravděpodobně způsoben hlavně ztrátami při sklizni. Vliv nejspíše měla také místa na honu, kde mák nevzešel – více utužená půda na souvratích, kolejové řádky. U odrůdy Zeno 2002 se k těmto negativním faktorům přidala ještě zamokřená místa honu a poškození husami divokými.

Jarní odrůdy v porovnání s ozimou odrůdou neměly v období po zasetí již tak příznivé podmínky, z důvodu nedostatku vláhly vzcházely hůře. Tento fakt se nejspíše odrazil následně na nižším počtu rostlin na m<sup>2</sup>. Na druhou stranu jarní odrůdy oproti odrůdě ozimé měly vyšší HTS a tedy i vyšší hmotnost semen v jedné tobolce, k čemuž mohla přispět právě nižší hustota porostu.

Průměrný počet tobolk na rostlinu byl u všech odrůd podobný, u žádné z odrůd nebyl vyšší než dvě tobolky. Tento výsledek odpovídal výsledkům zkoušek užitné hodnoty ze sklizně máku setého pro rok 2020 prováděné ÚKZÚZ (ÚKZÚZ 2020). Nejvyššího průměrného počtu semen v tobolce dosáhla ozimá odrůda Zeno 2002, semena však byla znatelně drobnější než u jarních odrůd. Největší tobolky měl mák MS Harlekýn s průměrným počtem semen v tobolce nižším (5 175 ks) než udává v charakteristice této odrůdy společnost Labris (6 000–8 000 ks) (Labris 2020). Avšak největší vybrané tobolky odrůdy MS Harlekýn obsahovaly nadprůměrný počet semen v tobolce, tj. až 10 000 ks.

Nejvyšší průměrné výšky rostlin ze sledovaných odrůd dosáhla odrůda Maraton s výškou 131 cm. Rostliny odrůdy MS Harlekýn byly přibližně o 10 cm nižší, průměrně měřily 123,5 cm. Rostliny odrůdy Zeno 2002 byly nejkratší, dosáhly průměrné výšky 114,5 cm. V porovnání s výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně máku setého pro rok 2020 prováděné ÚKZÚZ (ÚKZÚZ 2020) byla výška sledovaných rostlin na pokusných polích nižší. Ovšem v porovnání s výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně máku setého pro rok 2019 a roky 2015, 2016 (ÚKZÚZ 2015, ÚKZÚZ 2016) byla výška monitorovaných rostlin máku naopak vyšší. Dle mého názoru je výška rostlin nejvíce ovlivněna klimatickými podmínkami, kvalitou přípravy půdy a obsahem živin v půdě.

Nejvyšší průměrný obsah tuku v sušině semene 42,60 % měla ozimá odrůda Zeno 2002, jarní odrůda MS Harlekýn měla 40,20 % tuku v sušině a nejméně tuku ze sledovaných odrůd 38,25 % měla odrůda Maraton. Průměrný obsah sušiny u sledovaných odrůd byl: u odrůdy Zeno 2002 94,31 %, u odrůdy MS Harlekýn 93,03 %, u odrůdy Maraton 90,67 %. Obsah sušiny, který byl u sledovaných odrůd různý, měl rovněž vliv na obsah oleje (nejvíce sušiny měla odrůda Zeno 2002, která měla i největší obsah oleje, naopak nejmenší obsah sušiny měla odrůda Maraton, jež měla i nejnižší obsah oleje). V porovnání s chemickými rozbory semen máku po sklizni, které v letech 2019 a 2020 prováděl ÚKZÚZ, byly zjištěné hodnoty obsahu oleje v sušině semen pokusných rostlin nižší (u odrůdy Zeno 2002 v průměru o 6,4 %, u odrůdy MS Harlekýn v průměru o 5,2 %, u odrůdy Maraton o 7,4 %) (ÚKZÚZ 2020, ÚKZÚZ 2019). Dle Zukalové a Vašáka (2003) obsah oleje u olejnin nejvíce ovlivňuje odrůda, ročník a pěstitelská oblast, posklizňové ošetření, utužení půdy a komplex

agrotechnických vlivů. Podle Vašáka et. al (2010) má vliv na obsah oleje v semenech také nedostatek síry. Makový olej lze využívat v potravinářství nebo k výrobě malířských barev. Zpracování máku na olej, který je svým složením nejvíce podobný z běžně dostupných olejů oleji slunečnicovému, je však pouze v malém měřítku (Zehnálek 2020).

