

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra botaniky a fyziologie rostlin**



**Genotypové rozdíly v tvorbě sušiny, listové plochy  
a výnosu u máku a jeho pěstování v ČR**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Drahoš Tomáš**

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

© 2015 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Genotypové rozdíly v tvorbě sušiny, listové plochy a výnosu u máku a jeho pěstování v ČR" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 16. 4. 2015

---

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval paní Ing. Heleně Hniličkové, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce. Hlavně bych chtěl poděkovat za její cenné rady, ochotu, čas a trpělivost, kterou mi věnovala při tvorbě této práce.

Dále bych také chtěl poděkovat panu doc. Ing. Františku Hniličkovi, Ph.D. za pomoc při laboratorním měření a celé katedře botaniky a fyziologie rostlin za možnost provádění práce v prostorách jejich laboratoře. Zároveň také děkuji panu Ing. Pavlu Cihlářovi, Ph.D. za založení porostu máku a provedení potřebných agrotechnických zásahů včetně sklizně.

# Genotypové rozdíly v tvorbě sušiny, listové plochy a výnosu u máku a jeho pěstování v ČR

## Souhrn

K nejvýznamnějším pěstitelům máku nejen v evropském, ale i světovém měřítku patří Česká republika. Z historického hlediska, je význam máku setého (*Papaver somniferum* L.) v České republice především jako olejina a pochutina s dlouholetou tradicí. Nejvyšší pěstební plocha máku byla evidována v roce 2008 – 2009, a to 69 793 ha. Od tohoto roku, především díky poklesu cen a přebyčcích produkce na skladech plocha klesla na současnou výměru 27 020 ha. Celosvětový význam máku (*Papaver somniferum* L.) spočívá především v produkci farmaceuticky významných surovin, jako je morfin, kodein, thebain a dalších alkaloidů.

V roce 2014 bylo v maloparcelových pokusech na Výzkumné stanici Červený Újezd zkoušeno 12 odrůd jarního máku ze Společného katalogu odrůd a druhů zemědělských rostlin (Common catalogue of varieties of agricultural plant species). Společný katalog odrůd v současné době obsahuje 56 jarních i ozimých odrůd máku setého. Základ kolekce tvořily odrůdy z České republiky – Sokol, CM 112 a Slovenské republiky – Major, Opál, Albín, Tatranský. Tyto odrůdy dosahují v našich klimatických podmínkách nejvyšších výnosů. Doplněny byly o odrůdy z Maďarska – Buddha, Postomi; Rakouska – Florian, Korneuburger Wissler; Holandska - Marianne a Polska – Lazur.

Cílem pokusu bylo stanovení genotypových rozdílů v tvorbě sušiny, listové plochy a výnosu máku. Nejvyššího průměrného výnosu makového semene dosáhla odrůda Opál – 2,21 t/ha, dále odrůda Major – 2,16 t/ha a Lazur – 1,72 t/ha. Celkový průměrný výnos všech odrůd byl 1,63 t/ha. Odrůdy Major a Opál každoročně dosahují nejvyšších výnosů. Výsledky pokusu potvrdily jejich univerzálnost pro podmínky ČR. Odrůdou s nejvyšším nárůstem listové plochy se stala odrůda Postomi – 1,106 m<sup>2</sup>/rostlina. Nejvyššího nárůstu sušiny během vegetačního období vykazovala odrůda Major, která dominovala svou hmotností sušiny u všech sledovaných rostlinných orgánů. Nárůst hmotnosti sušiny a listové plochy pozitivně ovlivňují výnos semene, což potvrzují výsledky našeho pokusu.

**Klíčová slova:** mák, genotypy, sušina, listová plocha, pěstování



# Genotype Differences in the Production of Dry Mass, Leaf Area and Production of Poppy Seed and its Growing in the Czech Republic

## Summary

Czech Republic is one of the most important growers of poppy not only in Europe but worldwide. From the historic point of view, opium poppy (*Papaver somniferum* L.) in the Czech Republic has been important especially as a source of oil and food with a long tradition. The highest area of poppy growing was in 2008 – 2009 as 69,793 ha. Since that year it has dropped to the present area 27,020 ha, especially due to lower price and excess production in stock. Worldwide importance of poppy (*Papaver somniferum* L.) is especially in the production of pharmaceutically important products such as morphine, codeine, thebain and other alkaloids.

In 2014 the Research Station in Červený Újezd used small pieces of land to test 12 varieties of spring poppy from the Common Catalogue of Varieties of Agricultural Plant Species. The Common Catalogue of Varieties contains 56 spring and autumn varieties of opium poppy now. The collection used of this experiment was based on the varieties from the Czech Republic – Sokol, CM 112 and Slovak Republic – Major, Opal, Albino, Tatras. In our climatic conditions these varieties reach the highest yield. They were complemented with varieties from Hungary – Buddha, Postomi; Austria – Florian, Korneuburger Wissler; Netherlands - Marianne and Poland – Lazur.

The objective of the experiment was to assess genotype differences in the production of dry mass, leaf area and poppy seed yield. The highest average production of poppy seed was achieved by the variety Opal – 2.21 t/ha, then the variety Major – 2.16 t/ha and Lazur – 1.72 t/ha. The total average production from all varieties was 1.63 t/ha. The varieties Major and Opal achieve the highest yield every year. The results of the experiment confirmed that they are universal for the conditions of the Czech Republic. The variety with the highest growth of leaf area was the variety Postomi – 1.106 m<sup>2</sup>/plant. The highest growth of dry mass during the vegetation period was observed in the variety Major, whose dry mass production dominated in all monitored parts of the plant. Growth of dry mass and leaf area has beneficial influence on the yield of poppy seed, as confirmed by the results of our experiment.

