

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**  
**Katedra botaniky a fyziologie rostlin**



**Růstová analýza a tvorba výnosu u vybraných genotypů  
máku a ekonomika pěstování**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Anna Pičmanová**

**Vedoucí práce: Ing. Helena Hniličková, Ph.D.**

2016 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Růstová analýza a tvorba výnosu u vybraných genotypů máku a ekonomika pěstování“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15. 4. 2016

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala paní Ing. Heleně Hniličkové Ph.D. za odborné vedení, ochotu a cenné informace při zpracování bakalářské práce a celé katedře botaniky a fyziologie rostlin za možnost provádění práce v prostorách jejich laboratoře.

# Růstová analýza a tvorba výnosu u vybraných genotypů máku a ekonomika pěstování

## Souhrn

Česká republika patří k nejvýznamnějším pěstitelům máku nejen v Evropě, ale i v celosvětovém měřítku. Pro lidstvo je mák setý (*Papaver somniferum* L.) významnou rostlinou již od neolitu. Mák je pěstován v polních kulturách pro olejnatá semena, která obsahují 50 % polovysychavého oleje a používají se převážně k potravinářským účelům. Pěstování máku k potravinářským účelům bylo v posledních letech ekonomicky velmi uspokojivé. Růst sklizňových ploch z 9,3 tis. ha v roce 1990/91 na 69,8 tis. ha v roce 2008/09 to dokazuje. Od tohoto roku se však osevní plocha zmenšovala, stejně tak i výnos a produkce makového semene.

V roce 2014 byly založeny maloparcelové pokusy ve Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Červeném Újezdě s mákem setým (*Papaver somniferum* L.). V tomto pokusu bylo testováno 12 genotypů máku setého ve čtyřech opakováních metodou náhodných čtverců. Cílem práce bylo vyhodnotit metodou růstové analýzy vybrané růstové - analytické charakteristiky u 12 vybraných genotypů máku v průběhu ontogeneze. Dále jsme stanovili výnos vybraných genotypů máku a charakterizovali ekonomické aspekty pěstování máku.

Během polního pokusu byly odebírány vzorky pro jejich další rozbor v laboratořích. Vlastní laboratorní rozborů a měření probíhaly na Katedře botaniky a fyziologie. Cílem polního pokusu bylo stanovit listovou plochu, čistý výkon asimilace a přírůstek sušiny máku setého.

Odrůdou s nejvyšším nárůstem listové plochy se stala odrůda Postomi – 1,106 m<sup>2</sup>/rostlina. Nejvyšších výnosů dosáhly odrůdy Opál (2,21 t/ha) a Major (2,16 t/ha). Nevyšší průměrnou hmotnost semen máku na jednu rostlinu dosáhla odrůda Major – 18,373 g. Nejvyšších hodnot čistého výkonu asimilace v průběhu vegetace dosahovaly odrůdy Major – 2,455 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>], CM 112 – 2,987 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>], Tatranský – 2,332 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>] a Korneuburger Wisser – 2,581 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]. V přírůstku sušiny dosáhly nejvyšších hodnot odrůdy Albín – 0,830 [g d<sup>-1</sup>] a Florian – 1,558 [g d<sup>-1</sup>]. Z výsledků pokusu je patrné, že nejvhodnější odrůdou pro pěstování na území ČR je Major, který se ve všech aspektech umístil na vysokých příčkách.

**Klíčová slova:** mák, genotypy, růstová analýza, ontogeneze, výnos, ekonomika pěstování

# Growth analysis and yield formation in selected genotypes of poppy cultivation and economics

## Summary

Czech Republic is one of the most important growers of opium poppy not only in Europe but also in the whole World. For human population the opium poppy (*Papaver somniferum L.*) is a really important plant since the neolite. Opium poppy is grown in field cultures for its oily seeds, which contain 50 % of semi-drying oil and are used mainly in the food industry. Growing poppy for its food purposes was very successful in the past years. Increasing the number of harvesting areas from 9 300 ha in 1990/91 to 69 800 ha in 2008/09 is proving that. However from this year, the harvesting area is decreasing, just like the yield and production of poppy seed.

In 2014 the Research Station in Červený Újezd used small pieces of land to test 12 genotypes of the opium poppy (*Papaver somniferum L.*). The experiment had 4 repetitions and used the method of random squares. The goal of the experiment was to evaluate selected growth analytical characteristics in 12 genotypes of poppy during ontogeny, using the method of growth analysis. The next goal was to determine each poppy genotype yield and describe the economic aspects of growing opium poppy.

During the field experiment samples were taken for further analysis in a laboratory. The analysis and measuring took part in the Department of Botany and Plant Physiology on the Czech University of Life Sciences in Prague. Objective of the field experiment was to determine the opium poppy leaf area, net assimilation rate and production of dry mass.

Variety with the highest leaf area growth rate was the Postomi variety - 1,106m<sup>2</sup>/plant. The Opál (2,21 t/ha) and Major (2,16 t/ha) varieties achieved the highest yields. The highest average weight of poppy seeds on one plant was achieved by the variety Major - 18,373 g. The highest values of net assimilation rate during growing were achieved by varieties Major - 2,455 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>], CM 112 - 2,987 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>], Tatranský - 2,332 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>] and Korneuburger Wisser - 2,581 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]. In the production of dry mass, the Albín - 0,830 [g d<sup>-1</sup>] and Florian - 1,558 [g d<sup>-1</sup>] had the highest values. From results of the experiment is evident, that the best variety for growing in the Czech Republic is Major, which reached front places in every category.

**Keywords:** poppy, genotype, growth-analysis, ontogeny, yield, growth economy

## Obsah

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1</b>  | <b>Úvod .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2</b>  | <b>Cíl práce .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>3</b>  | <b>Historie .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>4</b>  | <b>Biologie máku <i>Papaversomniferum</i> L. ....</b>              | <b>10</b> |
| <b>5</b>  | <b>Morfologie máku .....</b>                                       | <b>11</b> |
| <b>6</b>  | <b>Růst a vývoj.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>7</b>  | <b>Historie odrůd máku setého.....</b>                             | <b>18</b> |
| <b>8</b>  | <b>Současný stav pěstovaných odrůd.....</b>                        | <b>19</b> |
|           | 8.1 Odrůdy registrované v České republice (stav v roce 2009) ..... | 19        |
|           | 8.2 Odrůdy ze společného katalogu.....                             | 20        |
|           | 8.3 Ostatní odrůdy .....   | 21        |
| <b>9</b>  | <b>Pěstování máku .....</b>  | <b>22</b> |
|           | 9.1 Pěstování máku v ČR .....                                      | 23        |
| <b>10</b> | <b>Ekonomika pěstování máku .....</b>                              | <b>25</b> |
|           | 10.1 Rozdílné přírodní podmínky .....                              | 25        |
|           | 10.2 Rozdílná úroveň hospodaření podniků .....                     | 25        |
|           | 10.3 Rozdílná intenzita výroby .....                               | 26        |
|           | 10.4 Ceny zemědělských výrobců (CZV).....                          | 26        |
|           | 10.5 Rentabilita .....   | 26        |
| <b>11</b> | <b>Společenská rizika .....</b>                                    | <b>29</b> |
|           | 11.1 Rozdělení máku .....  | 29        |
|           | 11.2 Alkaloidy .....   | 31        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 11.2.1    | Obsah nejvýznamnějších alkaloidů v opiu .....                                | 32        |
| 11.2.2    | Výroba a distribuce heroinu .....  | 33        |
| <b>12</b> | <b>Legislativa pěstování .....</b>   | <b>34</b> |
| <b>13</b> | <b>Metodika.....</b>   | <b>37</b> |
| 13.1      | Charakteristika Výzkumné stanice Červený Újezd .....                         | 37        |
| 13.2      | Metodika polních pokusů .....  | 38        |
| 13.3      | Metodika laboratorních rozborů rostlinného materiálu .....                   | 39        |
| <b>14</b> | <b>Výsledky :.....</b>   | <b>43</b> |
| 14.1      | Tvorba a výnos semene máku .....   | 43        |
| 14.2      | Listová plocha .....   | 44        |
| 14.3      | Čistý výkon asimilace (NAR) .....  | 47        |
| 14.4      | Přírůstek sušiny, jakožto rychlost růstu porostu a tvorbu sušiny (CRG) ..... | 48        |
| <b>15</b> | <b>Diskuze.....</b>  | <b>52</b> |
| <b>16</b> | <b>Závěr .....</b>   | <b>55</b> |
| <b>17</b> | <b>Seznam literatury .....</b>   | <b>57</b> |

## 1 Úvod

Mák setý (*Papaver somniferum L.*) pochází z východoasijského (Čína, Nepál) a předoasijského (Malá Asie, Zakavkazí, Írán, vysočiny Turkménie) genového centra. Kulturní mák je prastarou, historií opředenu, lidem velmi prospěšnou plodinou.

Botanická nomenklatura dnes zahrnuje na 120 druhů máku rodu *Papaver*. Na území České republiky se vyskytují 4 domácí druhy. Mák je všestranně využitelná plodina. V zemědělské praxi se nejčastěji využívá jednoletý jarní, řidčeji i ozimý mák setý. Zemědělsky nejvýznamnější je členění máku setého na mák opiový a mák olejný (semenný). Semena máku jsou pro svou nezaměnitelnou chuť užívána v potravinářství. Tkáně, hlavně makovic, produkují alkaloidy, které se po tisíciletí užívají pro tišení nejkřutějších bolestí. Trvale tak hrozí jeho zneužití narkomany. Proto v Evropě, rozhodně u nás v ČR, pěstujeme pouze bezpečné, neopiové máky.

Česká republika v roce 2004 přistoupila do Evropské unie, čímž se stala hlavním producentem potravinářského máku. Mák je pro české zemědělce a exportéry v posledních letech jednou ze ziskových komodit. Významným odbytištěm českého máku jsou všechny evropské státy ovlivněné slovanskou kuchyní, ale i zámořské země kde žijí slovanští přistěhovalci. Česká republika je vzhledem k velkovýrobním technologiím, pěstitelským zkušenostem, informatice, poradenství a vysoké kultuře zahraničního obchodu, určujícím nositelem evropských i světových cen.

Hlavní a v poslední době téměř výhradní zájem pěstitelů je záměr pěstovat mák pro vysoký výnos kvalitního modrého semene pro kulinářské použití. Turecko s plochou okolo 36 tis. ha, kde se mák pěstuje jak pro semeno, tak i pro obsah alkaloidů v makovině, v závislosti na odrůdách, je po České republice druhým největším legálním pěstitelem máku ve světě. Nesmí být opomíjena i odvrácená strana pěstování máku jako základní suroviny pro výrobu narkotických psychoaktivních látek. V současné době se mák pro výrobu drog ilegálně pěstuje v několika desítkách zemí. Největším producentem ilegálního máku je Afghánistán. Z nezralých makovic se získává opium, které je výchozí surovinou pro výrobu legálních i nelegálních narkotik.



Tato bakalářská práce se zabývá analýzou vybrané růstově-analytické charakteristiky u 12 vybraných genotypů máku v průběhu ontogeneze. Vybrané růstové charakteristiky (listová plocha, čistý výkon asimilace a přírůstek sušiny) byly následně vyhodnoceny. Cílem této práce je stanovit výnos vybraných genotypů máku a charakterizovat ekonomické aspekty pěstování máku v České republice.

## 2 Cíl práce

Bakalářská práce byla zaměřena na studium genotypové variability odrůd máku setého (*Papaver somniferum L.*).

U vybraných genotypů máků byly v průběhu vegetace vyhodnoceny metodou růstové analýzy vybrané růstově-analytické charakteristiky v průběhu ontogeneze.

Cílem práce bylo:

- U zkoumaných genotypových zdrojů vyhodnotit růstově-analytické charakteristiky – listová plocha, čistý výkon asimilace a přírůstek sušiny
- Stanovit jaká odrůda dosáhla nejvyšších hodnot
- Stanovit výnos vybraných genotypů máku setého
- Charakterizovat ekonomické aspekty pěstování máku setého

### 3 Historie

První nález a zmínka o máku pochází z neolitu, mladší doby kamenné. Podle Griffitha (1993) mák pěstovali také Summerové 4 tis. let př.n.l., přičemž právě z tohoto období pochází i zmínka o používání šťávy z makovic. Nejstarší nález na území České republiky pochází z Ostrova u Stříbra a jeho stáří se odhaduje na 2800 let, což odpovídá pozdní době bronzové (Západočeský institut pro ochranu a dokumentaci památek (ZIP), 2007).

V pozdějších písemných památkách, řeckých i římských, najdeme mnoho zmínek o máku a jeho využívání (Voškeruša, 1965). Římané užívali opium jako lék i jako jed – například císař Nero byl horlivým uživatelem rostlinných drog a opium používal k eliminaci svých nepřátel (Paul and Schiff, 2002). Dalším odkazem může být současné řecké město Sikion, kdysi nazývané Makon, v překladu tedy „město máku“. Řekové tehdy požívali látku tisící bolest, tzv. „mekonium“, což bylo synonymum pro opium. S touto informací přišel v roce 460 př.n.l. Hippokrates. Z Řecka se opium šířilo dále do Malé Asie, kde si získalo velký ekonomický význam. Mimo jiné se však šířila i narkomanie (Vašak et al., 2010).

Arabové dříve nazývali mák setý „Abou-el-noum“ (otec spánku). V průběhu 7. stol. n. l., kdy vládli Egyptu, se získávání a příprava opia rozšířily z Arabské říše do Evropy a Indie a produkce máku setého se v důsledku zásobování nových trhů rychle zvyšovala (Paul and Schiff, 2002).

Později se opium rozšířilo do Číny, kde bylo využíváno jako látka s proti bolestivými účinky. Narkomanie se v Číně šířila až v 16. století. V roce 1729 bylo nejprve zakázáno kouření tabáku a prodej opia a postupně byl zakázán i dovoz opia z Indie (Gajdaš et al., 2002).

Jako důsledek těchto událostí vyhlásila Velká Británie v letech 1839 – 1842. opiovou válku pro udržení vývozu opia, ve které byla úspěšná. Následovala 2. opiová válka v letech 1856–1860, do které se zapojila Francie i USA. Čína opět prohrála (Fay, 1998).

V Číně nelze makové semeno koupit – pěstování máku je přísně střeženo a je určeno pouze pro farmaceutickou produkci.

Ve středověku, obzvlášť v Evropě, bylo opium považováno za velké riziko, neboť bylo velmi snadno zneužitelné jako droga navozující stav opojení. V roce 1527 jej Paracelsus vrátil do medicíny jako opiovou tinkturu. Botanik Linné popsal mák setý (*Papaver somniferum* L.) v roce 1753. V letech 1803 – 1804 byl objeven opiový alkaloid morfin německým lékárníkem Sertunerem a o pár let později jej získal v čistém stavu. Morfin byl od roku 1895 vyráběn jako lék poté, co z něj Angličan C. R. Wright syntetizoval heroin (Vašák et al., 2010).

#### 4 Biologie máku *Papaver somniferum* L.

|           |   |
|-----------|---|
| Oddělení: | <i>Magnoliophyta</i>                    |
| Třída:    | <i>Magnoliopsida</i>                    |
| Podtřída: | <i>Ranunculidae</i>                     |
| Řád:      | <i>Papaverales</i>                      |
| Čeleď:    | <i>Papaveraceae</i> (mákovité)          |
| Druh:     | <i>Papaver somniferum</i> L. (Mák setý) |

Pojmenování „mák“ bylo postupně užíváno pro řadu druhů čeledi *Papaveraceae*, avšak představuje pouze jeden skutečný název opiového nebo olejnatého máku (*P.somniferum* L.), jednoho z nejdůležitějších rostlinných druhů z hlediska pěstování zemědělských plodin (Tétényi, 1997).

Botanická nomenklatura dnes zahrnuje na 120 druhů rodu *Papaver* řazených do čeledi makovitých (*Papaveraceae*). Ve střední Evropě má původ 7 druhů, na území České republiky jsou domácí 4 druhy (Bechyně et al., 2001).

Tétényi (1997) ve svém článku uvádí, že druhy rodu *Papaver* jsou klasifikovány podle životního cyklu a zjištěných vlastností do 9 sekcí. Sekce s vytrvalými druhy jsou považovány za fylogeneticky starší, zatímco dvouleté a jednoleté sekce jsou mladší. *Papaver somniferum* a 3 další druhy (*P.glaucum*, *P.gracile*, *P.decaisnei*) představují nejpokročilejší jednoletou sekci rodu *Papaver*.

V minulosti byl mák pěstován jako okrasná rostlina. Mnoho systematiků rozlišovalo různé typy forem s plnými květy, třásnitými korunními plátky, jejichž barva květů a semene se různila. Carl Linné některé tyto druhy převzal jako variety, které později Friedrich Georg Christoph Alefeld (1890) rozdělil podle barvy květu a formy tobolky (slepák, sledák) a Gustav Hegi (1915) podle barvy semene.

V současné době je známo mnoho kulturních variet máku, které jsou krajové nebo šlechtěné. Přitom samotný původ máku setého (*Papaver somniferum* L.) není jistý (Voškeruša et al., 1965). Soudí se však, že je velice podobný planému druhu *Papaver setigerum* DC., který se vyskytuje ve středomoří (Bechyně et al., 2001, Tétényi, 1997).

## 5 Morfologie máku

Mák setý je jednoletá rostlina, 0,5 – 2,0 m vysoká. Lodyha je vzpřímená, válcovitá, modrozeleně zbarvená a vyplněná dřevem. Dle odrůdy tvoří 3 – 4 větve. Bývá řídce chlupatá a modře ojíňená (Voškeruša et al., 1965). Kořenová soustava je tvořena hlubokým kulovitým kořenem o délce 750 mm s dalšími postranními kořeny (Vašák et al., 2010).