## 7 Závěr

Z přehledu dostupných zdrojů a hodnocení pokusu vyplývá, že obě hodnocené formy máku mají své klady a zápory. Výhody pěstování ozimé formy spočívají v delší vegetační době, ranější sklizni a s tím spojeného lepšího uplatnění na trhu, kdy již není dostupná produkce máku z loňské sklizně. Naopak velkou nevýhodou a důvodem převahy pěstování jarních forem je riziko vyzimování a výrazně vyšší náchylnost na plísňové choroby. Pěstování jarních odrůd je méně rizikové. Nehrozí vyzimování a náchylnost na plísňové choroby je nižší. Nevýhodou jarních forem může být problematické vzházení způsobené nedostatkem vláhy v období setí. V důsledku většinového pěstování jarních forem máku a jeho dodání na trh ve stejnou dobu, bývá také jeho výkupní cena často nižší oproti ozimému máku, který je na trh dodán dříve, kdy není ještě vysoká konkurence.

Porovnání výsledků výnosových a kvalitativních prvků jarních odrůd s výsledky ozimé odrůdy neukázaly ve většině sledovaných znaků výrazné rozdíly. Největší rozdíly mezi jarními formami máku a ozimou formou máku byly zjištěny ve znacích obsah tuku v sušině a počet semen v jedné tobolce, v nichž dosahovala lepších výsledků ozimá odrůda Zeno 2002 a dále ve znacích výška rostlin, hmotnost semen v jedné tobolce a HTS, v nichž naopak lepších výsledků dosáhly jarní odrůdy MS Harlekýn a Maraton. Ve znacích počet rostlin na m<sup>2</sup>, obsah NL a počet tobolek na jedné rostlině byly jarní odrůdy srovnatelné s odrůdou ozimou. Z výpočtu teoretického výnosu semen se jako výnosnější jevíly jarní odrůdy máku, což potvrdil i zjištěný reálný výnos. Nejvyšších průměrných výnosů dosáhla jarní odrůda MS Harlekýn, ovšem potenciál největšího výnosu měla ozimá odrůda Zeno 2002, jejíž průměrný výnos byl ovlivněn značným poškozením porostu na jednom ze sledovaných honů.

V případě, že by klimatické podmínky měly obdobný průběh, jako v době sledování porostů hodnocených v této práci (tj. zima mírná, jaro s vysokými teplotami a nedostatkem srážek) lze na základě zjištěných výsledků doporučit pěstování ozimé odrůdy máku, která má za této situace potenciál velmi vysokého výnosu. Za předpokladu výrazně mrazivého zimního období je jistější zvolit spíše jarní formu máku (ze dvou jarních odrůd sledovaných v této práci se jeví jako výnosnější volba



odrůdy MS Harlekýn). Tento pokus však sleduje pouze jedno vegetační období, proto z něho nelze vyvozovat všeobecně platné závěry a závazná doporučení pro praxi.

## Přehled použité literatury a zdrojů

Agromanual.cz (2021). *Hlízenka obecná na máku – Sklerotiniová hniloba máku*. [online]. [cit. 20. 2. 2021]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/hlizenka-obecna-na-maku-sklerotiniova-hniloba-maku>

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.

Bechyně, M. et al. (2001). *Mák*. Agrospoj., Praha. ISBN: 80-239-4237-9.

Bernáth, J., Németh, E. (1998). Physiological – ecological aspects. V: Poppy: the genus papaver. Bernáth J. (ed.). *Amsterdam, Harwood Academic Publishers*: 65-92

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.

Brožková, L. (2020). Škůdci máku v jarním období. [online] Agrovenkov o.p.s. [cit. 24. 2. 2021]. Dostupné z: <https://www.agrovenkov.com/2020/05/skudci-maku-v-jarnim-obdobi/>

Cihlář, P. et al. (2018). *Zakládání porostu máku a regulace plevelů*. [online] Agromanual.cz [cit. 22. 2. 2021]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/zakladani-porostu-maku-a-regulace-plevelu>

Cihlář, P. et al. (2007). *Intenzivní pěstování máku*. In: *Prosperující olejniny*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, pp. 75-76.

Cihlář, P. et al. (2003). *Technologie máku setého pro dvoutunové výnosy semen*. In: *Řepka, Mák, Hořčice*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, pp. 134-141.