**Keywords:** poppy, genotypes, dry mass, leaf area, growing

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Cíle bakalářské práce .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Charakteristika rodu <i>Papaver L.</i>.....</b>	<b>11</b>
<b>4. Požadavky <i>Papaver somniferum L.</i> na pěstování .....</b>	<b>12</b>
4.1 Požadavky máku na prostředí .....	12
4.1.1 Požadavky na pěstitelskou oblast .....	12
4.1.2 Požadavky na půdu .....	13
4.1.3 Požadavky máku na přírodní faktory (světlo, teplo a vláhu).....	14
4.2 Agrotechnika pěstování.....	15
4.2.1 Osevní postup .....	16
4.2.2 Příprava půdy.....	18
4.2.3 Výživa a hnojení .....	19
4.2.4 Ochrana máku proti plevelům, škůdcům a chorobám .....	20
4.2.5 Sklizeň máku.....	24
<b>5. Pěstování máku v ČR.....</b>	<b>25</b>
5.1 Legislativní předpoklady.....	25
5.1.1 Zákon č. 167/1998 Sb. ....	25
5.1.2 Vyhláška č. 151/2005 Sb. ....	28
5.2 Rizika zneužití máku jako omamné a psychotropní rostliny .....	29
5.3 Povolené odrůdy.....	30
5.4 Vývoj pěstitelských ploch .....	32
5.5 Pěstování máku v zahraničí.....	33
<b>6. Metodika .....</b>	<b>36</b>
6.1 Rostlinný materiál .....	36
6.2 Charakteristika Výzkumné stanice Červený Újezd.....	36
6.3 Metodika polních pokusů.....	37
6.4 Metodika laboratorních rozborů rostlinného materiálu.....	38
<b>7. Výsledky .....</b>	<b>40</b>
7.1 Tvorba sušiny u kořene .....	40
7.2 Tvorba sušiny u nadzemní části .....	43
7.3 Tvorba sušiny u tobolky.....	46
7.4 Tvorba a výnos semene máku .....	49
7.5 Listová plocha .....	50
<b>8. Diskuze .....</b>	<b>54</b>

<b>9. Závěr.....</b>	<b>57</b>
<b>10. Seznam použité literatury .....</b>	<b>58</b>
<b>11. Přílohy.....</b>	<b>63</b>

# 1. Úvod

Mák setý (*Papaver somniferum* L.) pochází z východoasijského a předoasijského genového centra. Mák je prastarou, historií opředenou, lidem velmi prospěšnou kulturní plodinou. To dokládá název nejméně deseti českých obcí. Mák je všestranně využitelná plodina. Pro nezaměnitelnou chuť je užíván v potravinářství. U nás pěstovaný mák je plodinou bez ostře vyhraněných nároků na přírodní podmínky. Dá se úspěšně pěstovat ve všech oblastech ČR i SR až do asi 700 m n.m. Celkově je mák ale plodinou teplomilnou.

V zemědělské praxi se využívá výlučně jednoletý jarní, řidčeji i ozimý mák setý, jehož hlavním produktem je semeno a vedlejším produktem makovina (směs suchých rozdrcených tobolek). Tkáň, hlavně makovic, produkuje alkaloidy, které se po tisíciletí užívají pro tlášení nejkruťějších bolestí. Makovina je velice žádanou surovinou ve farmaceutickém průmyslu, kde se z makoviny izolují alkaloidy – morfin, kodein, thebain, papaverin a další.

Tradice pěstování máku sahá hluboko do historie, a proto se u něj vyskytuje značné množství odrůd. Společný katalog odrůd v současné době obsahuje 56 jarních i ozimých odrůd máku setého. V pěstebních podmínkách ČR se dají s úspěchem pěstovat jen některé. Odrůdová variabilita je kromě povětrnostních podmínek, agrotechniky a výběru vhodné plochy zapříčiněna také vícestranným využíváním druhu na různé užitkové zaměření v dlouhodobém šlechtitelském procesu. Mnoho morfologických, biochemických a výnosových znaků je vázáno na odrůdu. Z dlouhodobé zemědělské polní praxe se pro naše pěstební podmínky jeví jako univerzálním typem odrůdy Major, Maraton a Opál.

Pěstování máku je ekonomicky velmi uspokojivé. To dokazuje růst sklizňových ploch, které z cca 9 tis. ha v roce 1990 – 1991 dosáhly v roce 2008 – 2009 téměř 70 tis. ha. Nynější rozloha osetých ploch se pohybuje okolo 27 tis. ha.

Mák si v posledních letech neochvějně udržuje druhou pozici ve výměře olejnin, pěstovaných na orné půdě v ČR. Import máku ze západu EU a Tasmánie začal devastovat český mák, hlavně jeho ceny a odbyt. V těchto oblastech se mák pěstuje prakticky výlučně jako farmaceutická plodina na produkci makoviny. Konzumace semen v těchto oblastech není obvyklá a semeno je vlastně odpad. Tento mák je ale nabízen za zhruba polovinu ceny oproti máku českému.

Mezi největší pěstitele máku v Evropě patří Česká republika a Turecko. Česká republika je i v celosvětovém měřítku nejvýznamnějším producentem legálního máku s dlouholetou tradicí pěstování. 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 stanovením genotypových rozdílů v tvorbě sušiny, listové plochy a výnosu máku u 12 genových zdrojů (českých i zahraničních) máku setého. Sledovány byly vybrané morfologické (např. listová plocha rostliny) a hospodářské znaky (např. výnos semene) a následovalo jejich vyhodnocení. Tato výzkumná práce má za cíl stanovit závislost hodnocených ukazatelů (hmotnost sušiny, listová plocha) na tvorbu výnosu semene máku.

## 2. Cíle bakalářské práce

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

Cílem práce bylo:

- U zkoumaných genotypových zdrojů zhodnotit variabilitu nárůstu hmotnosti sušiny, listové plochy a výnosu semene.
- Zjištění závislosti listové plochy a obsahu sušiny na výnos maku.
- U vybraných 12 odrůd máku setého stanovit odrůdy s nejvyšším a nejnižším výnosem, obsahem sušiny a listové plochy.

Potvrdit či vyvrátit hypotézy:

- Existence variability některých morfologických a hospodářských znaků odrůd máku setého.
- Existence korelace obsahu sušiny a velikosti listové plochy na výnos máku setého.