Celá rostlina je ve floémové (lýkové) části prostoupena dlouhými trubicovitými mléčnicemi, které vznikly postupným rozpuštěním buněčných přehrádek a splynutím těchto buněk. Jsou vyplněny viskózní koloidní suspenzí mléčné barvy – latexem. Největší koncentrace mléčnic se nachází v tobolce (Baranyk et al., 2010).

Listy máku jsou dělené, ostře peřenolaločnaté s poněkud nepravidelným zubatým okrajem. Horní a prostřední lodyžní listy jsou podlouhlé, vejčité se srdčitou bází a objímavé. Přízemní listy jsou často zúžené v krátký řapík (Bechyně et al., 1987). Barva listů je nejčastěji světle zelená.

Rostliny máku setého mají dlouhé, lehce obrvené květní stonky, na jejichž koncích se nacházejí poupata. Ta jsou před rozkvetem ohnutá směrem dolů, avšak večer před rozkvetem se vzpřímí. Květy se skládají ze dvou kališních lístků a čtyř korunních plátek. Světle zelené kališní lístky pevně objímají stočené korunní plátky. Po rozkvetu kališní lístky odpadnou (Voškeruša et al., 1965).

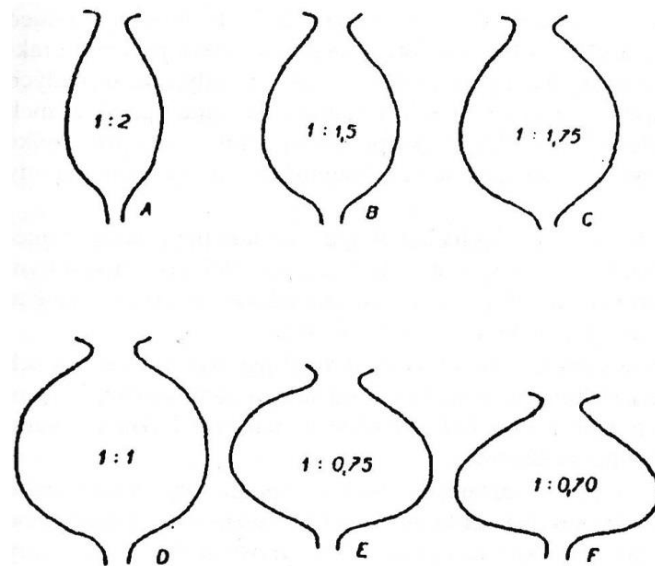
Korunní plátky jsou celokrajné nebo zubaté, bývají různě zbarvené, nejčastěji však bílé, růžové a červené. Na bázi korunních plátků se nachází velká skvrna, tzv. nehet, povětšinou tmavě fialová (Vašák et al., 2010).

Mák setý odkvétá velmi rychle, a sice po 1 – 2 dnech, pak koruna zcela opadá. Po odkvetu je patrný úzký prstenec, na který přisedají korunní lístky. Nejdříve se otevírá květ na hlavním stonku, až poté se otevírají ostatní květy (Bechyně et al., 1987).

V květu se nachází přibližně 150 – 250 tyčinek a talířovitá blizna s 10 – 18 paprsky. Některé typy máku mají větší množství tyčinek, které se změny v korunní plátky dělající tak květy plnějšími. Květy máku jsou samosprašné a jejich pyl je zralý dříve než se květy otevrou (Voškeruša et al., 1965).

Plodem je mnohosemenná tobolka (makovice), která je hospodářsky nejdůležitější, a proto nejvíce studovaný orgán máku (Bechyně et al., 1987). Tvar a typ tobolky se považuje za jeden z dědičných znaků kultivaru, které však mohou být podstatně ovlivněny podmínkami prostředí a agrotechnikou. Za charakteristickou tobolku kultivaru se považuje tobolka na hlavním stonku. Ta bývá zpravidla nejlépe vyvinuta (Bechyně et al., 1987, Vašák et al., 2010).

Povrch tobolky je hladký, ojíněný nebo lehce žebrovaný. V plné zralosti je tobolka hnědá, či žlutohnědá. Síla stěny tobolky je rovněž vlastností kultivaru, obvykle se pohybuje v intervalu 0,6 – 1,0 mm (Bechyně et al., 1987). Tobolka máku se podle odrůd liší tvarem a velikostí s objemem 15 – 35 ml, o délce 35 – 55mm a šířce 20 – 45 mm (Obrázek 1).



Obrázek 1: Tvary makovic podle poměru jejich délky k šířce. (A – podlouhlý; B – oválný; C – široce oválný; D – kulatý; E – zploštělý; F – silně zploštělý; (Bechyně et al., 2001)

Tobolka máku – makovice je buďto téměř zcela uzavřená, nebo má pod paprsky blizny otvory, z kterých je možné semeno vysypat (Vašák et al., 2010). Bliznový terč je tvořen laloky, z jejichž středu vybíhají paprsky. Paprsek je vlastní blizna, která zadržuje pyl. Tvar bliznového terče je rozmanitý.

Slepák je tobolka, která v době zralosti má zcela uzavřené chlopně pod terčem, tudíž se z tobolky semeno nedá vysypat. Naopak hledák (Obrázek 2) je mák, který má pod paprsky otvory, kterými semeno vysypat lze (Bechyně et al., 1987).



Obrázek 2: Druhy makovic podle velikosti otvůrků: a – slepák; b – přechodný typ; c – hledák (Bechyně et al., 2001)

Počet paprsků se většinou shoduje s počtem lamel v makovicích, jejichž křídélka tvoří nepravé přihrádky, kde se tvoří semeno. Z hlediska výnosu semen je žádoucí, aby velikost lamel byla co největší s minimálními neproduktivními sektory (Bechyně et al., 2001).

Semena máku jsou ledvinovitého tvaru, dlouhá 1,0 – 1,5 mm (Vašák et al., 2010, Bechyně et al., 1987). Povrch semen je rozbrázděný a drsný, čímž zvyšuje svou přilnavost vody a práškovitých ochranných prostředků. Průměrná hmotnost tisíce (HTS) semen u dnes pěstovaných odrůd máku se pohybuje kolem 0,55 g.

Barva osemení je povětšinou modrá, šedomodrá či bílá. Může být také stříbrošedá, fialová, růžová, hnědá až černá. Tmavě modrá barva osemení je určitou garancí typické makové chuti (Vašák et al., 2010).

Osemení se skládá z pěti vrstev: epidermis, krystalická vrstva, vláknitá vrstva, příčná neboli diametrální a pigmentová vrstva. Zralé semeno obsahuje přibližně 45 % polo-vysychavého oleje (Bechyně et al., 1987).



## 6 Růst a vývoj

Mák setý jarní je nenáročnou plodinou na přírodní podmínky. Vegetační doba trvá 125 – 140 dnů. Růst rostlin máku lze rozdělit na tři hlavní období:

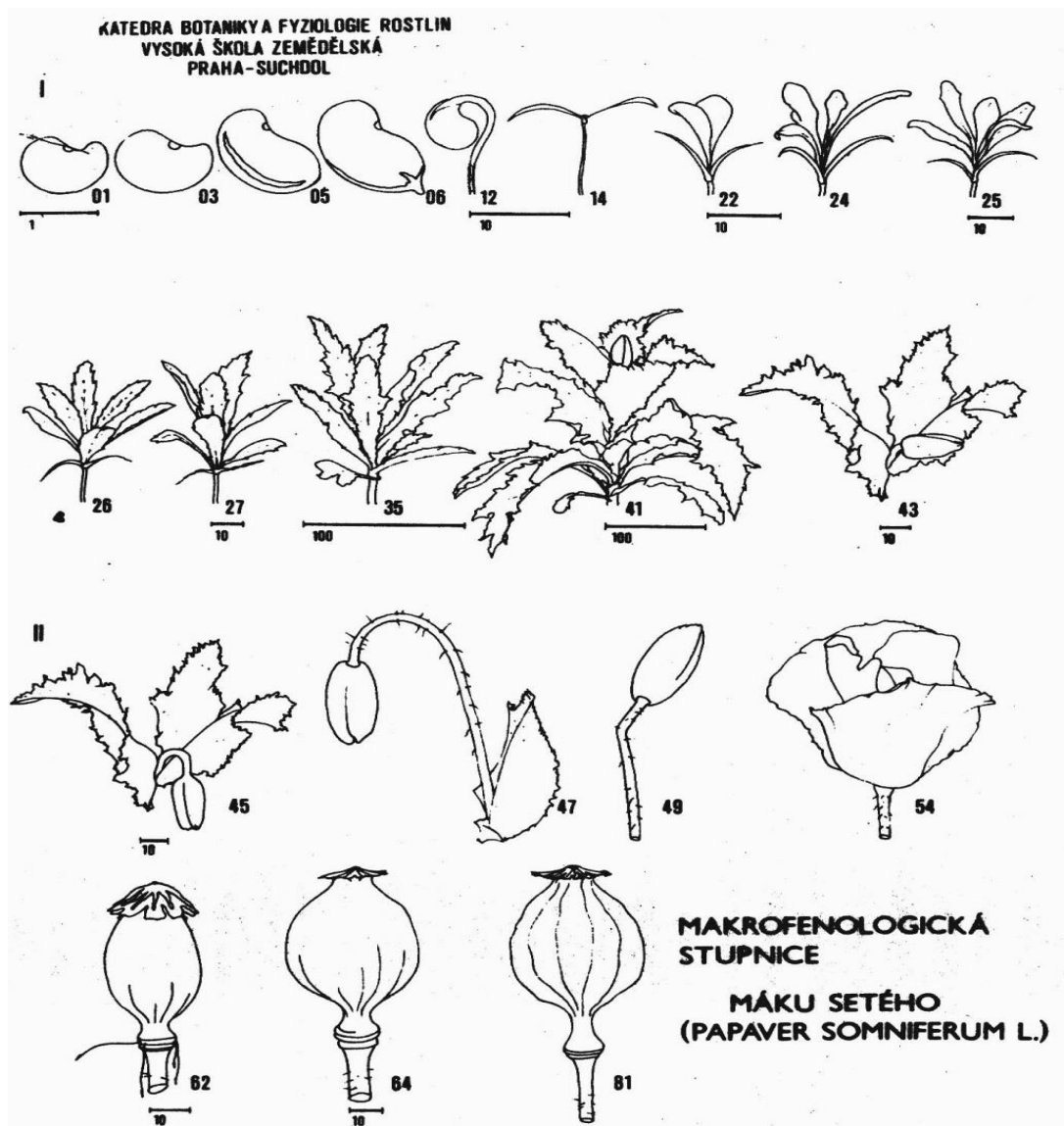
- období pozvolného růstu,
- období největší asimilace,
- období postupného odumírání rostlin a zrání.

Období pozvolného růstu zahrnuje růstové fáze klíčení semen, vzházení rostlin a dále pak vytváření prvních pravých listů. Růst vzešlých rostlin je velice pozvolný, avšak větší přírůstky sušiny lze zjistit přibližně po čtyřech týdnech po vzejití. Ve třech až čtyřech týdnech po vzejití mají rostliny čtyři až pět párů pravých listů. V této době již zasychají děložní lístky, avšak kulový kořínek sílí a rychle se zahlubuje do půdy. Poté již rostlina rychle narůstá a její kořenový systém se rychle rozvíjí.

V sedmém až osmém týdnu se začínají prodlužovat internodia a lodyha zmohtní. V této době je již vytvořen mohutný kulový kořen, který kotví rostlinu v půdě. Důležitá je ochrana proti plevelům, které vzházející rostlině berou světlo, živiny a prostor.

Období největší asimilace rostlin je hlavním obdobím jejich růstu. Od počátku osy začíná rychle přibývat organická hmota. Toto období trvá až do úplného vývoje zelených tobolek. Později dochází k postupnému odumírání listů a snižování asimilační plochy. V této době se zaměřujeme na ochranu proti chorobám a škůdcům, kteří škodí na listech, květech a plodech.

Do tohoto období spadá i samotné kvetení máku, které je velmi pozoruhodným procesem, při němž dochází k pohybům poupěte. Osa s malým poupětem v paždí listů je nejdříve přímá, po několika centimetrech se však zřetelně ohýbá, až se vrchol poupěte zcela skloní směrem k zemi (Obrázek 3).



Obrázek 3: Popis jednotlivých fází růstu v tabulce kapitola – Vývoj máku (Bechyně et al., 1987)

V dalším období dochází ke vzpřímení poupěte a samotnému rozevření květu. Současně s napřimováním poupěte dochází k dozrání generativních orgánů, narovnání paprsků blizny a rozevření tyčinek. Nejdříve dochází k rozkvětu na hlavních osách rostliny, později na vedlejších, které v mnoha případech převyšují osu hlavní. Večer před rozkvětem dochází k pootevření poupěte pomocí kališních lístků, které se uvolní, a ve vzniklých šterbinách lze spatřit korunní plátky. Po úplném rozkvětu poupěte dochází k odpadnutí kališních lístků. Za nepříznivého počasí dochází ke zpomalení procesu.

K opylení dochází ve stádiu poupěte, v období, kdy je poupě ještě skloněné k zemi. Mák je většinou samosprašný.

V období postupného odumírání rostlin a zrání se během kvetení zvětšuje semeník, neboli makovice, která po odkvětu velmi rychle narůstá. Vývoj tobolek je rozdělen do tří etap:

- 1. etapa – makovice dorůstá do konečné velikosti a tvaru,
- 2. etapa – makovice již nemění svůj tvar ani objem, vyvíjí se semena,
- 3. etapa – makovice dozrávají a vysychají, bezbarvá semena tak pomalu začínají tmavnout do odstínů dle odrůdy.

S postupným vysycháním mění tobolky svoji barvu a tvar. Mladé tobolky jsou ojíňené, zelené a silně dužnaté. V pozdějším stadiu dozrávání dochází k jejich žloutnutí, až se zcela zbarví do bledě žlutohnědé až šedé. Některé odrůdy mohou být i fialovo hnědé. Postupně pak dochází k vysychání, tvrdnutí a dřevnatění tobolky.

V průběhu kvetení se objem tobolky pohybuje kolem 4 ml a hmotnost sušiny kolem 0,4 g. Během několika dnů je však schopna svůj objem a hmotnost rapidně zvětšit. Maxima dosahuje zhruba za 16 – 21 dnů po odkvětu. Poté následuje pokles objemu i hmotnosti makovice. Hmotnost sušiny po dozrání je přibližně o 10 – 15 % nižší než v době maximálního vzrůstu.

Zhruba 40 dní po odkvětu je dosaženo maximálního obsahu morfinu v tobolkách, který poté mírně klesá. Deštivé počasí může obsah morfinu snížit až na polovinu (Bechyně et al., 2001, Vašák et al., 2010).

Velkovýrobní technologie s moderní agrotechnikou vyžaduje mj. přesné a průběžné hodnocení růstu a vývoje rostlin za účelem stanovení potřebných agrotechnických a agrochemických zásahů v přesném období stavu rostliny. K tomu nepostačují běžná botanická fenologická hodnocení omezující se jen na fáze hlavní – klíčení, vzcházení, vytváření prvních listů, přízemní listové růžice, stonkování a butonizaci, kvetení, vývoj, zrání a plnou zralost tobolky.

K přesnému určení a charakteristice stavu porostu jsou tyto fáze morfologicky i časově příliš široké. Pro přesné posuzování porostu máku byla na katedře botaniky a fyziologie rostlin agronomické fakulty VŠZ vypracována makro-fenologická stupnice pro mák setý.

Každou fázi růstu představuje jednoznačně definovaný a okamžitý morfologický stav rostliny, viz Tabulka 1. Nástup růstové fáze se registruje za předpokladu jejího dosažení u 50 – 75 % rostlin. Přitom se posuzuje větší počet jedinců (přibližně 30) získaných z různých míst pozemku (Bechyně et al., 1987).

| Kód               | Vývojová fáze   |
|-------------------|---|
| <b>I. fáze</b>    | <b>Klíčení</b>  |
| 01                | suché semeno  |
| 02                | nabobtnalé semeno   |
| 03                | prasknutí osemení   |
| 06                | vyrašení zárodečného kořínku ze semene  |
| <b>II. fáze</b>   | <b>Vzcházení</b>  |
| 12                | začátek vzcházení, objevení se hypokotylu se složenými dělohami na povrchu půdy |
| 14                | dělohy vidlicovitě rozevřeny  |
| <b>III. fáze</b>  | <b>Vytváření pravých listů</b>  |
| 22                | fáze 1. a 2. pravého listu  |
| 24                | fáze 3. a 4. pravého listu  |
| 27                | fáze 7. pravého listu   |
| <b>IV. fáze</b>   | <b>Listová růžice</b>   |
| 35                | listová růžice  |
| <b>V. fáze</b>    | <b>Stonkování a butonizace</b>  |
| 41                | objevení mladého poupěte na krátkém stonku mezi listy přízemní růžice           |
| 43                | stonek s poupětem je kratší než listy přízemní růžice                           |
| 45                | fáze mladého poupěte – převislé poupě na stonku nepřevyšuje horní lodyžní listy |
| 47                | stonek s převislým poupětem převyšuje všechny lodyžní listy                     |
| 49                | plná butonizace, květní stopka přímá, poupě vzpřímené                           |
| <b>VI. fáze</b>   | <b>Kvetení</b>  |
| 52                | začátek kvetení, 10 % rostlin kvete   |
| 54                | plný květ, kvete většina rostlin  |
| 56                | konec květu, 90 % rostlin odkvetlých  |
| <b>VII. fáze</b>  | <b>Vývoj tobolky a zrání – zelená zralost</b>                                   |
| 62                | začátek kvetení, 10 % rostlin kvete   |
| 64                | plný květ, kvete většina rostlin  |
| 72                | konec květu, 90 % rostlin odkvetlých  |
| <b>VIII. fáze</b> | <b>Žlutá zralost</b>  |
| 74                | žlutá zralost, vysychání a zrání tobolek  |
| 76                | dozrávání tobolek a semen   |
| <b>IX. fáze</b>   | <b>Plná zralost</b>   |
| 81                | plná zralost, semena v tobolkách chrastí  |
| <b>X. fáze</b>    | <b>Posklizňové dozrávání a dormance semene</b>                                  |
| 91                | dormance semen  |
| 93                | ztráta dormance semen   |

Tabulka 1: Makrofenologická stupnice pro mák setý (*Papaver somniferum* L.) (Bechyně et al., 1987) přepracováno.