Cihlář, P. et al. (2013). *Setí máku neuspěchejte*. [online] Agrární WWW portál AGRIS [cit. 12. 11. 2020]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/179500>

- Česká geologická služba (2021). *Půdní mapa 1:50000*. [online]. [cit. 25. 2. 2021]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>
- Český modrý mák, (2019). *Typy máku, Český modrý mák*. [online] [cit. 6.11. 2020]. Dostupné z: <https://ceskymodrymak.cz/cs/mak/druhy-maku>
- Dąbrowski, G. (2020). Composition and Quality of Poppy (*Papaver somniferum* L.) Seed Oil Depending on the Extraction Method. *LWT*, 134: 1-7.
- Diviš, J. et al. (2010). *Pěstování rostlin*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 978-80-7394-216-8.
- Dvořáková, et al. (2007). Hodnocení genových zdrojů máku setého *Papaver somniferum* L. In: *Prosperující olejniny*. Zemědělská společnost při ČZU v Praze – pobočka FYTO, Praha, s. 87-89.
- Edelbauer, A., Stangl, J. (1993). Nährstoffentzug durch den Waldviertler Graumohn (*Papaver somniferum* L.) im Verlauf der Vegetationszeit. *Bodenkultur*, 44 (1): 15-27.
- 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.
- Geoprohlížeč (2021). *Zeměměřický úřad*. [online] [cit. 25. 2. 2021]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- Gümüşçü, A., Gümüşçü, G. (2015). Climate Change and Effect on Yield Components of Opium Poppy. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (1): 79-84.
- Havel, J. (2020). Zakládání porostu máku a možnost regulace plevelů. [online] Agromanual.cz [cit. 10. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/zakladani-porostu-maku-a-moznosti-regulace-plevelu>

Havel, J. et al. (2018). *Pěstitelská technologie máku pro snížení rizikovosti pěstování*. První vydání. OSEVA vývoj a výzkum, Praha. ISBN 978-80-905808-1-7.

Holoubek, J. (2014). Ohlašovací povinnost pěstitelů máku a konopí podle par. 29 zákona č. 167/1998 Sb., o návykových látkách. [online] Celní správa České republiky [cit. 4. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.celnisprava.cz/cz/o-nas/informace-dle-zak-c-1061999sb/zivotni-situace/Stranky/ohlasovaci-povinnost-pestitelu-maku-a-konopi-podle-par-29-zakona-c-1671998-sb-o-navykovych-latkach.aspx>

Hrdina, V. et al. (2004). *Přírodní toxiny a jedy*. První vydání. Galén, Praha. ISBN 80-7262-256-0

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

InMeteo, s.r.o. (2021). *IN POČASÍ*. [online]. [cit. 25. 2. 2021]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/archiv/>

Jain, P. M. (1990). Effect of split application of nitrogen on opium poppy. *Indian Journal of Agronomy*, 35 (3): 240–242.

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.

Kosek, Z. a Vlk, R. (2008). Termín setí ozimého máku je tu. [online] Úroda [cit.1.4.2020]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/termin-seti-ozimeho-maku-je-tu/>

Kuchtová, P. et al. (2013). *Pěstitelská technologie máku pro ekologické zemědělství*. První vydání. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. ISBN 978-80-213-2429-9.

Kulovaná, E. (2001). Agrotechnika máku. [online] Úroda [cit.10.11.2020]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/agrotechnika-maku/>

Kulovaná, E. (2001). Sklizeň makoviny. [online] Úroda [cit.13.11.2020]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/sklizen-makoviny/>

Kulovaná, E. (2001). Ochrana máku proti plevelům. [online] Úroda [cit.20.12.2020]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/ochrana-maku-proti-plevelum/>

Kumhála, F. a Vlk, R. (2003). Seřízení sklízecích mlátiček pro sklizeň máku setého. In: *Řepka, Mák, Hořčice*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, pp. 158-162.

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

Lošák, T. (2020). Zásadní poznatky k výživě a hnojení máku. [online] Makove pole.sk [cit. 8. 11. 2020]. 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. 8.11. 2020]. Dostupné z: <http://www.agroporadenstvo.sk/rastlinna-vyroba-olejniny?article=794>

Marciano, M. A. et al. (2018). Development of a method to extract opium poppy DNA from heroin. *Scientific Reports (Nature Publisher Group)*, 8:1-15.