### 3. Charakteristika rodu *Papaver* L.

Kulturní mák je prastarou, historií opředenu, lidem velmi prospěšnou plodinou. Pro nezaměnitelnou chuť semen je užíván v potravinářství. Tkáň, hlavně makovic, produkuje alkaloidy, které se po tisíciletí užívají pro tlášení nejkrtějších bolestí. Trvale tak hrozí jeho zneužití narkomany (Vašák, 2010). Z nezralých makovic se získává opium, které je výchozí surovinou pro výrobu legálních i nelegálních narkotik (Kubánek, 2008). Proto v Evropě, rozhodně u nás v ČR, pěstujeme pouze bezpečné, neopiové máky (Vašák, 2010). Planá forma máku setého se ve volné přírodě nevyskytuje a jeho původ není dostatečně objasněn. S největší pravděpodobností kulturní forma vznikla z planého druhu *Papaver setigerum* DC – mák štětinkatý (Kubánek, 2008).

Mák setý, správněji snodárný či spánkodárný (*Papaver somniferum* L.) pochází z východoasijského (Čína, Nepál) a předoasijského (Malá Asie, Zakavkazí, Írán, vysočiny Turkménie) genového centra (Schwanitz, 1969). Doložené nálezy máku pochází z mladší doby kamenné. Jsou datovány asi 2 tis. let př. n. l. (Vašák, 2010). Náš nejstarší nález máku pochází z Ostrova u Stříbra se stáří asi 2800 let, tedy z pozdní doby bronzové (Kohout, 2007). Údaje o jeho pěstování jsou již z neolitu. Byl pěstován v 6. tisíciletí př. n. l. a v Mezopotámii se již v 5. tisíciletí př. n. l. vyrábělo opium (Kubánek, 2008). Staří Egypťané v XVII. dynastii (asi 1550-1300 př. n. l.) měli nádoby ve tvaru makovic. V Turecku je mák tradiční rostlinou již od 3000 let př. Kr. (Vašák, 2010).

Významnou roli sehrálo opium v antickém Řecku. Opium se ve starém Řecku používalo jako lék, při věštění, kouřových obřadech v chrámech, ale také jako opojný prostředek (Kubánek, 2008). V 9. století př. n. l. se Homér v *Illyas* a *Odyssea* zmiňuje o Helenině trójské směsi. Ta zřejmě pro obsah opia tlumila bolesti i sváry (Vašák, 2010). V řecké mytologii patřil mák setý Thanatovi – bohu smrti, Hypnovi – bohu spánku a Morfeovi – bohu snění (Rystonová, 2007). Slovo opium pochází z řeckého opion – maková šťáva nebo opos – rostlinná šťáva, někdy se nazývalo i mekonium podle řeckého města Mekone (dnešní Sikion), kde se pěstoval mák. Po mnoho století bylo opium pojídáno a popíjeno. Jedni jeho účinek vychvalovali, např. Hippokrates z Kósu, nejslavnější lékař antického Řecka, jiní upozorňovali na jeho nebezpečné vlastnosti (Kubánek, 2008).

Mák setý je významná plodina pro výrobu oleje, ve farmaceutickém a potravinářském průmyslu. Z naší produkce se mák zpracovává v olejářském průmyslu jen z menší části (12% - 18%), většina se spotřebovává v domácnostech nebo cukrářském výrobě, zbytek se exportuje. Olej se pro potravinářské účely lisuje za studena, pro technické účely se lisuje za

tepla a v tomto případě se užívá např. při výrobě fermeží, jádrového mýdla nebo olejových barev pro výtvarníky. Potravinářský olej má příjemnou chuť, lehkou stravitelnost. Hojně se využívá v některých oblastech Francie a Holandska (Kubánek, 2008). Semeno máku má významnou roli pro lidskou výživu, zvláště pro vynikající dietetické vlastnosti. Dodnes neztratily svůj význam ani léčivé vlastnosti máku. Makovina je stále více žádanou surovinou po farmaceutický průmysl, sloužící k produkci morfinových (Bechyně a kol., 2001) a thebainových alkaloidů, ze kterých se izolují hlavní alkaloidy morfin, kodein, thebain, papaverin, narcein, noskapin a retikulin. Postupně bylo v opiu objeveno kolem šedesáti alkaloidů (Vašák, 2010). Mák se stal běžným kořením bílého pečiva a náplní průmyslově připravovaných sladkých moučníků (Vašák, 2010). Je zajímavé, že značná obliba máku je typická pro všechny slovanské národy. Od Slovanů převzali do kuchyně mák i jejich sousedé, a to Maďaři, Rakušané a Němci (Kubánek, 2008).

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 ale mák zakázán či jinak silně omezen. Pěstování máku je proto soustředěno na několik zemí, a to jak u máku olejného, tak i opiového (Vašák, 2010). V současnosti je mák pěstován v mírných a subtropických pásmech téměř celého světa (Kubánek, 2008). Centrum pěstování, ale i konzumu máku, je ve slovanských zemích a Turecku. Mák se po pšenici, ječmenu se sladkem a řepce stal čtvrtou nejvýznamnější komoditou rostlinné výroby ČR z hlediska objemu tržeb za exportní produkci. Předstihl cukrovku, brambory, chmel i kukuřici (Vašák, 2010).

Dle Vašáka (2010) je největší spotřeba máku na osobu pravděpodobně v Polsku. Odhadujeme ji asi na 400 g na obyvatele ročně. V Česku i na Slovensku a Rakousku to bude kolem 300 g, v Německu a bývalém SSSR přibližně 100 g.