## 7 Historie odrůd máku setého

Vznik moderních odrůd máku setého na našem území můžeme datovat do 30. let 20. století, kdy byly použity cílevědomé šlechtitelské metody.

Výchozím materiálem byly četné krajové odrůdy modrosemenné, stříbrošedé a bílé. Šlechtěné odrůdy byly pěstiteli žádány především pro vysoký výnos semene, stabilitu barvy a omezení výskytu nežádoucího otevírání tobolek. V období druhé světové války byly požadovány materiály s vyšším obsahem morfinu pro farmaceutický průmysl. V té době tomuto požadavku vyhovovaly odrůdy dovezené z Maďarska, Rumunska a později i Bulharska a Polska.

Nároky na stabilitu výnosů se měnily, zejména při zavádění velkovýroby pěstování máku na počátku 60. let. Šlo především o vlastnosti, které dříve nebyly vyžadovány, jako mechanizace setí, kultivace, výživa, ošetření herbicidy a insekticidy. Zároveň byl kladen důraz na zvýšení obsahu morfinu a později, vlivem drogového zneužívání máku, byly především v zahraničí vyšlechtěny odrůdy s nízkým obsahem morfinu (Soma, Parmo) (Běchyně et al., 2001).

## 8 Současný stav pěstovaných odrůd

Současné registrované odrůdy máku jsou relativně mladé a byly do sortimentu zařazeny v tomto desetiletí. V porovnání s dostupnými odrůdami maďarskými, rumunskými a švédskými představují pěstitelskou špičku. V Polsku je poněkud jiný šlechtitelský program, kde jsou šlechtěny odrůdy na vyšší obsah morfinu, například odrůda **Lazur** (Běchyně et al., 2001).

Registrované odrůdy v České republice jsou členěny podle barvy semene a obsahu morfinu:

- a) modrosemenné se středním obsahem morfinu v makovině, semeno určeno pro potravinářské využití – **Gerlach, Opal**,
- b) modrosemenné s vysokým obsahem morfinu v makovině, pro průmyslové využití, semeno pro potravinářské účely – **Lazur**,
- c) modrosemenné s nízkým obsahem morfinu v makovině, která je průmyslově nevyužitelná, semeno je určeno pro potravinářské účely,
- d) bělosemenné se středním obsahem morfinu v makovině, semeno slouží pro speciální cukrářské a pekařské využití – **Albín** (Běchyně et al., 2001).

### 8.1 Odrůdy registrované v České republice (stav v roce 2009)

Modrosemenné odrůdy **Gerlach** a **Opál** jsou odrůdy se středním obsahem morfinu určené k produkci semen pro potravinářské využití a makoviny pro farmaceutický průmysl. Jedná se o středně rané odrůdy se středně vysokými rostlinami. Hlavním distributorem osiva **Gerlach** a **Opal** v ČR je firma MORSEVA PRO s.r.o. Odrůdy **Gerlach** a **Opal** jsou původem ze Slovenska (Baranyk et al., 2010, Bechyně et al., 2001).

Modrosemenná odrůda **Lazur** má vyšší obsah morfinu a je určená především k produkci makoviny pro farmaceutický průmysl a semen pro potravinářské využití. Jde o středně ranou odrůdu se středně vysokými až vysokými rostlinami. Odrůda původem z Polska je v ČR distribuována firmou Ostrožsko a.s. (Baranyk et al., 2010, Bechyně et al., 2001).

Bělosemenná odrůda **Sokol** se středním obsahem morfinu je určená především k produkci semen pro potravinářské využití a makoviny pro farmaceutický průmysl. Středně raná odrůda se středně vysokými až vysokými rostlinami je původem z České republiky (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).

Bělosemenné odrůdy **Orel** a **Racek** původem z České republiky jsou odrůdy s nízkým až středně vysokým obsahem morfinu. Odrůdy jsou určeny k produkci semene pro potravinářské využití (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).

Okrovosemenná odrůda **Redy** původem z České republiky je odrůda s nízkým až středním obsahem morfinu určená k produkci semen pro potravinářské využití. Semena mají výraznou oříškovou příchutí. Jedná se o ranou odrůdu s nízkými až středně vysokými rostlinami. Odrůda je méně odolná proti napadení listů a plísni makovou. Hlavním distributorem v České republice je firma OSEVA PRO s.r.o. (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).

## 8.2 Odrůdy ze společného katalogu

Kromě odrůd registrovaných Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (dále jen jako ÚKZÚZ), které se pěstují jen asi na čtvrtině výměry máku, jsou v České republice pěstovány zejména odrůdy ze Společného katalogu EU slovenského původu ze šlechtitelské stanice Malý Šariš poblíž Prešova.

Jedná se především o **Maraton** a **Major**, ale i některé další odrůdy. Tyto odrůdy nejsou zařazeny v pokusech ÚKZÚZ, který o nich z tohoto důvodu nemůže poskytnout srovnatelné údaje. Proto je jejich popis uváděn podle Ústředního kontrolního a škušobného ústavu polnohospodářského (dále jen jako ÚKSÚP) a našich vlastních poznatků a doplňků (Vašák et al., 2010).

Modrosemenná odrůda **Major** se středním obsahem morfinu je poslední registrovanou odrůdou ze slovenského Malého Šariše s vysokým výnosovým potenciálem, vysokou odolností proti poléhání a vyvracení rostlin.

Jedná se o univerzální odrůdu vhodnou do všech výrobních oblastí ČR. V letech 2007/09 šlo o nejrozšířenější odrůdu v České republice. Je velice odolná proti helmintosporióze a plísni makové. K jejím nesporným výhodám patří také vysoké výnosy. Registrována ve společném katalogu je od roku 2004 (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).

Modrosemenná odrůda **Malsar** se středním obsahem morfinu rovněž pochází ze šlechtitelské stanice Malý Šariš. Z důvodu vysoké odolnosti proti vyvracení a poléhání je

vhodná do všech výrobních oblastí, nejvhodnější však jsou humidnější půdy řepařského a bramborářského výrobního typu. Dozrává o týden dříve než ostatní slovenské odrůdy. Má vynikající chuťové vlastnosti. Taktéž byla registrována v roce 2004 (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).

Modrosemenná odrůda **Maraton** se středním obsahem morfinu má výborný zdravotní stav a vysokou odolnost vůči helmintosporioze na tobolkách. Má vysoký výnosový potenciál ve všech výrobních oblastech a hned po **Majoru** jde o druhou nejvíce pěstovanou odrůdu v České republice. Registrována byla již v r. 2002 (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).

Modrosemenná odrůda **Bergam** se středním až mírně vyšším obsahem morfia má dobrý zdravotní stav. Jedná se o starší slovenskou odrůdu, která byla vyšlechtěna po **Opálu**. V řepařské oblasti má velice dobré výnosy. Je dobře adaptibilní, odolná vůči poléhání (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).

Odrůda **Orfeus** byla vyšlechtěna firmou OSEVA PRO s.r.o. v podmínkách řepařské oblasti zde v České republice. Byla registrována v roce 2009 na Slovensku do Společného katalogu odrůd EU a je určena k produkci semen a makoviny pro farmaceutické účely. V registračních zkouškách dosáhla výnosu semen 101,8 % ke kontrolním odrůdám **Major** a **Opál** v řepařské oblasti. Jedná se o středně ranou odrůdu, středně vysokou a velice odolnou proti poléhání (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).

### 8.3 Ostatní odrůdy

**Zeno** – jedná se o ozimou odrůdu z Rakouska. Má sytě růžové květy s tmavším nehtem, šedomodrá semena a nižší obsah morfinu. Po roce 2000 byl pěstován jako ozimý mák z nelegálně dovezeného osiva.

**Zeno 2002** – výkonnější odrůda z Rakouska, která nahradila odrůdu Zeno.

**Buddha, Postomi** – modrosemenné odrůdy z Maďarska s vysokým obsahem morfinu (1,5 %), (Baranyk et al., 2010, Vašák et al., 2010).



## 9 Pěstování máku

Znalost máku, ale i jeho rozšíření mimo větší část Afriky, Střední a Jižní Ameriky, je téměř celosvětová. Ve větší části Asie – mimo jižní a jihovýchodní část – je pěstování máku zakázáno, či silně omezeno. Pěstování máku olejného, ale i opiového je proto soustředěno do několika zemí. Běžná dostupnost potravinářského máku jako pochutiny (koření) je typická u euroamerické civilizace v Evropě a Severní Americe, dále také v Turecku, Pákistánu, Afghánistánu, Iráku, Austrálii, Novém Zélandu, Burkině Fasso, Togu, Jihoafrické republice, Indii, Malajsii a okrajově i jinde.

Centrum pěstování, ale i konzumu máku je ve slovanských zemích a Turecku. Většina Slovanů, ale i Maďarů a Rumunů jej nazývá mak – mák. Němci, Rumuni a další národnosti mák výrazně vyhledávají, což podporuje vývoz máku z České republiky. Nejvíce ho mají v oblibě Poláci, Ukrajinci a Rusové (Vašák et al., 2010).

Celosvětový význam máku (*Papaver somniferum L.*) spočívá především v produkci farmaceuticky významných surovin, jako je morfin, kodein, thebain a dalších alkaloidů. Podle informací z International Narcotic Control Board (dále jen INCB), se mák pěstuje na celosvětové výměře 123 tis. ha. Skutečná výměra, která zahrnuje i nelegální produkci však dosahuje plochy až 300 tis. ha (INCB, 2012).

V Evropě panuje společné povědomí o narkotických účincích máku. Ten má téměř všude spojený svůj název s narkotickými účinky. Tato narkotická asociace má bez ohledu na fakta takové dopady, že většina států Evropy uplatňuje omezení pěstování máku. Jde o povolení jen tzv. nízkomorfinových odrůd v Německu, Polsku a na Ukrajině s řadou dalších omezení, včetně licencí na produkci. Prakticky úplné zákazy pěstování máku, podle ne zcela přesných informací, jsou v USA, Číně a zemích bývalého SSSR s výjimkou Ukrajiny. Česká republika, Maďarská republika a Rakouská republika pěstují potravinářský mák bez nutnosti povolení, plní tak pouze ohlašovací povinnost (Vašák et al., 2010).

## 9.1 Pěstování máku v ČR

Je jen málo evropských i světových zemí, kde pěstování máku k potravinářskému užití bylo v posledních letech tak ekonomicky uspokojivé jako v České republice (Ministerstvo zemědělství, Situační a výhledová analýza olejnin, 2013).

Největší rozmach máku zažila Česká republika v roce 2004, kdy vstoupila do Evropské unie. Ta ustanovila, že Česká republika bude hlavním producentem potravinářského máku (Klimková, 2011), což dokazuje růst sklizňových ploch z 9,3 tisíc ha v roce 1990/1991 na 69,8 tisíc ha v roce 2008/2009 (Ministerstvo zemědělství, Situační a výhledová analýza olejnin, 2013).

Mottl (2009) uvádí, že mák byl pro české zemědělce a exportéry v roce 2009 jednou ze ziskových komodit. Významným odbytištěm českého máku jsou všechny evropské státy ovlivněné slovanskou kuchyní, ale i zámořské země, kde žijí slovanští přistěhovalci. Mák je v České republice plodinou vykazující dlouhodobě vysoký podíl exportu na produkci a v uplynulých letech byla Česká republika hlavním světovým producentem makového semene. Vzhledem k velkovýrobním technologiím, pěstitelským zkušenostem, informatice, poradenství a vysoké kultuře zahraničního obchodu je ČR určujícím nositelem evropských i světových cen.

Největším pěstitелеm této plodiny v Evropě byli Češi až do roku 2010, kdy dozrávaly makovice na zhruba 51 tisíce hektarech. V roce 2011 to již bylo jen 31,5 tisíc hektarů (Klimková, 2011).

Pro české pěstitele, ale i obchodní organizace byl mák velmi ziskovou komoditou, protože produkce makového semene je v dlouhodobém průměru z 87,4 % exportována. Vedle tržeb za semeno přináší ekonomické zhodnocení i makovina používaná k výrobě morfinu. Přestože je Česká republika ve světové produkci máku na předních místech, z naší makoviny pochází pouze 3 – 4 % této legálně vyráběné významné farmaceutické suroviny (Ministerstvo zemědělství, Situační a výhledová analýza olejnin, 2013).

V roce 2012 došlo k poklesu cen máku, jelikož některé firmy do potravinářského máku přimíchávaly mák určený pro farmaceutickou výrobu a vyvážely ho za hranice za cenu

mnohem nižší. Zemědělci proto v důsledku klesající ceny máku od jeho pěstování ustupovali (Ama, 2012).

Přestože se odpadní technický mák nemůže chuťově ani složením výživových látek rovnat potravinářským odrůdám, díky nízké ceně se na trhu rychle rozšiřoval. Některé firmy namíchané směsi vyvážely z České republiky do východoevropských zemí pod označením „český mák“, čímž poškodily jeho pověst (Kačer, 2012).

V roce 2014 se mák postupně dostával ze složité situace, která se právem nazývala „maková krize“ (Kosek et. al., 2014).

## **10 Ekonomika pěstování máku**

Průměrné vlastní náklady na pěstování všech komodit se v České republice vlivem růstu cen vstupů postupně s různými výkyvy zvyšují. U máku celkové náklady od roku 2003 do roku 2007 trvale rostly a zvýšily se o 37,2 %. Ve srovnatelném období vzrostly náklady na pěstování pšenice jarní o 36,0 %, ječmene jarního o 29,1 %, řepky olejky o 22,5 % a slunečnice na zrno o 39,5 %.

K největšímu zvýšení v uvedených letech došlo u nakupovaných hnojiv, pracovních nákladů a u režii, tyto tři položky mají na vynaložených nákladech 50 % podíl. Dalšími nákladovými položkami jsou náklady na prostředky ochrany rostlin, náklady na mechanizované práce a ostatní přímé náklady a služby (Vašák et al., 2010).

### **10.1 Rozdílné přírodní podmínky**

V současné době je mák pěstován ve všech výrobních oblastech České republiky. To značně ovlivňuje náklady na jeho pěstování, zejména vlivem rozdílných hektarových výnosů v těchto oblastech.

V roce 2004 se náklady na 1 ha sklizňové plochy mezioblastně pohybovaly v rozpětí od 16 537 do 19 178 Kč/ha, tj. rozdíl 2 641 Kč/ha. V roce 2005 rozpětí kleslo na 874 Kč/ha při mezioblastních nákladech od 17 765 do 18 639 Kč/ha.

Náklady v roce 2006 byly ještě vyrovnanější a pohybovaly se od 20 638 do 21 275 Kč/ha, tj. 637 Kč/t, v roce 2007 však opět vzrostly a dosáhly rozpětí od 21 621 do 25 812 Kč/t, tj. 4 191 Kč/t.

Hektarové výnosy jsou dlouhodobě nejvyšší v bramborářské výrobní oblasti, proto náklady po přepočtu na 1 t semene máku jsou v této oblasti nejnižší.

### **10.2 Rozdílná úroveň hospodaření podniků**

Rozdílný přístup k hospodaření podniků je dán zejména jejich finanční a ekonomickou strategií, úrovní managementu, situací na trhu a lidskými zdroji. Jde o nefinanční charakteristiky, které se značně promítají do celopodnikových výsledků, a tím i do ekonomiky jednotlivých výrob.

Příkladem může být rok 2006, kdy byly podstatné rozdíly v průměrných nákladech na produkci semene máku. Náklady na 1 tunu máku se pohybovaly v rozmezí od 15 do 50 tisíc Kč, což představuje značný rozptyl, který svědčí o rezervách pro zefektivnění nákladů v tomto odvětví rostlinné výroby.

### 10.3 Rozdílná intenzita výroby

Intenzita výroby je další významný faktor, který výrazně ovlivňuje nákladovost výroby. Intenzivnější výroba však vyžaduje i zvýšené náklady na vstupy zejména v oblasti intenzifikačních vkladů (hnojiva, prostředky ochrany rostlin, osiva). Jejich vynaložení je převážně efektivní, protože náklady na 1 t semene se s vyšší intenzitou snižují.

### 10.4 Ceny zemědělských výrobců (CZV)

Vedle vynaložených vlastních nákladů ovlivňuje ekonomiku pěstování máku výše dosahovaných tržeb na jeho realizaci, případně poskytování různých příplatků, dotací, plateb apod. Nejvýznamnější je vliv cen zemědělských výrobců (dále jen jako CZV). Český statistický úřad zjišťuje CZV v rámci republiky v měsíčních intervalech s průměrem za kalendářní rok (Vašák et al., 2010).