Melicharová, J. (2012). *Technologie pěstování ozimého máku setého a jeho uplatnění v ČR*. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

Meteoblue, (2020). *Podnebí Tábor*. [online]. [cit. 25. 2. 2021]. Dostupné z: [https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/climatemodelled/t%C3%A1bor\\_%C4%8Cesko\\_3064379?fbclid=IwAR3SYT-kyW5ZXZ25GqMrQcQ4r\\_aeQFMYvAf3NSjLRFKk9NIXcfE5KpCJRfo](https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/climatemodelled/t%C3%A1bor_%C4%8Cesko_3064379?fbclid=IwAR3SYT-kyW5ZXZ25GqMrQcQ4r_aeQFMYvAf3NSjLRFKk9NIXcfE5KpCJRfo)

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

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

Opium alkaloids in poppy seeds, (2018). *World Food Regulation Review*, 27(12): 5-6.

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.

Pazdera, Z. (2015). *Papaver somniferum-mák setý*. [online] Herbář Wendys [cit. 4. 11. 2020]. Dostupné z: <https://botanika.wendys.cz/index.php/14-herbar-rostlin/487-papaver-somniferum-mak-sety>

Petr, J. a Honsová, H. (2009). Podstata možnosti setí máku na podzim. In: *Prosperující olejniný. Zemědělská společnost při ČZU v Praze– pobočka FYTO, Praha*, pp. 95-97.

Procházka, P., Smutka, L. (2012). Czech republic as an important producer of poppy seed. *AGRIS on-Line Papers in Economics and Informatics*, 4(2): 35-47.

Pšenička, P. et al. (2009). Současný sortiment odrůd a osivo. [online] Zemědělec [cit. 5. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/soucasny-sortiment-odruda-osivo/>

Ptáčnick, S. (2020). V pěstování máku je Česko světovou jedničkou. [online] Novinky.cz [cit. 1. 4. 2020]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/domaci/clanek/v-pestovani-maku-je-cesko-svetovou-jednickou-40332237>

Rostlinolékařský portál (2021). *Šedá plisňovitost máku*. [online] [cit. 20. 2. 2021]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/?key=%222eb5788ffd084b2d28065f0ae3ba67c9%22#r|p|so|choroby|detail:2eb5788ffd084b2d28065f0ae3ba67c9|popis](http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%222eb5788ffd084b2d28065f0ae3ba67c9%22#r|p|so|choroby|detail:2eb5788ffd084b2d28065f0ae3ba67c9|popis)

Ryan, E. et al. (2007). Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. *Plants Food Human Nutrition*, 62: 85-91.

Rychter, R. et al. (2014). Komplexní výživa máku přispívá k jeho výnosové stabilitě. In: *Prosperující olejniný 2014. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha*, pp. 107-109.

Rostlinolékařský portál (2021). *Regulace plevelů*. [online] [cit. 20.2.2021]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#r|p|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c29d42c|plevele](http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#r|p|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c29d42c|plevele)

Rostlinolékařský portál (2021). *Mák setý*. [online] [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#r|p|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c29d42c](http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#r|p|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c29d42c)

Salamon, I., Fejer, J. (2011). Poppy Cultivation in Slovakia. *Acta Horti*, 925: 249-255

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

Svazek obcí mikroregionu Tábořsko, (2016). Strategický plán rozvoje mikroregionu Tábořsko 2017–2023. [online] [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: <https://www.mikroregiontaborsko.cz/www/smotaborsko/fs/mikroregion-taborsko-strategie.pdf>

ÚKZÚZ, (2021). *Výsledky odrudových pokusů ÚKZÚZ 2015-2016*. [online] [17.3.2021]. Dostupné z: <http://www.labris.cz/odrudy-maku-seteho/43-vysledky-odrudovych-pokusu-ukzuz-2015-2016>

ÚKZÚZ, (2020). *Výsledky zkoušek užitné hodnoty odrůd Mák setý jarní*. [online] [17.3.2021]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/odrudy/publikace/vysledky-zkousek-uzitne-hodnoty/x2020/>

ÚKZÚZ, (2019). *Výsledky zkoušek užitné hodnoty odrůd Mák setý ozimý*. [online] [17.3.2021]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/odrudy/publikace/vysledky-zkousek-uzitne-hodnoty/x2018/?pos=50/>

ÚKZÚZ, (2015). *Výsledky zkoušek užitné hodnoty odrůd Mák setý jarní*. [online] [17.3.2021]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/odrudy/publikace/vysledky-zkousek-uzitne-hodnoty/archiv/x2015/?pageSize=50>

ÚKZÚZ, (2016). *Výsledky zkoušek užitné hodnoty odrůd Mák setý jarní*. [online] [17.3.2021]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/odrudy/publikace/vysledky-zkousek-uzitne-hodnoty/archiv/x2016/?pageSize=50>

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

Vašák, J. (2001). Mák ve struktuře rostlinné výroby. *Farmář*, 7 (2): 26-27.