## **4. Požadavky *Papaver somniferum* L. na pěstování**

### **4.1 Požadavky máku na prostředí**

#### **4.1.1 Požadavky na pěstitelskou oblast**

U nás pěstovaný mák jarní je plodinou bez ostře vyhraněných nároků na přírodní podmínky (Bechyně a kol., 2001). Dá se úspěšně pěstovat ve všech oblastech ČR i SR až do asi 700 m n.m. Nemá dlouhou vegetační dobu: 125 – 140 dnů a velmi dobře snáší jarní mrazíky do -8 °C (i více), v dlouhivém růstu do -3 °C. Ještě více, asi do -12 až -14 °C je k mrazům odolný ozimý mák (Vašák, 2010). Celkově je ale plodinou teplomilnou. Nesnáší



vlhké počasí při dozrávání, protože je napadán černěmi a semena žluknou. To je vážný problém pro ozimý mák, který dozrává koncem června a počátkem července, v období „medardovských“ dešťů (Vašák a Kosek, 2001). Nejlepší podmínky jsou podle Vašáka a Koska (2001) v mírně kopcovitých až rovinatých polohách s nadmořskou výškou 300 – 600 (700) m v řepařsko-ječném až bramborářsko-pšeničném a ječném výrobním typu. Nevhodné jsou lehké půdy nížin: řepařsko-žitný podtyp, či naopak studené a mokré podmínky bramborářsko-ovesného subtypu a v horském výrobním typu nebo v aridních (suchých) podmínkách kukuřičné oblasti. Sucho je obecnou a zásadní překážkou produkce máku (Vašák, 2010).

Dle Vašáka (2010) při výběru ploch pro pěstování máku máme volit plochy chráněné proti silným větrům. V polohách, které jsou vystaveny častým větrům, se rostliny vyvrací. Nevhodné jsou i polohy uzavřené a nadměrně vlhké. Problematická je i blízkost lidských sídel, sadů nebo remízků, kde se shromažďuje hodně ptáků, kterým semeno máku velmi chutná. Pokud jsou ale plochy větší než cca 1 – 5 ha, budou škody od ptáků nepodstatné.

#### **4.1.2 Požadavky na půdu**

Půdní požadavky jsou u máku velmi vyhraněné, chce strukturní půdy s dobrým vodním režimem. V porostech se zřetelně projevuje reakce rostlin na půdní nevyrovnanost stejně jako na půdní změny (Vašák, 2010). Schreier a Zájeda (1994) stanovují ve své metodice „Technologie výroby máku“ vhodné půdy pro zakládání porostu. Nejvhodnější jsou živinami zásobené strukturní půdy středně těžké, hlinité až písčitohlinité. Vhodné jsou i hlinitopísčité půdy, zejména ve srážkově příznivějších oblastech, ale i jílovitohlinité půdy v nižších oblastech. Nevhodné jsou půdy slévací, půdy s vysokou hladinou spodní vody nebo příliš mělké, chudé na živiny (Schreiera a Zájeda, 1994) a půdy vysušené (Vašák, 2010). Těžké, jílovité půdy rostlinám máku rovněž nevyhovují. V deštivých letech jsou příliš vlhké. Vytváří se na nich půdní škraloup, který nejvíce škodí mladým rostlinám při vzházení. Také písčité půdy nejsou vhodné. Snadno vysychají, rostliny bývají slabší, mají drobné makovice s nízkou hmotností semen. Naopak v příliš humózních a nadměrně živinami zásobených půdách jsou rostliny mohutné a obvykle příliš rozvětvené. Tobolky jsou velké, mají silné stěny, ale obsahují málo semen a výnosově neuspokojí. Porosty poléhají a vyvrací se (Vašák, 2010).

Významným ukazatelem vhodnosti půdy pro mák je její reakce a to jak z hlediska využití živin, tak i příjmu toxických látek tzv. těžkých kovů, především kadmia. V lokalitách se zvýšeným příjmem kadmia je žádoucí vyšší pH (Schreier a Zájeda, 1994). Půdní reakce by se měla blížit neutrálním hodnotám (Vašák, 2010) optimum pH 6,2 – 6,8 (Schreier a Zájeda,

1994). Půda by měla být dobře zásobena jak základními živinami (zvláště draslíkem a fosforem), tak stopovými prvky (borem, molybdenem a zinkem). Půdy pro pěstování máku nesmějí být zaplevelené a znehodnocené herbicidy a rezidui (Vašák, 2010).

#### **4.1.3 Požadavky máku na přírodní faktory (světlo, teplo a vláhu)**

Naše střeoevropské odrůdy máku patří mezi dlouhodobní rostliny. Jsou náročné na světlo. Nedostatek světla v porostu se projevuje celkovým oslabením rostlin. Při tom se prodlužuje jejich výška, snižuje konkurenční schopnost vůči plevelům i výnos semene a alkaloidů v makovicích (Vašák, 2010).

Nároky na teplo se během vegetace mění. Zpočátku, do nástupu rychlého růstu rostlin snáší jarní mák nízké teploty (Bechyně, 1993). Při vzcházení na jaře přetrvávají rostlinky i při  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Vašák, 2010), a proto je možno mák vysévat i na podzim nebo v zimě (Bechyně, 1993), podle Vašáka (2010) se ale nedoporučuje pěstovat ozimé výsevy v kotlinách a na bohatších půdách v údolí a nižších rovinách. Má se vyset na chudší půdy v náhorních místech, odkud mráz odteče do údolí.

Avšak s nástupem rychlého růstu stonku se odolnost vůči nízkým teplotám rapidně snižuje. V dalších fázích růstu je už mák na teplo náročný (Bechyně, 1993). Celkově je mák plodinou teplomilnou. Nesnáší vlhké počasí při dozrávání, protože je napadán černěmi a semena žluknou (Vašák, 2010).

Z hlediska nároků na vodu potřebuje mák jako jiné olejniny pro vyklíčení málo vody, jen asi 90 % z hmotnosti suchého semene. Protože se mák vysévá velmi mělce, musí být i horní část půdy vlhká – to znamená, že musí mít barevně odlišnou, vlaze hnědou barvu. Mák je na vodu obecně velmi náročný, zvláště v období dlouhivého růstu a kvetení (Vašák, 2010).