Vysoké ceny máku na zahraničních trzích vyrovnaly rentabilitu pěstování a umožnily ostatním světovým i evropským pěstitelům návrat se svou produkcí na zahraniční trhy. Se zvýšenou nabídkou začala cena makového semene prudce klesat.

### 10.5 Rentabilita

Ukazatelé rentability výroby vyjadřují závislost mezi náklady vynaloženými na výrobu a výsledky výroby. Vyjadřují tak v podstatě úspěšnost podnikatelů. Ukazatelů rentability je celá škála, a proto i jejich výběr by měl být přizpůsoben účelu užití.

Klasickým ukazatelem rentability nákladového typu je míra rentability vyjádřená následujícím vztahem:

$$\text{Míra rentability} = \frac{\text{zisk}}{\text{náklady}} \times 100$$

Uvedený poměrný ukazatel vyjadřuje, kolik bylo dosaženo zisku na 100 Kč vynaložených nákladů, respektive jaká byla na 100 Kč vynaložených nákladů ztráta.

Pro nejobektivnější vyjádření míry rentability, zejména u máku, využíváme průměrných CZV vypočtených za marketingový rok, který začíná 1. 7. roku sklizně a končí 31. 6. následujícího roku.

Z hlediska rozdílných přírodních podmínek v jednotlivých oblastech České republiky jsou dosahovány rozdílné hektarové výnosy a rozdílné jsou i náklady na 1 ha. Po přepočtení hektarových výnosů a nákladů získáme náklady na 1 tunu. Výběrovým šetřením prováděným Ústavem zemědělské ekonomiky a informací (dále jen „ÚZEI“) jsou zjišťovány i realizační CZV v jednotlivých oblastech České republiky viz Tabulka 2 (Vašák et al., 2010).

| Ukazatel     | MJ.  | Kukuřičná a řepařská oblast |        |        |        | Bramborářská oblast |        |        |        | Brambor. ovesná a horská oblast |        |        |        |
|--------------|------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------|--------|--------|---------------------------------|--------|--------|--------|
|              |      | 2004                        | 2005   | 2006   | 2007   | 2004                | 2005   | 2006   | 2007   | 2004                            | 2005   | 2006   | 2007   |
| Výnos v t/ha | t/ha | 0,96                        | 0,98   | 0,60   | 0,66   | 1,07                | 1,15   | 1,13   | 0,90   | 0,99                            | 0,89   | 0,62   | 0,68   |
| Náklady na t | Kč/t | 19 977                      | 18 589 | 35 458 | 39 109 | 16 383              | 15 448 | 18 315 | 26 163 | 16 704                          | 20 943 | 33 287 | 31 796 |
| Průměrná CZV | Kč/t | 28 556                      | 24 356 | 32 009 | 53 420 | 26 629              | 21 131 | 28 563 | 49 582 | 25 064                          | 26 484 | 31 446 | 49 814 |
| Rentabilita  | %    | 42,90                       | 31,00  | -9,70  | 36,60  | 62,50               | 36,80  | 56,00  | 89,50  | 50,00                           | 26,50  | -5,50  | 56,70  |

Tabulka 2: Rentabilita pěstování máku podle hektarových výnosů, nákladů a realizačních CZV v jednotlivých oblastech České republiky (Vašák et al., 2010) přepracováno

Pěstování máku nebylo v České republice od vstupu do EU (1. 5. 2004) pro některé oblasti rentabilní pouze v roce 2006. Například v kukuřičné a řepařské oblasti tehdy činila rentabilita – 9,7 % a v bramborářsko-ovesné a horské oblasti – 5,5 %. Nejlepší rentabilita byla dosahována v bramborářské oblasti, kde se pohybovala v rozpětí 36,8 – 89,5 %. Přestože byla v této oblasti dosahována nejnižší realizační cena, na vysokou rentabilitu měly vliv hektarové výnosy (Vašák et al., 2010).

V roce 2008/2009 bylo z České republiky vyvezeno sice rekordních 31,4 tisíc t makového semene kromě osiva, ale deklarovaná vývozní hodnota klesla z 67 291 Kč/t v roce 2007/08 na 37 252 Kč/t. V roce 2009/2010 reagovali pěstitelé na sníženou poptávku i CZV a oseli mákem o 16,2 tisíc ha méně, tedy 53,6 tisíc ha. V roce 2012/2013 dosáhla v České

republiky celková produkce máku 12,8 tisíc tun. Dovezeno bylo kromě osiva 5,3 tisíc tun a vyvezeno 19,9 tisíc tun semene máku. Deklarovaná hodnota při vývozu stoupla na průměrných 40,2 Kč/kg, což představuje meziroční nárůst o 13,3 Kč/kg. Pro marketingový rok 2013/2014 bylo v ČR oseto mákem 20,3 tisíc ha, což je o 1,9 tisíc ha více než v roce 2012/2013 (Ministerstvo zemědělství, Situační a výhledová analýza olejnin, 2013).

V marketingovém roce 2013/2014 byla celková produkce máku v ČR jen 13,9 tisíc t (sklizená z plochy 20,3 tisíc ha). Dovezeno bylo 5,9 tisíc t a vyvezeno 19,9 tisíc t semene máku. Deklarovaná hodnota při vývozu stoupla na průměrných 60,8 Kč/kg, což představuje meziroční nárůst o 20,6 Kč/kg, viz Tabulka 3.

| Marketing. rok  | 2003/04 | 2004/05 | 2005/06 | 2006/07 | 2007/08 | 2008/09 | 2009/10 | 2010/11 | 2011/12 <sup>1</sup> |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------|
| Množství v t    | 546     | 3 838   | 2 090   | 1 171   | 1 984   | 1 827   | 2 163   | 4 628   | 2 532                |
| Hodnota v Kč/kg | 33,06   | 29,65   | 22,6    | 47,17   | 73,32   | 43,54   | 26,73   | 26,75   | 21,43                |

*Tabulka 3: Dovoz makového semene do ČR celkem v t a deklarovaná dovozní hodnota semene kromě osiva v Kč/kg za marketingový rok (Mottl, 2012)*

Právě příznivá cena za makové semeno je dobrou motivací pro pěstitele, a proto již druhým rokem po sobě produkce neklesala, jak bylo v několika předchozích letech zvykem. Nárůst je přesto mírný a možnosti, jaké by v pěstování kvalitního potravinářského máku Česká republika měla, zůstávají nadále nevyužité.

Pro marketingový rok 2014/2015 bylo oseto mákem 27 tisíc ha a podle Českého statistického úřadu byla celková produkce máku 20,1 tisíc tun, což je meziroční nárůst o 44,8 % (Svobodová, 2014).

Produkce máku v České republice se tak po několika letech stagnace opět zvyšuje. Podle údajů Českého statistického úřadu se v roce 2014 mák pěstoval na ploše 27 tisíc ha a jeho současná průměrná cena přesahující 40 Kč/kg by podle odborníků neměla v příštích měsících výrazně poklesnout, a tak lze předpokládat, že osevnické plochy se v roce 2015 opět navýší (Hezký, 2015).

<sup>1</sup>Poznámka: 2011/2012 dovoz makového semene za červenec až listopad 2011

## 11 Společenská rizika

Kulturní mák je prastarou, historií opředenou, lidem velmi prospěšnou plodinou. Pro nezaměnitelnou chuť semen je užíván v potravinářství. Tkáň, zejména makovic, produkuje alkaloidy, které se po tisíciletí užívají pro tlášení silných bolestí. Trvale tak hrozí zneužití narkomany (Vašák et al., 2010).

### 11.1 Rozdělení máku

V zemědělské praxi se nejčastěji využívá jednoletý jarní, řidčeji i ozimý mák setý. Okrajově se pěstuje, či spíše zkouší pěstovat, vytrvalý mák listenatý (*Papaver bracteatum LINDL.*). Mák setý lze dělit do mnoha skupin. Zemědělsky nejvýznamnější je členění máku setého na mák opiový a mák olejný (semenný) (Vašák et al., 2010).

Mák je plodina, která ovlivnila běh nedávných dějin víc než kterákoliv jiná rostlina. A zatímco u nás je mák běžný, v zahraničí, kde není tradice pěstování a požívání máku tak silná, je situace často jiná, o čemž svědčí už anglický název pro mák setý, který zní *opium poppy* – mák opiový (Pokorný, 2012).

Semeno olejného máku se užívá jako pochutina v potravinářství. Dříve se ze semene máku běžně lisoval sladký, voňavý olej, který nahrazoval olej olivový. V lidovém lékařství se uplatnily výluhy a tinktury z tobolek jako analgetikum a hypnotikum.

Mák se v potravinářské výrobě uplatňuje především jako „ozdoba“ pečiva, posypem semeny máku. Na jednom kusu pečiva se nachází přibližně 0,4 – 4 g semen máku. Z tohoto množství lze odvodit obsah 18 – 180 mikrogramů morfinových alkaloidů na 1 kus před vlastním tepelným zpracováním.

U cukrářských výrobků činí obsah mletého makového semene v průměru 15 – 30 %. Technologickým zpracováním těchto výrobků, tj. zahříváním na teplotu cca 220 °C po dobu 20 minut, se obsah morfinových alkaloidů snižuje z původního množství asi 15 – 50 ppm na 3 %, tj. na cca 0,5 – 1,7 ppm morfinu a 0,1 – 0,5 ppm kodeinu. To jsou údaje, které naprosto zřejmě prokazují, že výrobky obsahující kvalitně vyčištěný modrý český potravinářský mák nemohou mít žádné vedlejší účinky na běžného konzumenta. Je potřeba také vzít v úvahu, že morfinové alkaloidy, pokud jsou podávány perorálně (ústí), jsou odbourávány částečně též



v trávicím traktu a do krevního řečiště se proto přes stěnu střevní dostává pouze jejich menší část (Vašák et al., 2010).

Makovina (rozdrcené makovice a vrcholové partie stonku) je vedlejším produktem, který se využívá jako surovina pro výrobu morfinu, ačkoliv obsah alkaloidů v rostlinné hmotě potravinářských odrůd je poměrně nízký. Pro získávání morfinu jsou vhodnější průmyslové odrůdy s vyšším obsahem alkaloidů. Semena průmyslových odrůd jsou často nahořklá a pro využití v potravinářství se nehodí ani kvůli vyššímu, až desetinásobnému množství morfinu na povrchu semen ve srovnání s potravinářskými odrůdami (Götzová et al., 2014).

Mák s vyšším obsahem alkaloidů je ilegálně pěstován za účelem získání opia ve velkém množství na území tzv. Zlatého trojúhelníku (Barma, Laos, Thajsko), dále v zemích Zlatého půlměsíce (Afghánistán, Pákistán, Írán) a v nově vzniklých státech na území bývalého SSSR. Malá, avšak rostoucí produkce, pochází z Mexika, Libanonu a Kolumbie.

Ročně se ve světě vyrobí **ilegálně** přibližně **3 300 – 4 600 t opia**, viz Tabulka 4 (Kubánek, 2009).

| Země                 | Legální olejní mák <sup>2</sup> (v tis.ha)<br>2000/2009 <sup>3</sup> | Nelegální opiový mák (v tis.ha) 2005/2007 <sup>4</sup> |
|----------------------|--|--|
| Česká republika      | 35–70  | není   |
| Austrálie (Tasmanie) | 24–99  | není, výjimkou bude Kurdistan                          |
| Maďarsko             | 4–11   | není   |
| Indie                | 3–15   | není   |
| Ukrajina             | 2–15   | není uváděn  |
| Francie              | 1–15   | není   |
| Španělsko            | 3–11   | není   |
| Rakousko             | 2–9  | není   |
| Velká Británie       | 1–4  | není   |
| Polsko               | 1–3  | není   |
| Čína                 | 1–3  | není   |
| Slovensko            | 1  | není   |
| Holandsko            | 0,3–3  | není   |

<sup>2</sup>olejní mák se využívá i pro legální farmaceutickou produkci morfinových a thebainových alkaloidů (Austrálie – Tasmánie, Indie, Španělsko, Francie, ČR/SR, Maďarsko atd.). V některých zemích (speciálně Austrálie) mák slouží hlavně na produkci alkaloidů a semeno je „odpad“. V případě thebainových odrůd se i likviduje. Také u průmyslových, vysokomorfinových odrůd máku je snaha průnik těchto semen na trh omezit, až znemožnit (Francie, Maďarsko)

<sup>3</sup>orientační údaje z období 2000–2009, odhady autorů dle různých zdrojů (OSN 2009)

<sup>4</sup>odhady pro rok 2005 a 2007 (dle OSN 2009). Údaj znamená, že nemáme žádný podklad pro odhad množství semen máku určeného pro potravinářství. Určité vývozy semen z těchto máků (mají velmi drobná semena) ale existují

| Země                    | Legální olejní mák <sup>2</sup> (v tis.ha)<br>2000/2009 <sup>3</sup> | Nelegální opiový mák (v tis.ha) 2005/2007 <sup>4</sup> |
|-------------------------|--|--|
| Německo                 | 0,8  | není   |
| Srbsko a ex. Jugoslávie | 0–0,4  | není   |
| Ostatní, Evropa         | 0,1–1  | není   |
| Afghánistán             | 2–8  | 104/193  |
| Pákistán                | ?  | 2,4/1,7  |
| Laos                    | ?  | 1,8/1,5  |
| Myanmar (Barma)         | ?  | 33/28  |
| Thajsko, Vietnam        | ?  | min. až nula   |
| Kolumbie                | ?  | 2/0,7  |
| Mexiko                  | ?  | 3/5  |
| Svět                    | 90–190 <sup>5</sup>  | 152/236  |

Tabulka 4: Výměry legálního olejního máku/výměry nelegálního pěstování opiového máku (Vašák et al., 2010), přepracováno

## 11.2 Alkaloidy

Počátky vědeckého výzkumu složení alkaloidního spektra máku spadají do přelomu 19. století, s vyvrcholením izolace morfinu v krystalickém stavu jako hlavní složky opia. Současně se jednalo o objev úplně prvního alkaloidu vůbec, a tím důležitý mezník ve vývoji organické chemie. Po morfinu byly postupně objeveny další alkaloidy, z nichž z praktického hlediska jsou pro nás nejdůležitější kodein, narkotin, papaverin a thebain (Bechyně et al., 1987).

Morfin je používán jako lék proti bolesti. Průmyslová syntéza morfinu je možná, ale je nevýhodná kvůli velmi nízkým výnosům. Kodein a noskapin se používají jako prostředek proti kašli a papaverin na uvolnění hladkého svalstva. Thebain se pro terapeutické účely nepoužívá, ale je průmyslově převáděn do jiných léků utišujících bolest (Dittbrenner a kol., 2009).

<sup>5</sup>Součet 90–190 tis. ha není sumou min. a max. údajů v rámci zemí. Jde o odhady ploch a platí, že pokud má určitá země velkou výměru, jiná ji snižuje. Konkrétně jde o alternaci ČR a Turecka, případně Austrálie.

### 11.2.1 Obsah nejvýznamnějších alkaloidů v opiu

- Morfin 1,5 – 22 %
- Narkotin 10 %
- Kodein do 4 %
- Papaverin do 1 %
- Thebain do 0,5 %

Opium se získává z máku setého (*Papaver somniferum L.*), z narušeného povrchu makovic, nařezáváním nezralých tobolek (ve stadiu tzv. opiové zralosti, tj. asi 8. – 10. den po odpadnutí korunních plátků, kdy je poměr množství šťávy a obsahu alkaloidů nejvýhodnější) a po zaschnutí (změna barvy na hnědou) se mléčný latex seškrabává.

Z jedné makovice se získá přibližně 0,02 g opia. Na získání 1 kg surového opia je zapotřebí šťáva z 50 000 kusů nezralých makovic. V České republice není opium distribuováno.

Dříve byly zaznamenány případy plnění makových polí i pěstování za účelem získání opia. Obecně maková pole narkomany příliš nelákají, a tedy ani výroba opia z máku, který se u nás volně pěstuje na velkých plochách. Samotná výroba není náročná, ale je potřeba pracovitosti, což mnohé odradí (Kubánek, 2009).

Opium je mimo jiné silný jed a také nejvíce zneužívaná omamná psychotropní látka v orientu 19. století a také v Číně, která vyvolává úplnou závislost a jak psychické, tak fyzické chátrání. Morfinista má pocit klidu a štěstí, avšak abstinenční příznaky jsou těžké a projevují se podrážděností a depresemi. Nejnebezpečnější návykovou drogou je heroin. Po jeho intravenózní aplikaci se velmi rychle dostavuje stav příjemného opojení, později se ale dostavují těžké abstinenční příznaky (Vašák et al., 2010).

### **11.2.2 Výroba a distribuce heroinu**

Heroin se vyrábí z opia v tzv. rafinériích (tajných laboratořích), jejichž velká část se nachází v Turecku, Sýrii a Libanonu. Legální produkce je největší v Indii, která exportuje do USA a Japonska. Ročně je odhaleno na 120 ilegálních laboratořích. Celkem se ve světě každý rok vyrobí cca 450 t heroinu, avšak pouze 3 – 4 % z tohoto množství je zachyceno represivními orgány.

V oblasti zneužívání této drogy vnímáme v ČR podobný trend jako ve vyspělých zemích EU, kde spotřeba stagnuje, či mírně klesá (Kubánek, 2009).

## 12 Legislativa pěstování

Mák setý je v současnosti po řepce olejné v České republice druhou nejvýznamnější tržní olejninou. S rozmachem jeho pěstování bylo nutno také zvýšit bezpečnost jeho produkce, neboť se jedná o možný zdroj suroviny pro přípravu nebo výrobu zneužitelné drogy, jejíž pěstování podléhá mezinárodním konvencím a regulacím. V tomto případě jde zejména o ustanovení Jednotné úmluvy o omamných látkách, uzavřené na půdě OSN v roce 1961, a následných dohod, jejichž signatářem je i Česká republika.