Vlk, R. (2006). Regulace růstu a dozrávání máku setého – čtyřleté výsledky pokusů. In: *Prosperující olejniny*. Zemědělská společnost při ČZU v Praze– pobočka FYTO, Praha, pp. 89-91.

Vlk, R. (2012). Nové trendy v technologii pěstování máku, výsledky odrůdových pokusů. In: *Prosperující olejniny*. Zemědělská společnost při ČZU v Praze– pobočka FYTO, Praha, pp. 84-85.

Vlk, R. et al. (2009). Příprava půdy a zakládání porostů. [online] Zemědělec [cit. 10. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.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 (2019). *eKatalog BPEJ*. [online]. [cit. 25. 2. 2021]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>

Vurv.sk (2021). *Registrované odrody vyšľachtené na Výskumno-šľachtiteľských staniach VÚRV Piešťany*. [online] [17. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.vurv.sk/aktivity/registrovane-odrody/v-slovenskej-republike-registrovane-odrody-vyslachtene-na-vyskumno-slachtitelskych-staniciach-vurv-piestany>

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.

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.

Zukalová, H. a Vašák, J. (2003). Možnosti ovlivnění tržní kvality řepky, máku a hořčice. In: *Sborník „Řepka, Mák, Hořčice“*, 2003. Česká zemědělská univerzita, Praha, pp. 8-16.



## **Seznam obrázků**

Obrázek 1: Makrofenologická stupnice máku setého (Bechyně a Novák 1987)..... 16

## Seznam fotografií

(autor – Petr Rothbauer, 2020)

Fotografie č. 1: Vytyčená pokusná parcela .....	42
Fotografie č. 2: Horsch Terrano FX v agregaci s traktorem Fendt 720 .....	45
Fotografie č. 3: Setí jarních odrůd bez zavlačovačů .....	46
Fotografie č. 4: Válení jarních odrůd máku Cambridgeskými válci .....	46
Fotografie č. 5: Sklizeň máku – jarní odrůdy .....	48
Fotografie č. 6: Přístroj Ankom, na kterém byl stanoven obsah tuku .....	51
Fotografie č. 7: Analyzátor rapid N cube (Elementar, Germany) .....	52
Fotografie č. 8: Semena máku Zeno 2002 .....	53
Fotografie č. 9: Fáze šestého až osmého pravého listu u ozimé odrůdy Zeno 2002 .....	53
Fotografie č. 10: Fáze listové růžice u ozimé odrůdy Zeno 2002 .....	54
Fotografie č. 11: Fáze objevení mladého poupěte mezi listy přízemní růžice – Zeno 2002 .....	54
Fotografie č. 12: Fáze mladého poupěte až fáze stonku s převislým poupětem převyšujícím všechny listy – Zeno 2002 .....	54
Fotografie č. 13: Fáze plného kvetení – Zeno 2002 .....	54
Fotografie č. 14: Fáze zelená zralost máku – Zeno 2002 .....	55
Fotografie č. 15: Fáze plná zralost tobolky a semen – Zeno 2002 .....	55
Fotografie č. 16: Semena máku jarních odrůd .....	56
Fotografie č. 17: Fáze dělohy vidlicovitě rozevřeny – Maraton .....	56
Fotografie č. 18: Fáze 3.-4. pravého listu – MS Harlekýn .....	56
Fotografie č. 19: Fáze šestého pravého listu – Maraton .....	56
Fotografie č. 20: Fáze růžice – MS Harlekýn .....	57