Podle Vašáka (2010) naše běžné srážky kolem 600 mm za rok, to je asi 250 mm za vegetaci jarního máku od poloviny března do poloviny srpna a při asi 4 tunách produkce suché hmoty máku z 1 hektaru včetně kořenů a nadzemní biomasy upozorňují, že mák k vysokým výnosům potřebuje nejméně o 20 % více srážek, tedy kolek 320 mm za vegetaci. Potřeba je soustředěna hlavně na období od poloviny dubna do kvetení, tedy do konce června. Celková spotřeba vody se během vegetace odhaduje na 250 – 350 litrů na  $1\text{ m}^2$  při jarním výsevu, při podzimním výsevu se spotřeba zvětšuje až o 50 (Bechyně, 1993), podle Vašáka (2010) až o 80 litrů.

Nedostatek vody je tedy významným, negativním limitem produkce máku. Řešení může být setí ozimého máku, případně i jarního máku na podzim. Zde ovšem vzniká riziko

vyzimování. Základem ochrany proti suchu je včasné setí do chladné půdy, která garantuje alespoň zbytek zimní vláhy. Další možností ochrany proti suchu je zlepšení kvality osiva.

## 4.2 Agrotechnika pěstování

V posledních 45 letech prošla technologie pěstování máku významnými změnami od zahradnického způsobu pěstování až k velkovýrobní mechanizované agrotechnice s herbicidy. Zatímco se způsoby pěstování změnily velmi podstatně, v biologii máku setého i našich odrůd podstatné změny nenastaly (Bechyně a kol., 2001). Koncepce pěstování máku vychází ze záměru využití teoretických a praktických poznatků modelových porostů. Jejím cílem je dosažení maximálních výnosů v závislosti především na půdní úrodnosti (Schreier a Zájeda, 1994). Čím důsledněji byly v agrotechnice uplatňovány biologické požadavky a zvláštnosti rostlin, tím kvalitnější byly porosty, výnos i kvalita semene a makoviny. Naopak, tam kde se biologie máku podcenila, často při nových mechanizovaných kultivačních pracích nebo při sklizni, docházelo k poškození rostlin nebo semene a to se přirozeně muselo odrazit ve výnosech a kvalitě sklizených produktů (Bechyně a kol., 2001). Podle Bechyněho (1993) patří při produkci máku mezi základní a rozhodující předpoklady, které mohou výnos zvýšit a učinit pěstování máku vysoce rentabilním jak v malovýrobních, tak velkovýrobních podmínkách nebo naopak výnos silně zredukovat, tyto úkony:

1. Dosáhnout optimálního počtu vysoce produktivních rostlin na plošné jednotce.
2. Udržet pozemek nezaplevelený a zbavit se úporných plevelů, zejména těch, jejichž semena se nesehnou ze sklizeného semene máku odstraňují.
3. Vyvarovat se zbytečných ztrát při sklizni, včetně poškození semen.
4. Vyvarovat se během pěstování i sklizně a posklizňové úpravy možnostmi, které by mohly způsobit hygienické závady na sklizeném produktu (např. obsah nežádoucích látek, předčasné žluknutí aj.).

Vašák a Kosek (2001) uvádějí, že z hlediska výnosů nelze konstatovat žádnou oblastní závislost. Výnosy máku nespočívají v produktivitě území, ale na:

1. staré půdní síle a strukturní půdě,
2. zajištění včasného setí a optimální hustoty asi 50 – 70 rostlin/m<sup>2</sup>,
3. zvládnutí zaplevelení při minimalizaci fyto toxického vlivu herbicidů,
4. malého výskytu krytonosce kořenového (*Stenocarus ruficornis*) a helmintosporií,

## 5. dobré sklizňové technologie.

V praktické technologii pěstování máku se klade zvláštní důraz na optimální strukturu porostu a jeho architekturu, u které mohou rozhodujícím způsobem ovlivnit výnos jak semen, tak makoviny (Bechyně a Novák, 1987).

### 4.2.1 Osevní postup

Nejlevnější způsob jak bezplatně zlepšit výkonnost plodin je správně sestavit osevní postup (tab. 1 a 2). Správně znamená sestavit jej nejen biologicky, ale i ekonomicky. Mák je přitom velmi citlivý na rezidua herbicidů, zaplevelující ozimou řepku, vymrzající meziplodiny, blín, vlčí mák nebo i na jinobarevný mák (Vašák, 2010).

Předplodina musí máku zajistit pozemek bez plevelů a dobrou zásobu pohotových živin. Nepřípustné je zasít mák po předplodině, která byla ošetřena herbicidy, jejichž rezidua by citlivý mák poškodila (zejména sulfonylmočoviny, trifluralinu, triazinů aj.). Nejlepší předplodinou pro mák jsou okopaniny, k nimž se hnojí chlévským hnojem, nebo luskoviny a jeteloviny. V řepařské oblasti však bývají půdy po těchto plodinách nadměrně zásobeny dusíkem, může tedy nastat nebezpečí poléhání máku. Proto je vhodné zařadit mák po obilnině a zajistit mu dostatečnou výživu. V tomto případě však musíme očekávat větší zaplevelení porostů (Bechyně, 1993).

V osevním postupu má mák po sobě následovat za 5 (4) let. Konkurenční plodinou máku je cukrovka, která má podobné požadavky na půdy, klima a polohu jako mák (Bechyně a kol., 2001). V minulosti mák setý nahradil některé plochy, kde se dříve pěstovala cukrovka. Výrazný pokles cukrovky z 156 918 ha v roce 1980 na nyníjších 62 959 ha<sup>1</sup> (ČSÚ, 2015) měl za následek, že se mák setý stal náhradní plodinou za cukrovku (Bechyně a kol., 2001).

Při zařazování máku do osevního postupu se uplatňuje na jeho výnosu komplexní účinek střídání plodin. Nejčastěji se mák zařazuje po obilnině (pšenice ozimá, ječmen jarní), která následovala po organicky hnojené okopanině nebo olejnině, jetelovině případně luskovině. Vzhledem k tomu, že mák je v prvních fázích vývoje a růstu velmi citlivý na zaplevelení, využívají se obilní předplodiny k chemickému odplevelení půdy zejména od pcháče, pýru, šťovíku a dalších plevelů, které se v máku obtížně hubí. Mák zase působí fytosanitárně, tj. jako výborný přerušovač obilných sledů (Bechyně a kol., 2001).