Ta je jednou z mála zemí, kde je mák setý pěstován bez uplatnění legislativně zakotveného licenčního řádu. Mák setý je v České republice pěstován jako bezpečná potravinová odrůdově je jeho pěstování na tento účel zaměřeno, na rozdíl od ostatních států.

Trvalý tlak ze zahraničí, z některých členských zemí Evropské unie a zejména z Indie povede v dohledné budoucnosti zřejmě k legislativním úpravám.

Sdružení Český mák si od počátku svého působení v roce 2000 uvědomuje a zdůrazňuje, že bezpečnost pěstování máku olejného i z hlediska zachování jeho mezinárodního statusu je základním předpokladem nejen dalšího rozvoje technologií, ale i zachování rozsahu a obchodní úspěšnosti této národní politiky.

Z těchto důvodů přivítalo i možnost úzké spolupráce s Policií ČR a Generálním ředitelstvím Celní správy a především v oblasti prevence s Národní protidrogovou centrálou Policie ČR (Vašák et al., 2010).

- **Zákon č. 167/1998 Sb. o návykových látkách ve znění pozdějších předpisů**

Tento zákon se vztahuje na osoby pěstující mák setý nebo konopí na ploše větší než 100 m<sup>2</sup>. Jejich povinností je takto velkou plochu ohlásit, tato povinnost vyplývá ze zákona č. 167/1998 Sb. o návykových látkách ve znění pozdějších předpisů zákona č. **273/2013 Sb.** Dne 26. 4. 2005 vstoupila v platnost prováděcí **vyhláška č. 151/2005 Sb.**, která stanovuje vzory formulářů a způsob vyplňování a nakládání s ním pro hlášení osob pěstující mák setý nebo konopí (Sbírka zákonů, 1998).

Osoby fyzické, ale i právnické pěstující mák setý nebo konopí na ploše větší než 100 m<sup>2</sup> jsou povinny do 31. 5. ohlásit výměru a přesnou specifikaci plochy pěstování uvedenou podle vyhlášky odrůdově specifikovaných plodin. Pět dnů před předpokládanou sklizní plodiny nebo zlikvidováním porostu je pěstitel povinen ohlásit plochu takto zneškodněné plodiny.

Do konce roku, tzn. k 31. 12., je pěstitel povinen předložit celkový výkaz o roční sklizni a výhledu na další sklizňový rok. Výkazy se předávají místně příslušnému celnímu úřadu ve 3 vyhotoveních, výkaz o celkové sklizni se předkládá ve 4 vyhotoveních. Jedno potvrzené vyhotovení by si měl pěstitel ve vlastním zájmu ponechat a archivovat jej.

### Sankce

- a) při nesplnění ohlašovací povinnosti podle § 29 zákona č. 167/1998 Sb. o návykových látkách v platném znění,
- b) při uvedení nepravdivých údajů nebo neúplných údajů v hlášení podle § 29 zákona č. 167/1998 Sb. o návykových látkách v platném znění.

| Porušení zákona           | Sankce          |                          |               |
|---------------------------|-----------------|--------------------------|---------------|
|                           | Právnická osoba | Fyzická osoba podnikatel | Fyzická osoba |
| Způsobem podle písmene a) | do 500.000,-    | do 500.000,-             | do 100.000,-  |
| Způsobem podle písmene b) | do 1.000.000,-  | do 1.000.000,-           | do 200.000,-  |

- **Zákon č. 554/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 408/2000 Sb., o ochraně práv k odrůdám rostlin a o změně zákona č. 92/1996 Sb., o odrůdách, osivu a sadbě pěstovaných rostlin, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o ochraně práv k odrůdám), ve znění pozdějších předpisů**  
– tato právní norma vymezuje mimo jiné též práva k jednotlivým registrovaným a uznaným odrůdám máku setého (*Papaver somniferum L.*) uvedeným v seznamu povolených odrůd na území České republiky nebo EU (Sbírka zákonů, 2005).

- **Zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby), ve znění zákona č. 444/2005 Sb., zákona č. 178/2006 Sb. a zákona č. 299/2007 Sb., 96/2009 Sb.** – tato zákonná norma vymezuje rovněž pravidla pro použití osiva máku setého, respektive zákaz používání farmářského osiva u máku setého (*Papaver somniferum L.*).

**Tato právní norma tak souvisí s povinností doložit v rámci ohlašovací povinnosti dle Vyhlášky č. 151/2005 Sb.** použitou odrůdu certifikovaného osiva formou kopie uznávacího listu, který je shodný s údajem na účetním dokladu–faktuře jakožto zpětně dohledatelném dokladu o nabytí legálního osiva. Česká republika má prostřednictvím Ministerstva zemědělství ČR v těchto věcech právo subsidiarity, což v důsledku znamená, že po posouzení příslušným státním orgánem (ÚKZÚZ) může pěstování určité odrůdy nepovolit (Sbírka zákonů, 2003).

- **Vyhláška č. 399/2013 Sb.** s účinností od 1. ledna 2014 stanovuje maximální obsah morfinových alkaloidů na povrchu semene máku setého semenného pro použití v potravinářství na 25 mg/kg. Dovoz a prodej farmaceutických odrůd máku byl omezen ve prospěch potravinářských odrůd pěstovaných v ČR (Sbírka zákonů, 2013).

## 13 Metodika

V roce 2014 byly založeny ve Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Červeném Újezdě maloparcelové pokusy s mákem setým (*Papaver somniferum L.*). Pokusy byly zaměřeny na genotypové (odrůdové) rozdíly v tvorbě čerstvé biomasy, sušiny, listové plochy a výnosu vybraných genotypů máku. Metodika polních maloparcelových pokusů a laboratorních rozborů podává základní informace a metodické postupy pro stanovení růstových charakteristik.

### 13.1 Charakteristika Výzkumné stanice Červený Újezd

Stanice byla otevřena v roce 1974 jako pracoviště kateder fyto technického směru Agronomické fakulty VŠZ. V současné době stanice slouží jako experimentální pracoviště kateder rostlinné výroby, pícninářství a trávnickářství, agrochemie a výživy rostlin, agroekologie a biometeorologie.

Na stanici jsou řešeny výzkumné záměry, bakalářské, diplomové a také doktorské práce. Stanice obhospodařuje 30 ha pozemků s tím, že plocha pokusů se pohybuje okolo 6 ha. Ostatní jsou vyrovnávací plochy, s jejichž obhospodařováním pomáhá Školní zemědělský podnik Lány.

Na stanici jsou zakládány pokusy s následujícími plodinami: řepka olejka, ječmen jarní, kukuřice, pšenice ozimá, **mák setý**, cukrovka, čirok zrnový, hořčice bílá a sareptská, vojtěška a celou řadou strniskových meziplodin (ČZU, 2015).

Výzkumná stanice Červený Újezd leží v okrese Praha – západ v nadmořské výšce 405 m n. m. Spadá do oblasti mírně teplé, mírně suché, převážně s mírnou zimou. Průměrná teplota vzduchu činí 7,7 °C a průměrný úhrn srážek je 549 mm. Dle rajonizace zemědělské výroby patří stanice v Červeném Újezdě do řepařské výrobní oblasti. Převažuje rovinný terén, který podmiňuje dobrý zásak srážkových vod. Substráty mají dobrou vododržnost i vnitřní drenáž. Genetickým půdním představitelem je hnědozem, sprašový pokryv. Spraše a nevápnité sprašové pokryvy jsou převažujícím půdním druhem (ČZU, 2015).



### 13.2 Metodika polních pokusů

Maloparcelové pokusy probíhaly v roce 2014 na Výzkumné stanici Červený Újezd. Pro tento pokus bylo zvoleno 12 genotypů máku setého, viz tabulka č. 5.

| OZNAČENÍ | ODRŮDA              |
|----------|---------------------|
| 1        | Marianne            |
| 2        | Buddha              |
| 3        | Postomi             |
| 4        | Lazur               |
| 5        | Florian             |
| 6        | Tatranský           |
| 7        | Sokol               |
| 8        | Albín               |
| 9        | Korneuburger Wisser |
| 10       | Opál                |
| 11       | Major               |
| 12       | CM 112              |

Tabulka 5: Seznam zvolených odrůd

Osivo poskytla firma Oseva PRO s.r.o. Velikost jedné parcely byla 15 m<sup>2</sup>, přičemž každá varianta byla založena ve čtyřech opakováních. Ve vybraných fenologických fázích se uskutečnily odběry pokusných rostlin, u kterých byla následovně stanovena hmotnost nadzemní biomasy, hmotnost sušiny a listové plochy. Získané hodnoty jsme dále využili pro výpočet růstově – analytických charakteristik.

Během polního pokusu byl porost řádně ošetřen proti plevelům a škůdcům. Aplikace hnojiv na pokusné parcely probíhala ručně se zapravením do půdy secím strojem. Dohnojení probíhalo rovněž ruční aplikací na porosty. Přehled agrotechnických zásahů naleznete v tabulce č. 6. Přímá sklizeň semene proběhla ve druhé dekádě srpna sklízecí mlátičkou Wintersteiger Classic. Vlastní laboratorní rozbory a měření probíhaly na Katedře botaniky a fyziologie rostlin na České zemědělské univerzitě v Praze.

| DATUM        | AGROTECHNICKÝ ZÁSAH                    | PŘÍPRAVEK        | MNOŽSTVÍ    |
|--------------|--|------------------|-------------|
| 19. 11. 2013 | ORBA                                   | -                | -           |
| 18. 3. 2014  | PŘÍPRAVA PŮDY (1 přejezd smyk + brány) | -                | -           |
| 18. 3. 2014  | HNOJENÍ PŘED SETÍM                     | DASA             | 50 kg N     |
| 18. 3. 2014  | SETÍ MÁKU                              | -                | 2 kg/ha     |
| 20. 3. 2014  | APLIKACE                               | CALLISTO 480 SC  | 0,25 l/ha   |
| 20. 3. 2014  | APLIKACE                               | COMMAND 36 SC    | 0,15 l/ha   |
| 15. 5. 2014  | HNOJENÍ                                | LAD              | 55 kg N     |
| 16. 5. 2014  | APLIKACE                               | TARGA SUPER 5 EC | 2,5 l/ha    |
| 20. 3. 2014  | APLIKACE                               | CYPERKILL        | 0,1 l/ha    |
| 22. 5. 2014  | APLIKACE                               | NURELLE D        | 0,6 l/ha    |
| 12. 6. 2014  | APLIKACE                               | LAUDIS OD        | 1,8 l/ha    |
| 12. 6. 2014  | APLIKACE                               | STARANE 250 EC   | 0,3 l/ha TM |
| 14. 8. 2014  | SKLIZEŇ                                | -                | -           |

Tabulka 6: Přehled agrotechnických zásahů – Výzkumná stanice Červený Újezd 2013 – 2014

### 13.3 Metodika laboratorních rozborů rostlinného materiálu

Během polního pokusu byly odebírány vzorky pro jejich další rozbor v laboratořích – termíny odběrů a jejich počty jsou uvedeny v tabulce č. 7.

Při každém odběru jsme odebrali 5 reprezentativních vzorků rostlin od každé odrůdy. Odebrané vzorky byly zpracovány destruktivní metodou pro celého jedince v prostorách laboratoře na katedře botaniky a fyziologie rostlin. Mezi odběrem a měřením musel být dodržen takový časový úsek, aby nedošlo k vysychání rostlinných pletiv a nedošlo k znehodnocení naměřených dat. U rostlin byla měřena jejich výška dále pak počet listů, květů a tobolek. Vážena byla biomasa kořenů, nadzemní hmoty (listy + stonek, květy, tobolek) a hmotnost semen. Následně byla stanovena jejich sušina. Naměřené údaje byly pečlivě zaznamenávány a následně vyhodnoceny.

| ČÍSLO ODBĚRU | TERMÍN ODBĚRU |
|--------------|---------------|
| 1            | 23 .5. 2014   |
| 2            | 3. 6. 2014    |
| 3            | 16. 6. 2014   |
| 4            | 24. 6. 2014   |
| 5            | 3. 7. 2014    |
| 6            | 15. 7. 2014   |
| 7            | 11. 8. 2014   |

*Tabulka 7: Termíny odběrů a jejich počet*

Rostlinný materiál byl nejprve zbaven nečistot – zemina, plevele a jiné. U rostlin byla změřena výška od kořenového krčku s přesností na milimetry po nejvyšší bod rostliny. Dále jsme spočítali počet listů, květů a tobolek. Rostlinu jsme pomocí nože rozdělili na jednotlivé rostlinné orgány, které jsme zvážili s přesností na 0,001 g. Vzorky jsme pak umístili do papírových sáčků. Jednotlivé sáčky byly řádně popsány – vzorek, číslo vzorku (1 – 5), datum odběru a označení o jaký orgán se přesně jedná. Tento postup byl opakován celkem 5x (5 reprezentativních vzorků) u všech odrůd máku. Takto připravené vzorky byly vloženy do sušárny, kde při teplotě 80 °C probíhalo vysoušení rostlinných pletiv do konstantní hmotnosti. Po vysoušení vzorků, následovalo stejné měření jako u čerstvé biomasy. U rozboru rostlinných vzorků z odběru č. 7 byla vážena i hmotnost semen máku. Semena máku byla bezztrátově vyseparována z tobolek, poté byla zvážena pomocí digitálních vah s přesností na 0,001 g.

Pro výpočet růstově-analytických charakteristik bylo nutné nejprve stanovit velikost listové plochy. Pro stanovení velikosti listové plochy (LP) byly odebrány listové terčíky (5 ks). Jde o gravimetrickou metodu, založenou na principu vážení čerstvé biomasy, kde se dopočítává její listová plocha podle známé hmotnosti listových terčků a jejich plochy. Z listové čepele se pomocí korkovrtu vysekne terčik o průměru cca 8 mm. Výpočet (LP) máku setého je následující:

$$LP(m^2) = \frac{0,000095 \text{ m}^2 \times \text{hmotnost čerstvé nadzemní hmoty (g)}}{\text{hmotnost listových terčků (g)}}$$

Pro přímý výpočet růstových charakteristik jsme použili následující označení a vzorce.

**Přírůstek sušiny, jakožto rychlost růstu porostu a tvorbu sušiny (CRG)** vyjadřuje průměrný denní přírůstek hmotnosti sušiny přepočítaný na jednu rostlinu ( $\Delta W / \Delta t$ ), nebo na určitou plochu pozemku (**CRG**), na kterém byl odebraný soubor rostlin pěstován (Šesták a kol., 1996).

Výpočet:

### **CRG**

$$\Delta W / \Delta t = (W_2 - W_1) : (t_2 - t_1) \quad [\text{g d}^{-1}]$$

$$\text{CRG} = [(W_2 - W_1) : (t_2 - t_1)] \cdot 1/P \quad [\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}]$$

$W_1$  = hmotnost sušiny při první odběru

$W_2$  = hmotnost sušiny při druhém odběru

$t_2 - t_1$  = doba (interval) mezi jednotlivými odběry

**Čistý výkon asimilace (NAR)** vyjadřuje produktivitu asimilačního aparátu rostlin a udává informaci o rychlosti fotosyntézy porostu. Je definován jako přírůstek sušiny ( $W$ ) na asimilační plochu ( $A$ ; listovou plochu). Vzorec, který byl použit pro výpočet čistého výkonu asimilace, závisí na hodnotě  $\alpha$ . Tato hodnota je poměrem mezi relativními rychlostmi růstu celkové sušiny ( $R_w$ ) a relativní rychlostí růstu celkové listové plochy ( $R_A$ ) (Šesták a kol., 1996).

### **NAR**

$$\alpha = R_w : R_A$$

$$R_w = (\ln W_2 - \ln W_1) : (t_2 - t_1)$$

$$R_A = (\ln A_2 - \ln A_1) : (t_2 - t_1)$$

Hodnota  $\alpha$  ukazuje změny podílu asimilačních pletiv na celkové biomase pokusných rostlin. V průběhu vegetace se hodnota  $\alpha$  může měnit, nebo zůstává konstantní. Je-li  $\alpha = 1$  existuje mezi  $W$  a  $A$  a jejich změnami ve zvoleném časovém intervalu lineární vztah (Šesták a kol., 1996).