Fotografie č. 21: Fáze stonkování a butonizace až fáze objevení mladého poupěte – MS Harlekýn .....	57
Fotografie č. 22: Fáze stonků s převislým poupětem, převyšuje všechny listy/ fáze počátek kvetení – MS Harlekýn .....	57
Fotografie č. 23: Fáze zelená zralost – MS Harlekýn .....	57
Fotografie č. 24: Fáze plná zralost tobolky a semen – MS Harlekýn .....	58
Fotografie č. 25: Plevelé – jílky vytrvalý v porostu máku MS Harlekýn .....	59
Fotografie č. 26: Plevelé – rmen rolní v porostu máku Zeno 2002 .....	59
Fotografie č. 27: Plevelé – rozrazil perský v porostu máku MS Harlekýn .....	60
Fotografie č. 28: Plevelé – lokální zaplevelení mákem vlčím v odrůdě máku Zeno 2002 .....	60
Fotografie č. 29: Plevelé – přeslička rolní v máku Maraton .....	61
Fotografie č. 30: Plevelé – Penízek rolní v máku Zeno 2002 .....	61
Fotografie č. 31: Plevelé – zemědým lékařský v odrůdě Zeno 2002 .....	62
Fotografie č. 32: Plevelé – violka trojbarevná + zemědým lékařský v místě honu, kde nevrzeš mák Zeno 2002 .....	62
Fotografie č. 33: Škody způsobené husami divokými – Zeno 2002 .....	63
Fotografie č. 34: Škody způsobené husami divokými – Zeno 2002 .....	63
Fotografie č. 35: Vyplašené husy divoké .....	63

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Makrofenologická stupnice pro mák setý (Bechyně, Novák 1987, Vašák et al., 2010) .....	14–15
Tabulka 2: Přehled registrovaných odrůd máku setého v ČR (Zehnálek, 2020) .....	18–19
Tabulka 3: Ideotypové znaky máku setého (Bechyně a Novák 1987, Bechyně et al., 2010, Vašák et al., 2010) .....	19–21
Tabulka 4: Přehled hlavních herbicidů používaných k ošetření makového porostu (ÚKÚZ 2021, Havel et al., 2018) .....	32–33
Tabulka 5: Shrnutí klimatotvorných faktorů v průběhu pokusu (Meteoblue, 2020) .....	44–45
Tabulka 6: Postup zakládání a obdělávání makových porostů (Rothbauer, 2021) .....	49
Tabulka 7: Nástup růstových fází u sledované ozimé odrůdy Zeno 2002 (Rothbauer, 2021) .....	53–55
Tabulka 8: Nástup růstových fází u sledovaných jarních odrůd – MS Harlekýn, Maratón (Rothbauer, 2021) .....	56–58
Tabulka 9: Hustota porostu (počet rostlin na m <sup>2</sup> ) (Rothbauer, 2021) .....	58
Tabulka 10: Počet tobolek na rostlině (Rothbauer, 2021) .....	64
Tabulka 11: Výška rostlin (cm) (Rothbauer, 2021) .....	64
Tabulka 12: Rozsah větvení (Rothbauer, 2021) .....	64
Tabulka 13: Počet semen v tobolce (Rothbauer, 2021) .....	65
Tabulka 14: Hmotnost semen v tobolce (g) (Rothbauer, 2021) .....	65
Tabulka 15: HTS (g) (Rothbauer, 2021) .....	66
Tabulka 16: Teoretický výnos (t/ha) (Rothbauer, 2021) .....	66
Tabulka 17: Reálný výnos semen (t/ha) (Rothbauer, 2021) .....	67

## Seznam grafů

Graf 1: Odlišné výnosy máku setého v t/ha dle výrobních oblastí (Vašák et al., 2010) .....	23
Graf 2: Hustota porostu (počet rostlin na m <sup>2</sup> ) (Rothbauer, 2021) .....	58
Graf 3: Průměrný počet tobolek na rostlinu (Rothbauer, 2021) .....	64
Graf 4: Průměrná výška rostlin (Rothbauer, 2021) .....	64
Graf 5: Rozsah větvení (Rothbauer, 2021) .....	64
Graf 6: Průměrný počet semen v tobolce (Rothbauer, 2021) .....	65
Graf 7: Průměrná hmotnost semen v tobolce (Rothbauer, 2021) .....	65
Graf 8: Průměrná HTS (g) (Rothbauer, 2021) .....	66
Graf 9: Průměrný teoretický výnos (Rothbauer, 2021) .....	66
Graf 10: Reálný výnos semen (Rothbauer, 2021) .....	67
Graf 11: Obsah tuku v sušině (Rothbauer, 2021) .....	67
Graf 12: Obsah NL v sušině (Rothbauer, 2021) .....	68

## **Seznam použitých zkratk**

BMV – virus mozaiky řepy

BPEJ – bonitovaná půdně ekologická jednotka

BYV – virus žloutenky řepy

HTS – hmotnost tisíce semen

NL – dusíkaté látky

TUMV – virus mozaiky tuřínu

ÚKZÚZ – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

VÚMOP – Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy

## Přílohy

Příloha 1: podrobný přehled pozorovaných výnosotvorných prvků ozimé odrůdy máku setého Zeno 2002