---

<sup>1</sup> Stav ploch osevní zemědělských plodin k 31. 5. 2014 (dle údajů ČSÚ, 2015).

Mák je vynikající předplodina, která zanechává v půdě asi 5 – 6 tun sušiny lehce rozložitelné organické hmoty z kořenů, listů a stonků. Následnou plodinou je s výhodou zvýšení výnosů zrna o cca 5 % a zlepšení zdravotního stavu ozimé pšenice (Vašák, 2010). Vašák (2010) dále uvádí, že je možné zařazovat i ječmen jarní, ale výsledky výnosů jsou dost rozdílné podle pěstitelů.

**Tabulka 1 - Příklady osevních postupů se zařazením máku v řepařské oblasti (Vašák, 2010)**

ŘEPAŘSKÁ (KUKUŘIČNÁ) OBLAST		
S PÍCNINOU	S KUKUŘICÍ	S CUKROVKOU
1. Vojtěška	1. Kukuřice zrnová	1. Cukrovka
2. Vojtěška	2. Hořčice bílá	2. Kukuřice zrnová
3. Pšenice ozimá	3. Pšenice ozimá	3. Kukuřice zrnová
4. Ječmen jarní	4. <b>MÁK</b>	4. Hořčice bílá
5. <b>MÁK</b>	5. Pšenice ozimá	5. <b>MÁK</b>
6. Pšenice ozimá	6. Ječmen jarní	6. Pšenice ozimá
7. Ječmen jarní		7. Ječmen jarní

**Tabulka 2 - Příklady osevních postupů se zařazením máku v bramborářské oblasti (Vašák, 2010)**

BRAMBORÁŘSKÁ A HORSKÁ OBLAST	
STANDARDNÍ	PODNIKATELSKÝ*
1. Jetel	1. <b>MÁK</b>
2. Pšenice ozimá	2. Kmín
3. Ječmen jarní	3. Pšenice ozimá
4. <b>MÁK</b>	4. <b>MÁK</b>
5. Ječmen jarní	5. Pšenice ozimá
6. Žito hybridní ozimé	6. Oves
7. Kukuřice na siláž	
8. Pšenice ozimá	
9. Ječmen jarní	

\* znamená orientaci podniku zcela, či z podstatné části na příjmy z rostlinné výroby

#### 4.2.2 Příprava půdy

Půdní podmínky jsou rozhodujícím činitelem výnosové úrovně máku (Schreier a Zájeda, 2001). Mák má velké nároky na výběr stanoviště (kapitola 3.1) a předseťovou přípravu půdy, kterou začíná celý pěstitelský cyklus. U drobnosemenných plodin jako je mák, jde o jednu z nejdůležitějších pracovních operací. Na přípravě záleží, zda půda dokáže udržet vodu a vytvořit dobré seťové lůžko po semena máku (Vašák, 2010).

Způsoby přípravy půdy dle Vašáka (2010):

1. orební (tradiční či klasická) s hloubkou orby kolem 18 – 25 cm,
2. bezorební (minimalizační) s hloubkou přípravy do 10 – 12 cm,
3. bezorební (minimalizační) s hloubkou přípravy kypření kolem 20 cm,
4. přímé setí do nezpracované půdy (pro zakládání porostů nevhodně).

U všech technologií zahajujeme přípravu půdy mělkou podmítkou do hloubky 8 – 10 cm. Pro tento účel se používají kombinované kypřiče se šípovými radlicemi, disky a prutovými válci (Vašák, 2010). Podmítka má rozhodující odplevelovací význam. Včasnou podmítkou se rovněž zamezí dozrání semen některých plevelů (Bechyně a kol., 2001). Po plošném vzejití plevelů a výdrolu následuje hluboké kypření (20 cm) či orba (Vašák, 2010) s namontovaným drobicím zařízením na rámu pluhu, aby povrch ornice nebyl hrudkovitý, zejména na těžších slévavých půdách (Bechyně a kol., 2001).

Nejčastější předplodinou pro mák jsou obiloviny (kapitola 3.2.1), v případě, že sláma není odvážena z pole, je nutné mechanicky rozřezat slámu na co nejkratší části a rovnoměrně ji rozmetat po poli. Vhodné je podpořit rozklad slámy a vyrovnat poměr C : N aplikací dusíkatého hnojiva. Dle Vašáka (2010) volíme dávku dusíku podle množství slámy na pozemku, obvykle v rozmezí 30 – 50 kg/ha. Dusík lze aplikovat v pevné nebo tekuté formě.

Jarní předseťová příprava půdy se provádí ve správné půdní zralosti, kdy je povrch půdy oschlý a je první příležitost ke zpracování půdy (Bechyně a kol., 2001). Cílem je urovnání povrchu, vytvoření optimální drobtovité struktury. Přípravu provádíme jen v horní vrstvě ornice do hloubky max. 50 mm převlácením lehkými branami (Vašák, 2010). Hlubší přípravou seťového lůžka hrozí tzv. utopením semínka máku, což má za následek nestejněměrné vzcházení a mezerovité porosty (Bechyně a kol., 2001).

Podle Vašáka (2010) má být termín setí co nejdříve. Rozhodujícím faktorem je správně načasovaný výsev do vyzrálé půdy, co nejdříve na jaře. Výsev by měl ihned navazovat na přípravu seťového lůžka. Správně připravené seťové lůžko má umožnit secím botcům uložit

osivo na dno rýhy asi do hloubky 5 cm, aby bylo v kontaktu s kapilární vodou. Semeno máku má být zasypáno z boků rýhy asi 0,5 – 2 cm hručkami a jemnozemí (Bechyně a kol., 2001). Pro výsev máku se používá široká škála secích strojů s mechanickým i pneumatickým výsevním ústrojím (Vašák, 2010).