Výpočet:

$$\text{NAR} = [(\ln A_2 - \ln A_1) : (t_2 - t_1)] \times [(W_2 - W_1) : (A_2 - A_1)] \quad [\text{g m}^{-2} \text{ d}^{-1}]$$

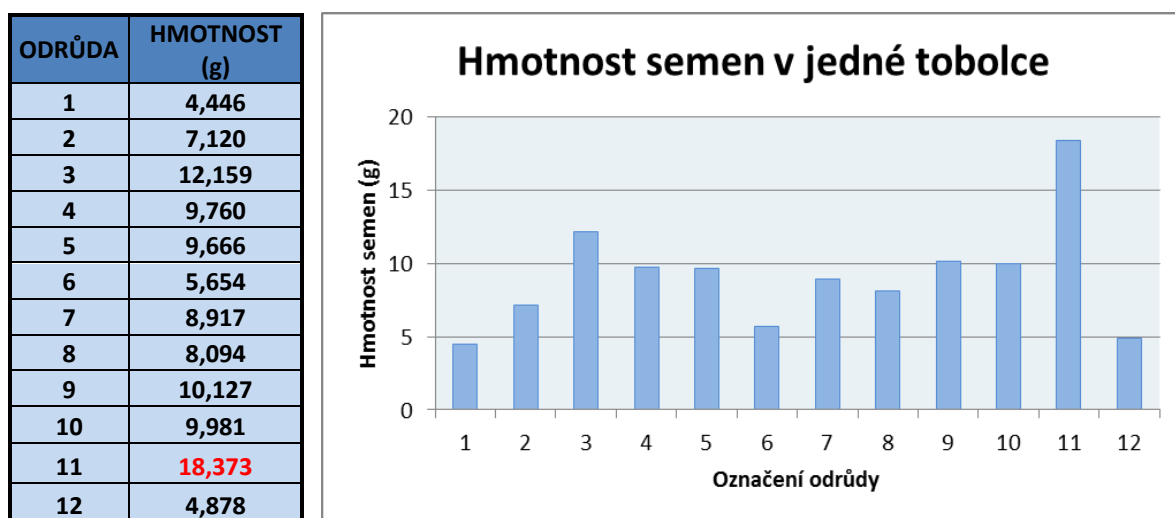
V případě, že byl nalezen mezi W a A v průběhu vegetace kvadratický vztah  $\alpha = 2$ , byl zvolen tento výpočet:

$$\text{NAR} = [(W_2 - W_1) : (t_2 - t_1)] \times [2 : (A_2 + A_1)] \quad [\text{g m}^{-2} \text{ d}^{-1}]$$

## 14 Výsledky

### 14.1 Tvorba a výnos semene máku

Tobolka (makovice) je hospodářsky nejdůležitější, a proto nejvíce studovaný orgán máku. Tvar a typ tobolky se považuje za jeden z dědičných znaků kultivaru, které však mohou být podstatně ovlivněny podmínkami prostředí a agrotechnikou.



Tabulka 8: Průměrná hmotnost semen máku u odrůd 1 – 12 (g/rostlina).

V tomto pokusu byla stanovená průměrná hmotnost semen máku na jednu rostlinu – 9,098 g. Z tabulky č. 8 vyplývá, že nejvyšší výnos semen poskytla odrůda **Major** (č. 11), a sice 18,373 g. K nejnějnějším odrůdám z hlediska makoviny (oproti průměru) patřily odrůdy **Postomi** (č. 3), **Korneuburger Wisser** (č. 9) a odrůda **Opál** (č. 10). Naopak odrůdy s výrazně podprůměrnou hmotností semen byly – **Marianne** (č. 1), **Tatranský** (č. 6) a **CM 112** (č. 12). V tomto pokusu dopadla nejhůře odrůda **Marianne** (č. 1) s hodnotou 4,446 g.

Průměrný výnos semene máku stanovený z hodnot 12 zkoušených odrůd byl 1,63 t/ha. K nejnějnějším odrůdám na hektar oseté plochy (tabulka č. 9) patřily odrůdy **Opál** (č. 10) (s výnosem 135,58 % oproti průměru) a **Major** (č. 11) (132,52 %), které se ukázaly jako vysoce nadprůměrné. Na druhé straně rakouská odrůda **Korneuburger Wisser** (č. 9) (68,1 %) a česká odrůda **CM112** (č. 12) (78,53 %) vykázaly podprůměrné výnosy makového semene. Výsledky byly získány z Výzkumné stanice v Červeném Újezdě, kde pokus probíhal a kde se uskutečňovaly sklízecí a posklizňové práce.

| OZNAČENÍ | ODRŮDA              | VÝNOS |
|----------|---------------------|-------|
| 1        | Marianne            | 1,7   |
| 2        | Buddha              | 1,55  |
| 3        | Postomi             | 1,51  |
| 4        | Lazur               | 1,72  |
| 5        | Florian             | 1,51  |
| 6        | Tatranský           | 1,64  |
| 7        | Sokol               | 1,69  |
| 8        | Albín               | 1,49  |
| 9        | Korneuburger Wisser | 1,11  |
| 10       | Opál                | 2,21  |
| 11       | Major               | 2,16  |
| 12       | CM 112              | 1,28  |

Tabulka 9: Výnos makového semene v t/ ha. Pěstitelský rok 2014

#### 14.2 Listová plocha

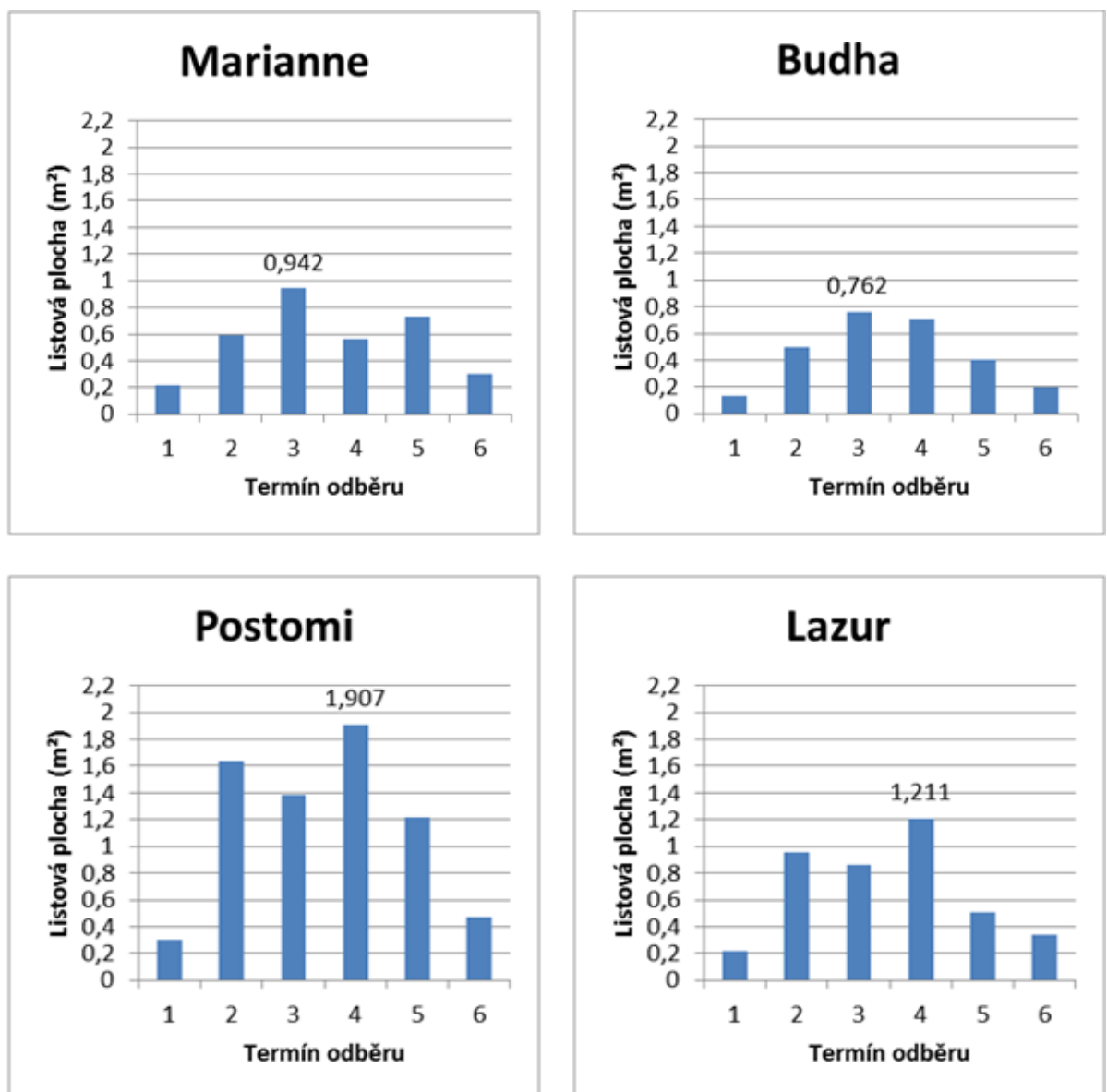
Pro stanovení velikosti listové plochy (LP) byly odebrány listové terčičky (5 ks). Jedná se o gravimetrickou metodu, založenou na principu vážení čerstvé biomasy, kde se dopočítává její listová plocha podle známé hmotnosti listových terčičků a jejich plochy. Měření se provádí na terčičkách vyseknutých z listových čepelí. Nárůst listové plochy probíhal po celé vegetační období rostliny až do fáze zrání s nejvyšší kulminací v druhé dekádě června. Při posledním odběru (č. 7) již nebylo možné stanovit velikost listové plochy, jelikož zde neprobíhala fotosyntéza a došlo tak k zasychání listů, viz tabulka č. 10.

| Listová plocha (m <sup>2</sup> ) |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Odběr   Odrůda                   | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           | 11           | 12           |
| <b>1 (23.5)</b>                  | 0,214        | 0,135        | 0,304        | 0,214        | 0,319        | 0,192        | 0,193        | 0,234        | 0,228        | 0,190        | 0,203        | 0,210        |
| <b>2 (3.6)</b>                   | 0,591        | 0,497        | 1,635        | 0,952        | 1,083        | 0,512        | 0,836        | 1,073        | 0,636        | 0,921        | 0,980        | 0,463        |
| <b>3 (16.6)</b>                  | 0,942        | 0,762        | 1,381        | 0,863        | 1,290        | 1,786        | 1,347        | 1,597        | 1,950        | 1,499        | 1,786        | 0,733        |
| <b>4 (24.6)</b>                  | 0,560        | 0,706        | 1,907        | 1,211        | 1,437        | 0,617        | 1,710        | 1,781        | 1,076        | 0,525        | 0,877        | 1,030        |
| <b>5 (3.7)</b>                   | 0,735        | 0,405        | 1,218        | 0,503        | 0,920        | 0,480        | 1,392        | 1,152        | 1,368        | 0,680        | 0,832        | 0,644        |
| <b>6 (15.7)</b>                  | 0,306        | 0,203        | 0,467        | 0,340        | 0,559        | 0,227        | 0,833        | 0,366        | 0,398        | 0,457        | 0,446        | 0,653        |
| <b>7 (11.8)</b>                  | X            | X            | X            | X            | X            | X            | X            | X            | X            | X            | X            | X            |
| <b>Celkem</b>                    | <b>3,349</b> | <b>2,708</b> | <b>6,912</b> | <b>4,084</b> | <b>5,608</b> | <b>3,814</b> | <b>6,312</b> | <b>6,203</b> | <b>5,656</b> | <b>4,272</b> | <b>5,125</b> | <b>3,733</b> |

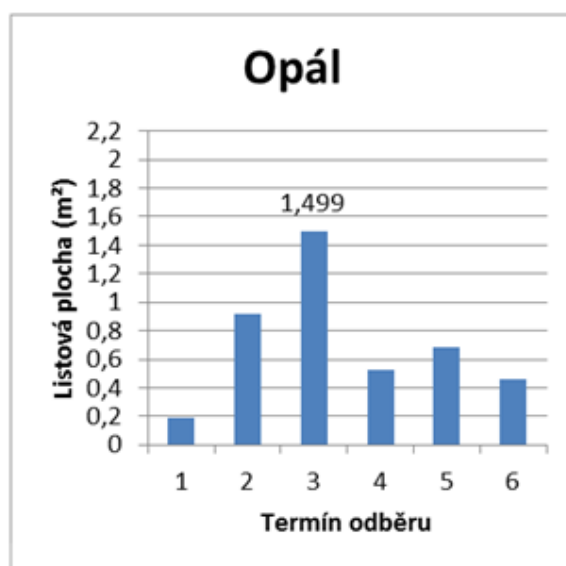
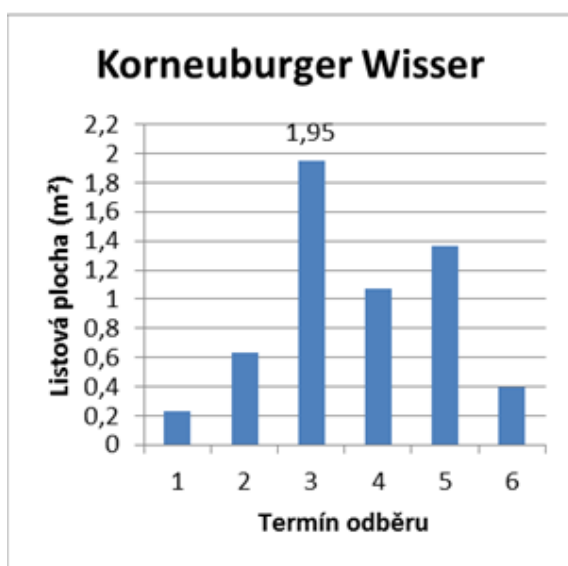
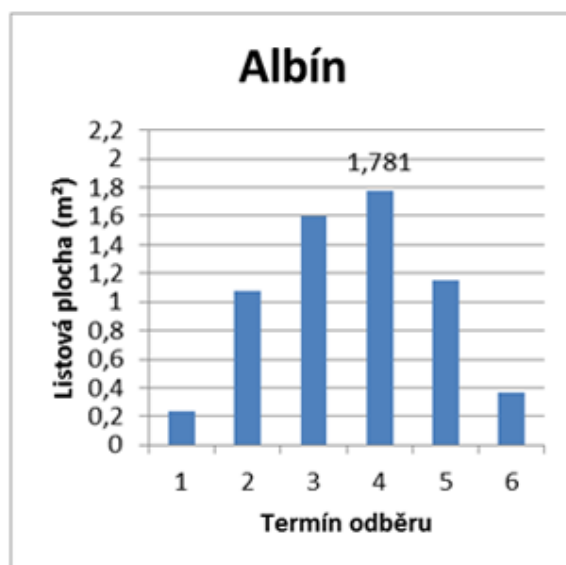
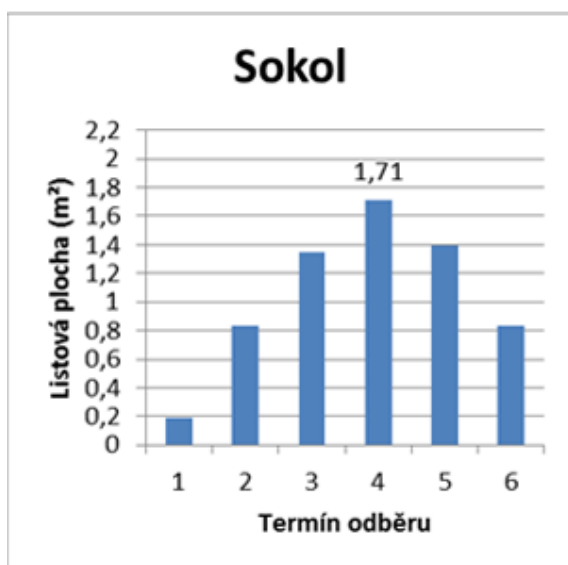
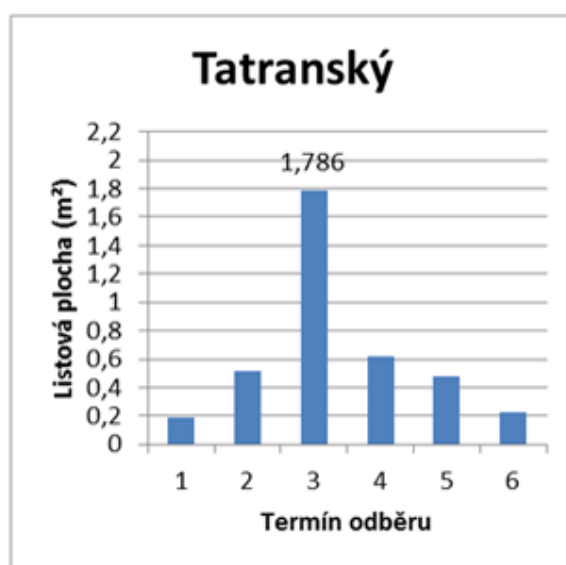
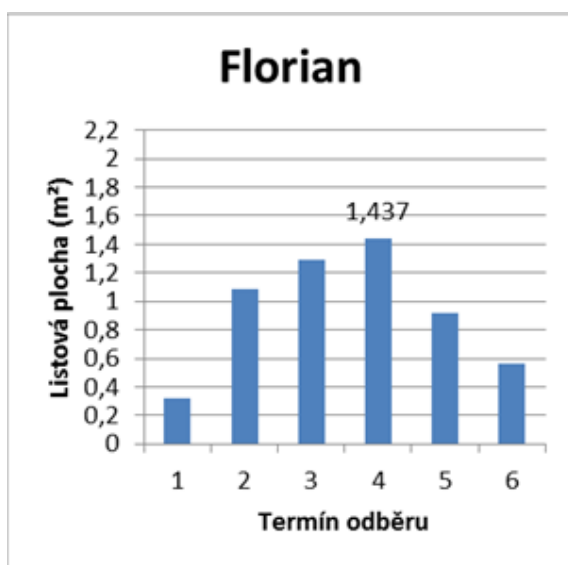
Tabulka 10: Listová plocha rostlin máku setého (m<sup>2</sup>).