ODRŮDA	ZENO 2002								
HON	1				2				
POKUSNÉ POLE	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø	celkový Ø
Počet rostlin na m <sup>2</sup>	61	55	67	61	53	40	36	43	52
Počet tobolek na rostlině	1,73	1,66	1,79	1,73	1,57	1,69	1,62	1,63	1,68
Výška rostlin (cm)	109	123	115	116	108	119	112	113	114,5
Rozsah primárního větvení	1,73	1,66	1,79	1,73	1,57	1,69	1,62	1,63	1,68
Počet semen v tobolce	5260	6130	5760	5720	5850	4980	5180	5340	5530
Hmotnost semen v tobolce (g)	2,42	2,81	2,65	2,63	2,63	2,24	2,33	2,4	2,52
HTS (g)	0,46	0,45	0,46	0,46	0,45	0,44	0,46	0,45	0,46
Teoretický výnos semen (t/ha)	2,55	2,57	3,18	2,77	2,18	1,51	1,36	1,68	2,23
Reálný výnos semen (t/ha)				1,96				0,98	1,47

Příloha 2: podrobný přehled pozorovaných výnosotvorných prvků jarní odrůdy máku setého MS Harlekýn

ODRŮDA	MS HARLEKÝN								
HON	1				2				
POKUSNÉ POLE	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø	celkový Ø
Počet rostlin na m <sup>2</sup>	58	48	54	53	47	55	49	50	51,5
Počet tobolek na rostlině	1,43	1,57	1,49	1,5	1,75	1,66	1,47	1,63	1,57
Výška rostlin (cm)	111	129	123	121	134	131	113	126	123,5
Rozsah primárního větvení	1,43	1,57	1,49	1,5	1,75	1,66	1,47	1,63	1,57
Počet semen v tobolce	5330	5120	5240	5230	5050	4860	5450	5120	5175
Hmotnost semen v tobolce (g)	3,18	3,09	3,16	3,14	3,08	2,96	3,33	3,12	3,13
HTS (g)	0,6	0,6	0,62	0,61	0,61	0,6	0,61	0,61	0,61
Teoretický výnos semen (t/ha)	2,64	2,33	2,54	2,5	2,53	2,7	2,4	2,54	2,52
Reálný výnos semen (t/ha)				1,61				1,69	1,65

Příloha 3: podrobný přehled pozorovaných výnosotvorných prvků jarní odrůdy máku setého Maraton

ODRŮDA	MARATON								
	1				2				celkový Ø
HON	1	2	3	Ø	1	2	3	Ø	
POKUSNÉ POLE									
Počet rostlin na m <sup>2</sup>	52	56	54	54	49	55	52	52	<b>53</b>
Počet tobolek na rostlině	1,64	1,72	1,74	1,7	1,63	1,78	1,84	1,75	<b>1,73</b>
Výška rostlin (cm)	128	135	139	134	124	127	133	128	<b>131</b>
Rozsah primárního větvení	1,64	1,72	1,74	1,7	1,63	1,78	1,84	1,75	<b>1,73</b>
Počet semen v tobolce	4660	4310	4120	4360	4460	4370	3980	4270	<b>4315</b>
Hmotnost semen v tobolce (g)	2,75	2,54	2,43	2,57	2,63	2,57	2,35	2,52	<b>2,55</b>
HTS (g)	0,59	0,59	0,58	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	<b>0,59</b>
Teoretický výnos semen (t/ha)	2,35	2,45	2,28	2,36	2,1	2,52	2,25	2,29	<b>2,33</b>
Reálný výnos semen (t/ha)				1,52				1,46	<b>1,49</b>