**Tabulka 3 - Základní technologické údaje pro výsev jarního máku pro velkovýrobu (Vašák, 2010)**

<b>TERMÍN SETÍ</b>	včas na jaře a jen do vyzrálé půdy
<b>VÝSEVEK (kg/ha)</b>	0,8 - 1,75
<b>POČET SEMEN (ks/m<sup>2</sup>)</b>	250 - 300
<b>POČET ROSTLIN (ks/m<sup>2</sup>)</b>	70 - 100
<b>POČET MAKOVIC (ks/m<sup>2</sup>)</b>	100 - 120 (ve sklizni 70 - 100)
<b>HLOUBKA SETÍ (cm)</b>	< 2 cm či 4 - 5 cm rýhy a zásyp 0,5 - 2 cm půdy
<b>MEZIŘÁDKOVÁ VZDÁLENOST (cm)</b>	7,5 - 15 - 25

#### 4.2.3 Výživa a hnojení

Základem velkovýrobní produkce máku je včas zasetý porost se 70 – 100 rostlinami na 1 m<sup>2</sup>, dobře ošetřený proti plevelům, škůdcům, chorobám a vadám, jako je polehnutí. Pomocí intenzivní výživy dosahujeme plnost makovic, zvyšujeme velikost semen, dusíkem i obsah morfinu. Specifikou je náročnost máku na bór a zinek – na listová hnojiva (Vašák, 2010).

Bechyně a kol. (2001) uvádí, že významným a často podceňovaným činitelem ve výživě máku je příznivá půdní reakce. Optimální hodnota pH je 6,2 – 6,8. Mák ale snáší také o něco kyselejší půdu. Úpravu půdní reakce provádíme vápněním již k předplodinám, rok až dva v předstihu (Vašák, 2010).

Vašák (2010) i Bechyně (1993) uvádějí, že je mák relativně náročný na živiny. V půdě by měla být dobrá zásoba přístupných živin. Půda má být strukturní, humózní, biologicky činná. Mák velmi citlivě reaguje na průběh počasí. To je podle Vašáka (2010) hlavní příčina rozdílných výnosů za přibližně stejných agrotechnických podmínek. Nejkritičtější pro utváření výnosu jarního máku jsou nízké srážky a vysoké teploty po odkvetu.

Na výnos 1 tuny semene z hektaru a odpovídající množství makoviny odčerpá podle Edelbauera a Stangela (1993) 70 kg dusíku, 90 kg draslíku, 26 kg fosforu, 79 kg vápníku, 15 kg hořčíku, 0,11 kg bóru, 0,2 kg zinku a 0,34 kg manganu. Při intenzivních technologiích bychom měli zajistit obsah pohotových živin odpovídající výnosu 2 tun semene máku na ha.

Nedostatek živin omezuje růst i vývin rostlin a zasahuje do metabolických procesů. Hrubé poruchy ve výživě mění habitus rostliny (Vašák, 2010). Nejčastěji limitovanou živinou pro tvorbu výnosu bývá fosfor. Fosfor limituje využití dalších živin a to se nakonec projevuje ve vyšší výnosu semen i makovic. Výživa dusíkem musí být ve velkovýrobním systému pěstování citlivě posuzována, protože nadměrné zásobení rostlin dusíkem zhoršuje některé znaky a vlastnosti rostlin, nežádoucí pro tvorbu výnosu a utváření rostlin, zejména při mechanizované sklizni. Je to nadměrné větvení, náchylnost k poléhání a nerovnoměrné a pozdní dozrávání rostlin (Bechyně a Novák, 1987).

Při základním hnojení nesmíme podcenit výběr stanoviště, předplodinu a musíme zohlednit agrochemické vlastnosti půdy. Poměr C : N můžeme upravit kejdou nebo močůvkou na posklizňové zbytky. Mák také dobře reaguje na chlévský hnůj. Přímé hnojení hnojem (40 t/ha) je pro mák možné a vhodné. Při zapravení posklizňových zbytků u obilovin upravujeme poměr C : N aplikací cca 8 kg N na tunu slámy. Z hnojiv používáme kejdu, močůvku, digestát, nebo hnojiva minerální: DAM 390, SAM 240 aj. Před setím hnojíme dusíkem. Průměrná dávka dusíku bývá zpravidla kolem 60 – 80 kg/ha. Půdní vlastnosti a vliv předplodiny zohledníme s předstihem před přípravou půdy k setí. V této fázi je nutné upravit zásobu P, K, Mg, Ca a S podle předpokládaného výnosu. Ostatní živiny (bór, zinek) aplikujeme ve formě listových hnojiv (Vašák, 2010).

Při stanovení dávky jednotlivých živin vycházíme z jejich potřeby na 1 tunu hlavního produktu dle Edelbauera a Stangela (1993).

#### **4.2.4 Ochrana máku proti plevelům, škůdcům a chorobám**

Při velkovýrobní technologii pěstování máku je **zapevelení** velmi kritickým bodem a účinná ochrana proti plevelům musí být nedílnou součástí pěstitelské technologie (Bechyně a kol., 2001). Vedle sucha o úrodě rozhoduje zapevelení a herbicidy. Úspěšná a šetrná regulace plevelů v máku je vedle založení porostů základem intenzivního pěstování máku. Nedostatky nebo chyby v jednom z těchto článků mají zásadní dopad na vyšší sklizně a především také na kvalitu produkce (Vašák, 2010). Podle Vašáka (2010) je toto dáno dvěma skutečnostmi:

- mák má velmi pomalý počáteční růst a z toho vyplývající nízkou konkurenční schopnost
- druhý zásadní dopad zapevelení porostů máku souvisí s velmi podobnými vlastnostmi semen máku a některých plevelných druhů. Semena ze sklizené produkce se obtížně čistí a snižuje se jakost i cena.



Specifický vývoj herbicidů do máku neprobíhá a probíhat asi nebude vzhledem k celosvětově nízké rozloze pěstování máku. Proto jsou využívány herbicidy vyvinuté do jiných plodin, které mohou ovlivňovat vznik projevů poškození porostu – fytotoxicitu (Vašák, 2010).