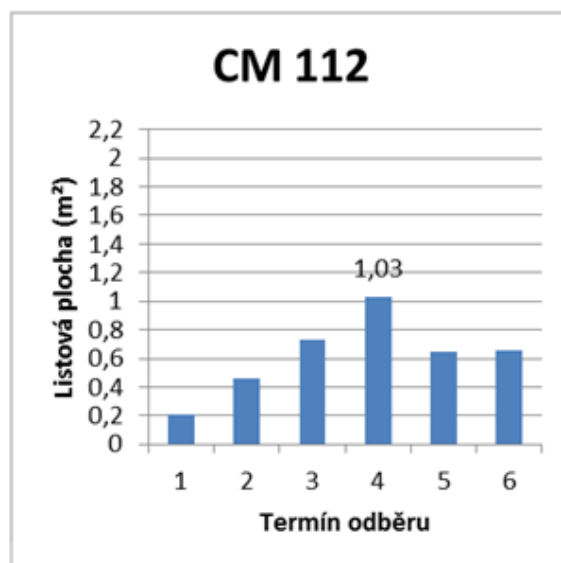
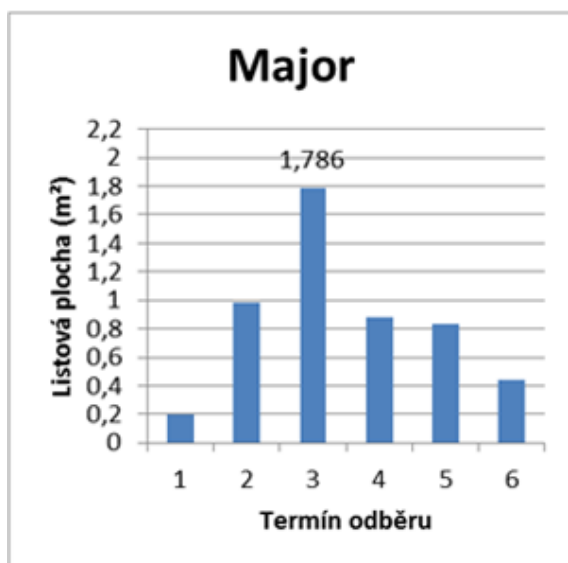
Gravimetrickou metodou byla zjištěna největší listová plocha za celé vegetační období u odrůdy **Postomi** (č. 3) – 6,912 m<sup>2</sup>, což v přepočtu na jednu rostlinu znamená – 1,152 m<sup>2</sup>. Druhou největší listovou plochu jsme naměřili u odrůdy **Sokol** (č. 7) – 6,312 m<sup>2</sup> (1,052 m<sup>2</sup>/ rostlina). Nejmenší listová plocha byla naměřena u odrůdy **Buddha** (č. 2) – 2,708 m<sup>2</sup>, kdy hodnota listové plochy na jednu rostlinu byla 0,451 m<sup>2</sup>. Průměrná hodnota listové plochy u 12 genotypů máku byla 4,814 m<sup>2</sup>.

Obrázek 4: Graficky znázorněný nárůst listové plochy máku v průběhu vegetace









### 14.3 Čistý výkon asimilace (NAR)

Rychlost produkce, nebo též produktivita, vyjadřuje přírůstek sušiny za jednotku času (den, týden) v produkčním období. Rychlost produkce jednotlivých rostlin se vyjadřuje pomocí **čistého výkonu asimilace NAR**.

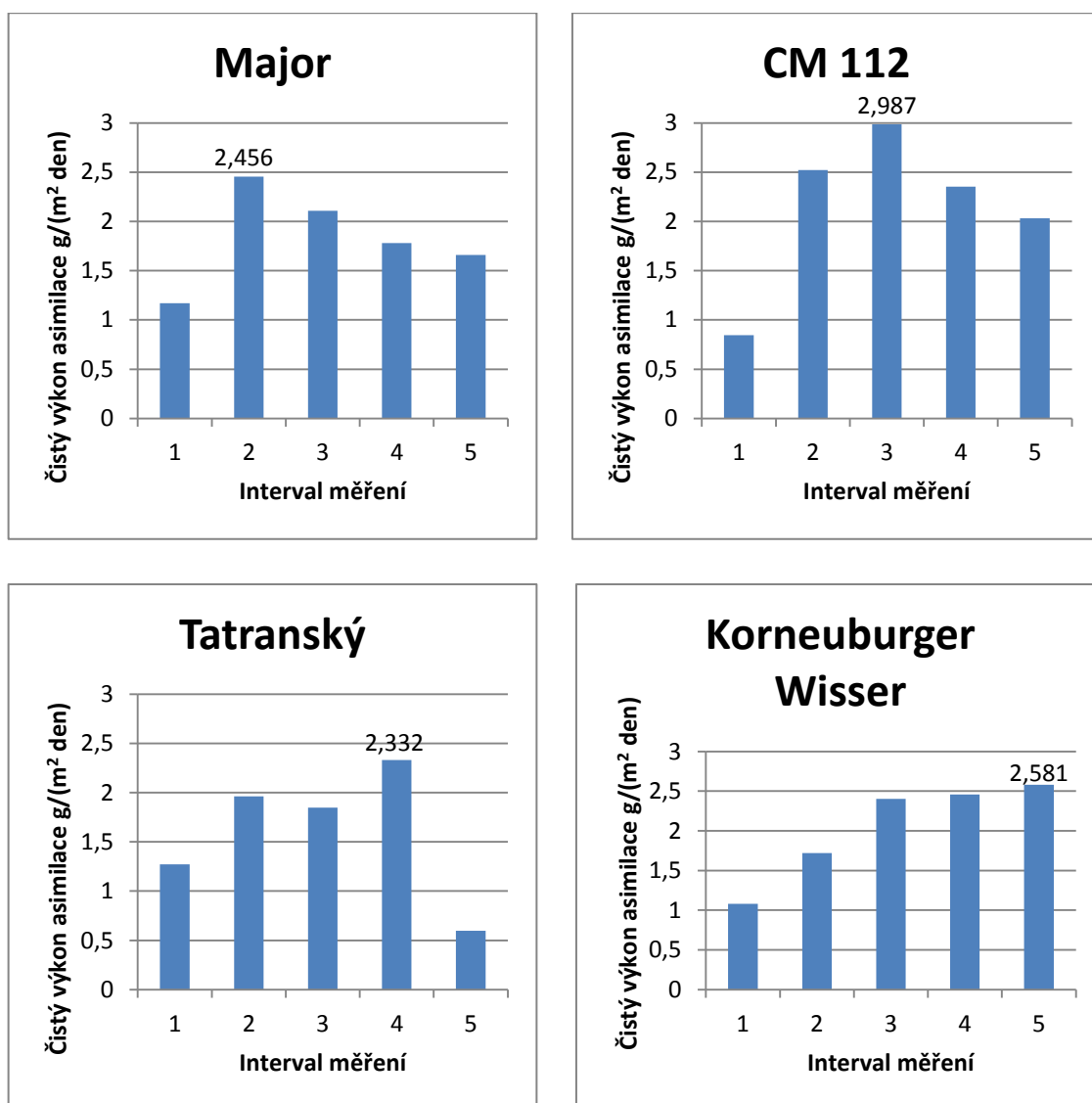
| Čistý výkon asimilace [g m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> ] |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Interval sklizní I Odrůda                                  | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9     | 10     | 11     | 12     |
| 23.5.2014 - 3.6.2014                                       | 0,976  | 1,088  | 1,188  | 0,929  | 0,938  | 1,272  | 1,131  | 0,849  | 1,080 | 0,725  | 1,169  | 0,845  |
| 3.6.2014 - 16.6.2014                                       | 0,641  | 0,819  | 0,443  | 0,811  | 0,402  | 0,689  | 0,662  | 0,544  | 0,639 | 1,128  | 1,286  | 1,677  |
| 16.6.2014 - 24.6.2014                                      | 0,132  | -0,269 | 0,185  | 0,044  | 0,672  | -0,114 | 1,019  | 0,491  | 0,685 | -0,967 | -0,348 | 0,465  |
| 24.6.2014 - 3.7.2014                                       | 0,396  | 0,349  | -0,182 | -0,747 | -0,150 | 0,485  | -0,478 | 0,175  | 0,054 | -0,309 | -0,327 | -0,634 |
| 3.7.2014 - 15.7.2014                                       | -0,208 | -0,578 | 0,501  | 0,227  | -0,140 | -1,735 | 0,058  | -0,517 | 0,123 | 0,500  | -0,122 | -0,322 |
| 15.7.2014 - 11.8.2014                                      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X     | X      | X      | X      |

Tabulka 11: Intervaly sklizní s výsledky čistého výkonu asimilace NAR za jednotlivý interval

Ze získaných hodnot (viz tabulka č. 11) je patrné, že v období od 3. 6. 2014 do 16. 6. 2014 dosahovala nejvyšších hodnot čistého výkonu asimilace odrůda – **Major** (č. 11) – 2,456 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]. V období od 16. 6. 2014 do 24. 6. 2014 nejvyšší hodnotu čistého výkonu asimilace vykazovala odrůda **CM 112** (č. 12) – 2,987 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]. V dalším intervalu odběru (tj. od 24. 6. 2014 do 3. 7. 2014) vykazovala nejvyšší hodnotu odrůda **Tatranský** (č. 6) – 2,332 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]. V předposledním termínu odběru dosahovala nejvyšších hodnot odrůda

**Korneuburger Wisser** (č. 9) – 2,581 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]. V termínu od 15. 7. 2014 do 11. 8. 2014 již nebylo možné provést výpočet čistého výkonu asimilace z důvodu neprobíhající fotosyntézy.

Obrázek 5: Graficky znázorněný čistý výkon asimilace NAR v jednotlivých intervalech měřeny pro jednotlivé odrůdy v průběhu vegetace



#### 14.4 Přírůstek sušiny, jakožto rychlost růstu porostu a tvorbu sušiny (CRG)

Pro měření přírůstku sušiny, jakožto růstu porostu a tvorbu sušiny, byla využita hmotnost sušiny listů a stonků všech 12 odrůd máku setého. Ze získaných dat je patrný přírůstek sušiny v [g d<sup>-1</sup>] na jednu rostlinu (viz tabulka č. 12). Přírůstek sušiny při prvním odběru nebyl počítán, jelikož zde chybí hodnoty **W<sub>1</sub>** a **t<sub>1</sub>** které jsou pro výpočet nezbytné. Záporné hodnoty v tabulce značí, že daná rostlina je na konci vegetačního období, tedy nepřirůstá, dochází k jejímu zaschnutí a opadu listu.

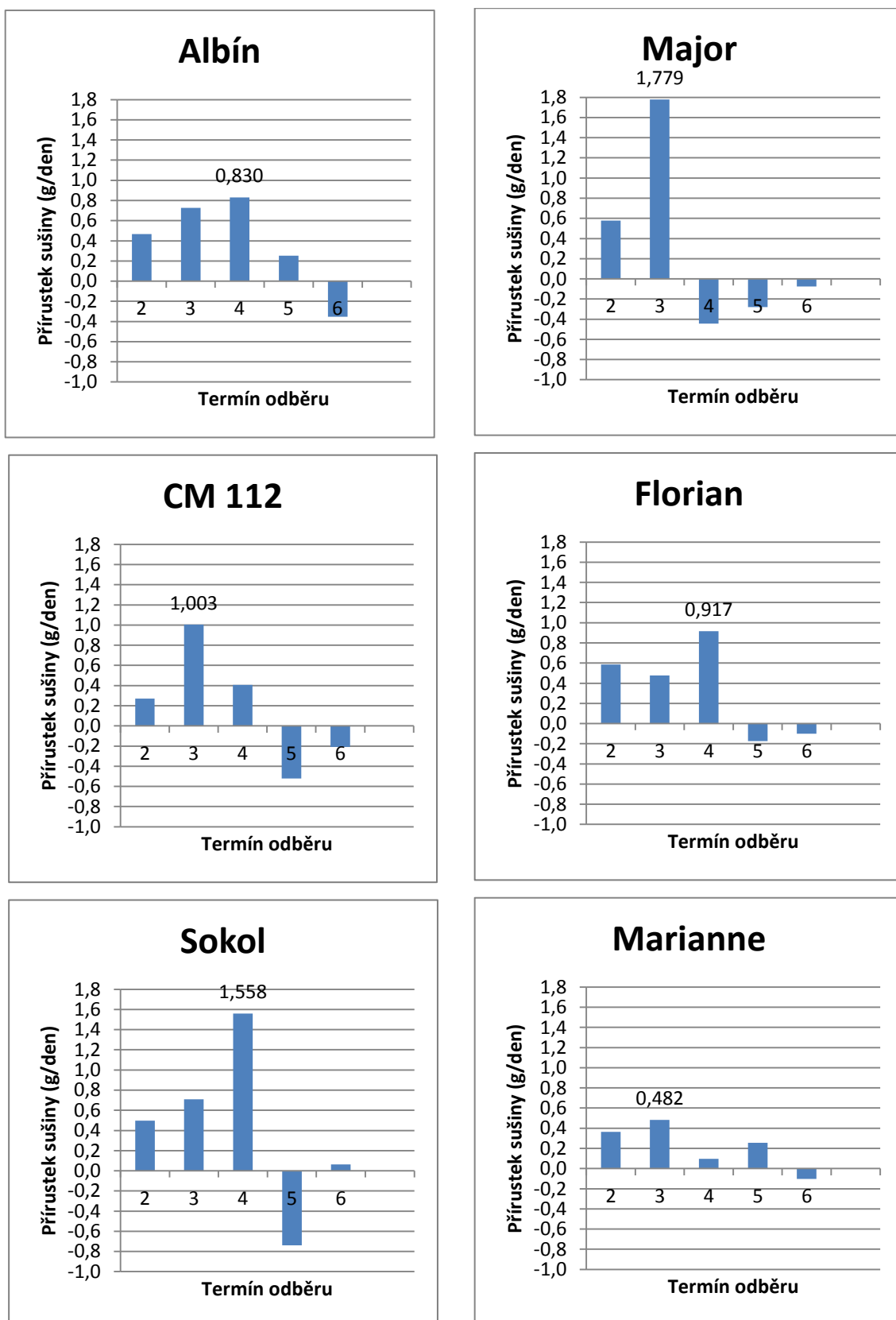
| Přírůstek sušiny, rychlost tvorby sušiny, rychlost růstu porostu [g d <sup>-1</sup> ] |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Odběr   Odrůda  | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9     | 10     | 11     | 12     |
| <b>1 (23.5)</b>   | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X     | X      | X      | X      |
| <b>2 (3.6)</b>  | 0,363  | 0,302  | 0,940  | 0,460  | 0,586  | 0,414  | 0,496  | 0,468  | 0,430 | 0,336  | 0,577  | 0,270  |
| <b>3 (16.6)</b>   | 0,482  | 0,516  | 0,666  | 0,736  | 0,477  | 0,703  | 0,710  | 0,727  | 0,750 | 1,365  | 1,779  | 1,003  |
| <b>4 (24.6)</b>   | 0,097  | -0,198 | 0,301  | 0,046  | 0,917  | -0,125 | 1,558  | 0,830  | 1,007 | -0,898 | -0,445 | 0,406  |
| <b>5 (3.7)</b>  | 0,255  | 0,189  | -0,280 | -0,602 | -0,174 | 0,265  | -0,739 | 0,252  | 0,065 | -0,185 | -0,279 | -0,521 |
| <b>6 (15.7)</b>   | -0,102 | -0,169 | 0,393  | 0,094  | -0,102 | -0,586 | 0,063  | -0,354 | 0,097 | 0,280  | -0,076 | -0,209 |
| <b>7 (11.8)</b>   | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X      | X     | X      | X      | X      |

Tabulka 12: Průměrný přírůstek sušiny na jednu rostlinu za den

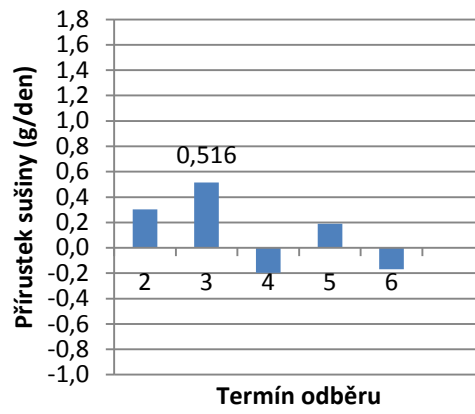
Z našich výsledků je patrný nárůst přírůstku sušiny během vegetačního období u všech sledovaných odrůd máku setého. K největšímu nárůstu přírůstku sušiny dochází v období největší asimilace rostlin (tj. 3. – 4. odběr). Od počátku tvorby osy začíná rychle přibývat organická hmota, a to až do fáze vývoje zelených tobolek. Později dochází postupnému odumírání listů a zmenšování asimilační plochy.

Největších přírůstků během 3. odběru dosahovaly odrůdy **Albín** (č. 8) – 0,830 [g d<sup>-1</sup>], **Major** (č. 11) – 1,779 [g d<sup>-1</sup>] a **CM 112** (č. 12) – 1,003 [g d<sup>-1</sup>]. Během 4. odběru dosáhly největších hodnot odrůdy **Florian** (č. 5) – 1,558 [g d<sup>-1</sup>] a **Sokol** (č. 7) – 0,917 [g d<sup>-1</sup>]. Naopak nejmenší přírůstek sušiny vykazovala odrůda **Marianne** (č. 1) – 0,482 [g d<sup>-1</sup>] a **Buddha** (č. 2) – 0,516 [g d<sup>-1</sup>].

Obrázek 6: Graficky znázorněný přírůstek sušiny v průběhu vegetace



## Buddha



## 15 Diskuze

Mák je v České republice prastarou a velice významnou českou plodinou (Vašák, 2010). Po roce 1970 se mák setý, zásluhou Schreiera (1973), stal plně mechanizovanou plodinou. To znamená, že mák pěstujeme v úzkých řádcích 12,5 – 25 cm, nejednotíme jej, odplevelujeme jej herbicidy a sklízíme žacími mlátičkami. Nyní na plochu 1 m<sup>2</sup> připadá 50 – 80 rostlin s 1 – 2 makovicemi na každé rostlině. Tato agrotechnická opatření vedla k zefektivnění a zintenzivnění technologie pěstování máku a Česká republika tak patří mezi významné světové producenty.