Příloha 4: Stanovení tuku v sušině jednotlivých odrůd

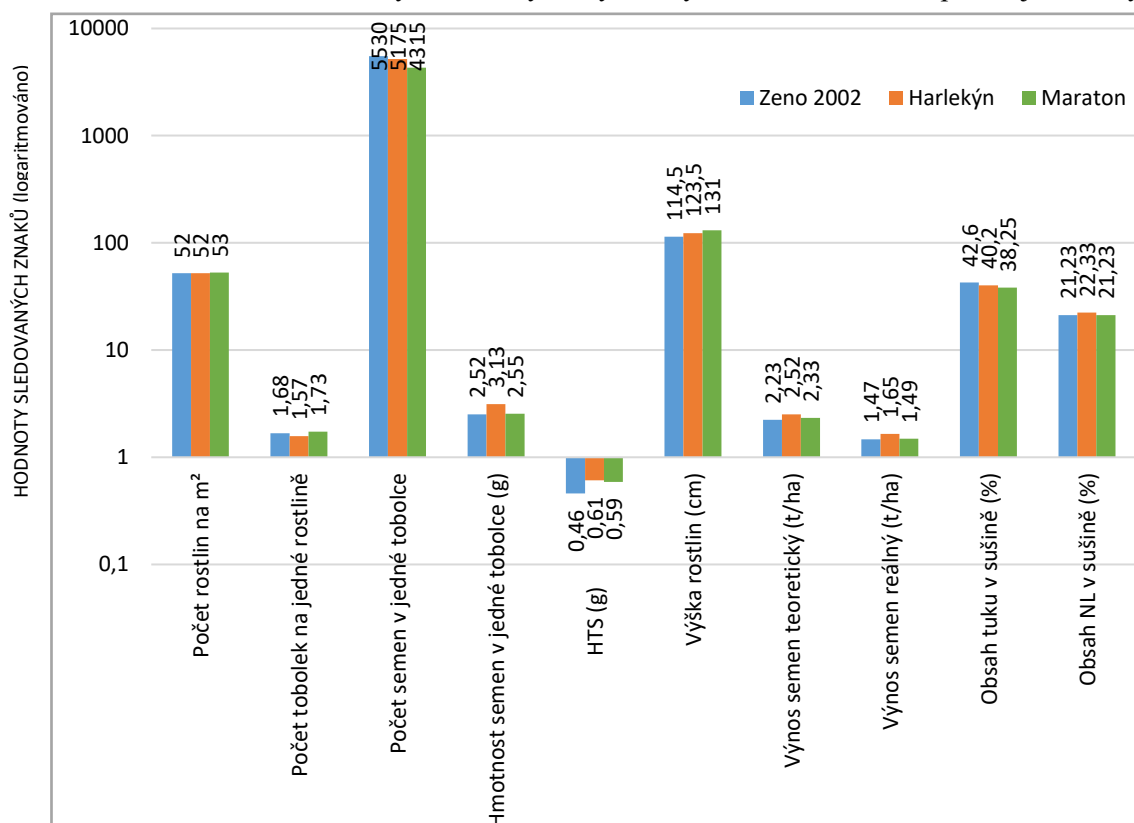
odrůda	opakování	hmotnost sáčku (g)	navážka (g)	hmotnost po vysušení (100 °C/3 h) (g)	hmotnost po extrakci + vysušení (g)	tuk v sušině (%)	sušina (%)	Ø sušina (%)
Maraton	1	0,5169	1,0071	1,4299	1,0537	<b>37,35</b>	<b>90,66</b>	90,67
	2	0,4868	1,0361	1,4278	1,0266	<b>38,72</b>	<b>90,82</b>	
	3	0,5022	1,0254	1,4304	1,0337	<b>38,69</b>	<b>90,52</b>	
MS Harlekýn	1	0,5029	1,0152	1,4429	1,0252	<b>41,14</b>	<b>92,59</b>	93,03
	2	0,5117	1,0329	1,4737	1,0733	<b>38,76</b>	<b>93,14</b>	
	3	0,4986	1,0072	1,4389	1,0292	<b>40,68</b>	<b>93,36</b>	
Zeno 2002	1	0,5113	1,0486	1,5006	1,068	<b>41,26</b>	<b>94,34</b>	94,31
	2	0,5152	1,0177	1,476	1,0378	<b>43,06</b>	<b>94,41</b>	
	3	0,4909	1,0084	1,4407	1,0035	<b>43,36</b>	<b>94,19</b>	



Příloha 5: Stanovení NL v sušině jednotlivých odrůd

odrůda	opakování	navážka (mg)	NL (%)	NL v sušině (%)
Maraton	1	26	19,21	<b>21,18</b>
	2	26,1	19,94	<b>21,99</b>
	3	25,1	20,22	<b>22,30</b>
MS Harlekýn	1	25,9	20,77	<b>22,33</b>
	2	25,1	20,74	<b>22,30</b>
	3	26,2	20,81	<b>22,36</b>
Zeno 2002	1	25,2	19,74	<b>20,94</b>
	2	25,2	20,48	<b>21,72</b>
	3	25,6	19,84	<b>21,03</b>

Příloha 6: Průměrné hodnoty sledovaných výnosových a kvalitativních prvků jednotlivých



SLEDOVANÉ VÝNOSOVÉ A KVALITATIVNÍ PRVKY