Maloparcelové pokusy byly založeny v roce 2014 ve Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Červeném Újezdě s mákem setým (*Papaver somniferum* L.). V tomto pokuse bylo testováno 12 genotypů máku setého ve čtyřech opakováních metodou náhodných čtverců. Cílem práce bylo vyhodnotit metodou růstové analýzy vybrané růstově – analytické charakteristiky u 12 vybraných genotypů máku v průběhu ontogeneze. Dále také stanovit výnos vybraných genotypů máku a charakterizovat ekonomické aspekty pěstování máku.

Bechyně (2001) uvádí, že množství a velikost semen závisí na velikosti tobolky, jejím tvaru a počtu lamel v tobolkách. Z hlediska výnosu semen je tedy žádoucí, aby velikost lamel byla co největší s minimálními neproduktivními sektory.

Nejvyšších výnosů dosáhly odrůdy Opál (2,21 t/ha) a Major (2,16 t/ha). Naměřené hodnoty výnosu semene jen potvrzují výsledky odrůdových pokusů z let 2013 (Vlk, 2014), 2012 (Vlk a kol., 2013) a 2011 (Vlk a kol., 2012) prováděných sdružením Český mák. Z našich výsledků je patrné, že dokonce výrazně převyšují výnosy těchto odrůd v roce 2013 – Opál 1,78 t/ha a Major 1,81 t/ha (Vlk, 2014). Nevyšší průměrnou hmotnost semen máku na jednu rostlinu dosáhla taktéž odrůda Major – 18,373 g. Honsová (2009) uvádí, že výnos semen lze ovlivnit správným hnojením. Jako optimální i z hlediska ekonomického se ukázalo hnojení dávkou 100 kg N/ha, což bylo z hlediska agrotechnických zásahů v tomto pokusu dodrženo.

Listová plocha rostliny má význam zejména v produkčních studiích ve vztahu k fotosyntéze, minerální výživě a ke tvorbě výnosu hospodářských rostlin. Z výsledků měření listové plochy vyplývá, že největší listovou plochu za celé vegetační období měla odrůda Postomi – 6,912 m<sup>2</sup>, což v přepočtu na jednu rostlinu znamená – 1,152 m<sup>2</sup>, avšak slovenská odrůda Opál, která dosáhla nejvyššího výnosu semene na hektar – 2,21 t/ha, měla listovou

plochu jen 3,768 m<sup>2</sup>. Nejvhodnějšími odrůdami pro pěstování v podmínkách ČR jsou dlouhodobě odrůdy Major, Maraton, Opál a Gerlach. Vašák (2010) uvádí, že v České republice jsou pěstovány zejména odrůdy ze Společného katalogu EU slovenského původu ze šlechtitelské stanice Malý Šariš poblíž Prešova. Jedná se především o Maraton a Major, ale i některé další odrůdy. V tomto pokusu odrůda Major potvrdila své kvality z hlediska výnosu semene máku, a také z hlediska tvorby sušiny. Larcher (1984) uvádí, je-li hustota listové plochy jednotlivých rostlin a hustota rostlin v porostu (spon) menší, je světlo snadno dostupné všem rostlinám a jejich čistý výkon asimilace se zvyšuje. Vlivem hustého porostu s překrývajícími se listy dochází ke stínění rostlin, které způsobuje snížení kladné bilance výměny CO<sub>2</sub> (délky vegetační doby) a snížení produkce rostlin na jednotku plochy.

Gregory (1926) definoval čistý výkon asimilace jako přírůstek sušiny za určitý časový interval, vztažený na asimilační plochu (listová plocha), jejíž fotosyntetická aktivita přírůstek sušiny způsobila. Jelikož asimilovaný uhlík, který není prodýchán, (tj. výtěžek hospodaření s CO<sub>2</sub>) zvyšuje hmotnost sušiny rostliny a může být použit pro růst nebo pro vytváření zásob. Akumulace uhlíku se tedy projevuje zvyšováním hmotnosti rostlin, kterou můžeme přímo měřit vážením sklizených a později usušených rostlin. Zvětšování biomasy rostlin, způsobené hromaděním produktů asimilace se nazývá produkce sušiny (Larcher, 1984).

Čistý výkon asimilace byl počítán pro jednotlivé odrůdy v průběhu vegetace. V období 3. 6. 2014 – 16. 6. 2014 nejvyššího čistého výkonu asimilace dosáhla odrůda Major – 2,455 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]. V období 16. 6. 2014 – 24. 6. 2014 nejvyšší hodnotu čistého výkonu asimilace vykazovala odrůda CM 112 – 2,987 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]. V dalším intervalu odběru (tj. 24. 6. 2014 - 3. 7. 2014) vykazovala nejvyšší hodnotu odrůda Tatranský – 2,332 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]. V předposledním termínu odběru dosahovala nejvyšších hodnot odrůda Korneuburger Wisser – 2,581 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]. Čistý výkon asimilace dosahoval nejvyšších hodnot v období 16. 6. 2014 – 3. 7. 2014. Bechyně (2001) uvádí, že období největší asimilace rostlin je hlavním obdobím jejich růstu. Od počátku osy začíná rychle přibývat organická hmota. Toto období trvá až do úplného vývoje zelených tobolek. Později dochází k postupnému odumírání listů a snižování asimilační plochy. K postupnému odumírání listů a snižování asimilační plochy docházelo od 24. 6. 2014 do 11. 8. 2014.



Pro měření přírůstku sušiny, jakožto růstu porostu a tvorbu sušiny, byla využita hmotnost sušiny listů a stonků všech 12 odrůd máku setého. Petr (1980) uvádí, že rychlost vývoje od setí do kvetení je funkcí jak teploty vegetačního vrcholu, tak i rychlostí fotosyntézy. Čím chladněji je, tím déle trvá daná fáze ontogeneze, a tím má rostlina k dispozici více dní v dané fázi ontogeneze pro fotosyntézu. V momentě kdy teplota klesne příliš nízkou, zbrzdí se tak samotná rychlost fotosyntézy listů. Přírůstek sušiny je ovlivněn velikostí listové plochy, čím větší listová plocha a rychlost asimilace CO<sub>2</sub> tím větší je produkce sušiny.

Ze získaných dat je patrný přírůstek sušiny v [g d<sup>-1</sup>] na jednu rostlinu. Přírůstek sušiny při první odběru nebyl počítán, jelikož zde chybí hodnota W<sub>1</sub> a t<sub>1</sub> která je pro výpočet nezbytná. Z našich získaných výsledků je patrný nárůst přírůstku sušiny během vegetačního období u všech sledovaných odrůd máku setého. K největšímu nárůstu přírůstku sušiny v období největší asimilace rostlin docházelo v období 3. – 4. odběru (tj. 16. 6. 2014 – 24. 6. 2014)

Největšího přírůstku během 3. odběru dosahovala odrůdy Albín – 0,830 [g d<sup>-1</sup>]. Během 4. odběru dosáhla největších hodnot odrůda Florian – 1,558 [g d<sup>-1</sup>].

Záporných hodnot jsme dosáhli vlivem končícího vegetačního období, kdy rostlina již nepřirůstala a došlo k zaschnutí a opadu listů.

## 16 Závěr

V roce 2014 byl založen polní maloparcelový pokus ve Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Červeném Újezdě s mákem setým (*Papaversomniferum L.*). V tomto pokusu bylo testováno 12 genotypů máku setého ve čtyřech opakováních metodou náhodných čtverců.

Cílem práce bylo vyhodnotit růstově – analytické charakteristiky. Konkrétně se jednalo o tyto charakteristiky: čistý výkon asimilace, přírůstek sušiny a listovou plochu. Dále jsme stanovili výnos semene máku. Závěr vychází z cíle bakalářské práce a je zpracován na podkladě výsledků v ní uvedených.

### Výnos

- průměrná hmotnost semen máku na jednu rostlinu – 9,098 g
- průměrný výnos semene máku stanovený z hodnot 12 zkoušených odrůd – 1,63 t/ha
- nejvyšší výnos semene na hektar: Opál – 2,21 t/ha
- nejnižší výnos semene na hektar: Korneuburger Wisser – 1,11 t/ha
- nejvyššího výnosu semen máku dosáhla odrůda: Major – 18,373 g
- nejnižší průměrná hmotnost semene máku: Marianne – 4,446 g

### Listová plocha

- průměrná hodnota listové plochy u 12 genotypů máku – 4,814 m<sup>2</sup>
- největší listová plocha za celé vegetační období: Postomi – 6,912 m<sup>2</sup>
- nejmenší listová plocha: Buddha – 2,708 m<sup>2</sup>

### Čistý výkon asimilace - období největší asimilace rostlin

- interval měření 3. 6. – 16. 6. 2014 : Major – 2,455 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]
- interval měření 16. 6. – 24. 6. 2014 : CM 112 – 2,987 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]
- interval měření 24. 6. – 3. 7. 2014 : Tatranský – 2,332 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]
- interval měření 3. 7. – 15. 7. 2014 : Korneuburger Wisser – 2,581 [g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>]

### **Přírůstek sušiny, jakožto rychlost růstu porostu a tvorbu sušiny**

K největšímu přírůstku sušiny dochází v období největší asimilace rostlin (tj. 3. – 4. odběr).

- největších přírůstků během 3. odběru: Major – 1,779 [g d<sup>-1</sup>]
- největších přírůstků během 4. odběru: Florian – 1,558 [g d<sup>-1</sup>]
- nejmenší přírůstek sušiny: Marianne – 0,482 [g d<sup>-1</sup>]

Z výsledků pokusu je patrné, že nejlepších výsledků dosahovala odrůda Major, která se ve všech aspektech umístila na vysokých příčkách. Naše výsledky potvrzují oprávněnost výběru odrůdy Major jakožto nejuniverzálnější odrůdy pro pěstební podmínky České republiky.

## 17 Seznam literatury

AMA. Český mák je v ohrožení [online]. 2012, 7. 8. 2012 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/190604-cesky-mak-je-v-ohrozeni/>

BARANYK, Petr. Olejiny. 1. vyd. Praha: ProfiPress, 2010. ISBN 978-80-86726-38-0.

BECHYNĚ, M., T. KADLEC, J. VAŠÁK. Mák. 1. Praha: Agrospoj, 2001. ISBN 80-239-4237-9.

BECHYNĚ, M. a J. NOVÁK. Biologie máku a systém jeho produkce. 1. Praha: Katedra rostlinné výroby VŠZ, 1987.

ČZU. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů.: Výzkumná stanice Červený Újezd [online]. In: 2016 [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.af.czu.cz/cs/?r=2093>

DITTBRENNER, A, H. P. MOCK, a U. LOHWASSER. Journal of applied Botany and Food Quality: Variability of alkaloid content in Papaver somniferum L. 82. 2009, s. 103-107.

FAY, P.W. The Opium War 1840-1842. Chapel Hill: University of North Carolina Press, 1998.

GAJDAŠ, V. D., C. J. GURIMOVIČ, T. K. POCOČNIK, C.O MOSKOVIČ, V.V ROŽKOVAN a G.B JUKSIMIČIK. Mak. Luck: Ukrajinska akademija agromnich nauk Ivani – Frankovskij institutu APV, 2002.

GÖTZOVÁ, Jitka a Ivana POUSTKOVÁ. Doporučení komise EU pro snižování množství opiových alkaloidů v máku: Bulletin, Národní Protidrogové Centrály. Policie České republiky. Praha: Tiskárna MV, p. o, 2014, (4). ISSN 1211-8834.

GREGORY, F.G. The Effect of Climatic Conditions on the Growth of Barley: Annals of Botany. 40. Oxford University press, 1926.

GRIFFITH, W. BERKELEY. Opium Poppy garden. California: Ronin publishing, 1993.

HEZKÝ, Petr. Mák zpátky na polích [online]. Úroda, 2015, 4.2.2015 [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://uroda.cz/mak-zpatky-na-polich/>

HONSOVÁ, Hana. Kvalita řepky, slunečnice a máku: Zemědělský týdeník. 1. Praha, 2009, (10).

KAČER, Pavel. Pěstitele máku ohrožují dovozy odpadního semene. Prosperita [online]. 2012, 8.8.2012 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.iprosperita.cz/lobby-info/2167-pestitele-maku-ohrozuj-i-dovozy-odpadniho-semene>

KLIMKOVÁ, Petra. Z polí mizí tisíce hektarů máku, zemědělcům už přestal vydělávat [online]. idnes.cz, 2011, 24.července [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: [http://zpravy.idnes.cz/z-poli-mizi-tisice-hektaru-maku-zemedelcum-uz-prestal-vydelaivat-p8r-/domaci.aspx?c=A110720\\_1621598\\_olomouc-zpravy\\_sot](http://zpravy.idnes.cz/z-poli-mizi-tisice-hektaru-maku-zemedelcum-uz-prestal-vydelaivat-p8r-/domaci.aspx?c=A110720_1621598_olomouc-zpravy_sot)

KOSEK, Zdeněk a Václav LOHR. Perspektivy pěstování máku v ČR, EU a ve světě. Úroda. Praha: Profi Press, 2014, **2014**(1), 29-30.

KUBÁNEK, Vladimír. Konopí a mák: (pěstování, výrobky, legislativa). V Tribunu EU vyd. 2. Brno: Tribun EU, 2009. Knihovnicka.cz. ISBN 978-80-7399-895-0.

LARCHER, Walter. Oekologie der Pflanzen. 1. Stuttgart, Germany: Eugen Ulmer, 1984.

MOTTL, Václav. Ekonomika pěstování olejnin ČR. Zemědělský týdeník. 2009, (25), 12,13.

MOTTL, Václav. Mák- Pěstování a ekonomika: 11. Makový občasník: Pěstování máku v roce 2012. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012. 1. ISBN 978-80-213-2248-6.

PAUL, L. a J. SCHIFF. Opium and Its Alkaloids. Pittsburgh: American Journal of Pharmaceutical Education, 2002, s. 186-194.

PETR, Jiří, Vladimír ČERNÝ a Ladislav HRUŠKA. Tvorba výnosu hlavních polních plodin. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1980. ISBN 07-069-80-04.

POKORNÝ, Lukáš. OPIUM - ODVRÁCENÁ TVÁŘ MÁKU [online]. <http://www.magazin-legalizace.cz/>, 2012, 3, července [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.magazin-legalizace.cz/cs/articles/detail/400-opium-odvracena-tvar-maku>

SCHREIER, J. Velkovýrobní pěstitelská technologie máku: Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe. 1. Praha: Ústav vědeckotechnických informací, 1973.

SVOBODOVÁ, Iva. MÁK SETÝ: Bulletin, Národní Protidrogové Centrály. Policie České republiky. Praha: Tiskárna MV, p. o, 2014, **2014**(4). ISSN 1211-8834.

ŠESTÁK, Zdeněk a Jiří ČATSKÝ. Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. 1. Praha: Academia, 1966.

TÉTÉNYI, Péter. Opium poppy (Papaver somniferum) botany and horticulture. Budapest: Horticultural Reviews, 1997, **19**, 373-408.

VAŠÁK, Jan, a kol. a . Mák. Vyd. 1. Praha: Powerprint, 2010. ISBN 978-80-904011-8-1.

VLK, R. Výsledky odrůdových a fungicidních pokusů: 13. Makový občasník: Pěstování máku v roce 2014. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Katedra rostlinné výroby, 2014. ISBN 978-80-213-2443-5.

VLK, R., Z. KOSEK a P. ŠIMÁNEK. Výsledky odrůdových a fungicidních pokusů v roce 2011: 11. Makový občasník: Pěstování máku v roce 2012. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Katedra rostlinné výroby, 2012. ISBN 978-80-213-2248-6.

VLK, R., Z. KOSEK a P. ŠIMÁNEK. Nové trendy v technologii pěstování máku – výsledky odrůdových, fungicidních a herbicidních pokusů v roce 2012: 12. Makový občasník: Pěstování máku v roce 2013. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Katedra rostlinné výroby, 2013. ISBN 978-80-213-2354-4.

VOŠKERUŠA, Jaroslav. Pěstování olejnin v ČSSR. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1965. ISBN 07013650439.

ZÁPADOČESKÝ INSTITUT PRO OCHRANU A DOKUMENTACI PAMÁTEK (ZIP). Areál u dálnice ukrýval nejstarší dosud objevené zrnko máku. Ostrov, 2007, 7. dubna. Dostupné také z: [http://tachovsky.denik.cz/zpravy\\_region/makove\\_zrnko20070412.html](http://tachovsky.denik.cz/zpravy_region/makove_zrnko20070412.html)

International Narcotic Control Board [online]. 2010 [cit. 2016-03-22]. Dostupné z: [http://www.incb.org/documents/Newsletter/INCB\\_Newsletter\\_Issue\\_6.pdf](http://www.incb.org/documents/Newsletter/INCB_Newsletter_Issue_6.pdf)

Zákon č. 554/2005 Sb: ze dne 9. prosince o ochraně práv k odrůdám rostlin ve znění pozdějších předpisů. In: Sbírka zákonů. 2005, částka 188.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Mák setý: Olejny [Situační a výhledová analýza]. Šumperk: Repro tisk s.r.o. , 2013. ISBN 978-80-7434-137-3.

Zákon č. 167/1998 Sb: ze dne 11. června o návykových látkách ve znění pozdějších předpisů. In: Sbírka zákonů. 1998, částka 57. ISSN 1211-1244.

Vyhláška č. 399/2013 Sb: ze dne 27. listopadu o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena. In: Sbírka zákonů. 2013, částka 156.

Zákon č. 219/2003 Sb: ze dne 25. června o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby). In: Sbírka zákonů. 2003, částka 79.