V porostech máku se podle místních podmínek vyskytují jednoleté dvouděložné plevely, víceleté a vytrvalé dvouděložné plevely, jednoleté jednoděložné plevely i pýr plazivý. Převládá výskyt plevelů jako laskavec, merlík bílý, lebeda rozkladitá, heřmánky, svízel přítula, zemědělský lékařský, pohanka opletka, rdesna, mák vlčí, pcháč rolní, hořčice rolní, výdrol řepky, pýr plazivý aj. (Bechně a kol., 2001).

I při uplatnění agrotechnických zásad nelze plevely v máku úspěšně regulovat jedním herbicidním zásahem, ale musí být prováděn systém zpravidla 2 – 3 ošetření. K tomu se přidávají speciální ošetření např. proti trávovitým plevelům, svízeli a rdesnům, výdrolu řepky apod. V systémech regulace plevelů v máku, dle Vašáka (2010), uplatňujeme dva základní systémy:

1. Systém regulace založený na preemergentním ošetření.

Pro preemergentní aplikaci jsou registrovány herbicidy Merlin, Lentipur, Toluron, Tolurex, Command 36 SC, Callisto 480 aj.

2. Systém s výhradně postemergentními aplikacemi.

Pro postemergentní aplikace jsou používány herbicidy Isoproturon 500, Lentipur 400 FW, Toluron Tolurex 50 SC, Callisto 480, Starane 250 EC, Trophy aj.

Původci **chorob** způsobují ztráty zpravidla v závislosti na příznivých podmínkách pro jejich vývoj, někdy také z důvodu snížené kvality pěstebních opatření a nedostatečné ochrany proti plevelům. Ochrana proti škodlivým činitelům není dosud na takové úrovni, aby byla schopna zajistit vysokou úroveň pěstební technologie (Vašák, 2010).

**Neparazitické poruchy:** Klíčení semen v makovicích, makovice pokryté okvětními plátky, zakřivení kořenů, zduření kořenového krčku, zduření plodolistů, bezsemenné makovice, zaschlý a zmrzlý mák, nevzešlý mák, netypické zbarvení aj.

**Ochrana:** dokonalé zpracování půdy a dodržení všech agrotechnických zásad, nepoužívat fytotoxické herbicidy, nepěstovat mák na nevhodných půdách a dodržovat zásady správné aplikace přípravků (Vašák, 2010).

## **Choroby máku setého (Vašák, 2010):**

### **Bakteriální skvrnitost máku (*Xanthomonas papavericola*)**

Původce: bakterie.

Ochrana: střídání plodin, odstraňování napadených listů na povrchu půdy.

### **Stonková bakterióza máku setého (*Erwinia carotovora*)**

Původce: bakterie.

Ochrana: správné střídání plodin, nejlépe s hloubkovou orbou na podzim.

### **Černání stonku máku (*Verticillium* spp.)**

Původce: houby rodu *Verticillium*, bakterie.

Ochrana: likvidace posklizňových zbytků, střídání pozemků.

### **Helmintosporiová nekróza máku (*Pleospora papaveracea*)**

Původce: houby.

Ochrana: dodržení tří až čtyřletých odstupů pěstování máku po sobě, likvidace posklizňových zbytků, použití mořidla na osivo – Cruiser OSR, postřik porostu před květem – Discus, Caramba, Bumper Super.

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

Původce: řasy.

Ochrana: dodržení delších odstupů v pěstování máku v osevním sledu 4 – 5 let, použití mořidla na osivo – Cruiser OSR, použití fungicidů – Dithane, Prosaro 250 EC, Polyversum.

### **Spála a padání rostlin máku**

Původce: houby rodu *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis*, aj.

Ochrana: nepěstovat mák ve slévavých půdách se sklonem k tvorbě škraloupu, použití mořidla na osivo – Cruiser OSR.

### **Šedá plísňovitou máku (*Botryotinia fuckeliana*)**

Původce: houby-

Ochrana: dokonalé zapravení posklizňových zbytků rostlin do půdy.

**Čerň máku** (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Ulocladium* spp., *Stemphylium* spp.)

Původce: houby-

Ochrana: regulace zrání – Basta 15 SL, aplikace lepidel – Spondam DC, aplikace fungicidů- Bumper super, Caramba, Prosaro 250 EC.

### **Virózy**

Původce: virus mírného žloutnutí řepy, virus žloutenky řepy a další.

Ochrana: likvidace mšic vhodnými insekticidy a likvidace zdrojů infekce (odplevelení).

**Škůdci máku setého** - dle metodiky Ministerstva zemědělství ČR (Rotrekl, 2008):

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

Původce: nosatcovitý brouk o velikosti 3 – 3,5 mm.

Ochrana: použití mořidla na osivo – Cruiser OSR, Chinook 200 FS nebo Elado FS 480, plošný postřik porostu – Nurelle D, Cyperkill 25.

### **Žlabatka stonková** (*Timaspis papaverin*)

Původce: blanokřídlý hmyz o velikosti 3 mm.

Ochrana: plošný postřik do hloubky porostu – Talstar 10 EC, Nurell D a Mospilan 20 SP.

### **Krytonosec makovicový** (*Neoglocianus maculaalba*)

Původce: nosatcovitý brouk o velikosti 3 cm.

Ochrana: plošný postřik porostu – Actellic 50 EC, Mospilan 20 SP a Biscaya 240 OD.

### **Bejlmorka maková** (*Dasineura papaverin*)

Původce: dvoukřídlý, 2 – 3 mm dlouhý komárek.

Ochrana: plošný postřik porostu – Actellic 50 EC, Mospilan 20 SP a Biscaya 240 OD.

další hmyzí škůdci dle Vašáka (2010):

### **Mšice maková** (*Aphis fabea*)

Původce: černá mšice.

Ochrana: plošný postřik porostu – Cyperkill 35 EC, Fury 10, Mospilan 20 SP a další.

### **Můra zelená (*Mamestra brassicae*)**

Původce: housenky můry zelené.

Ochrana: plošný postřik porostu – Fury 10 EW.

#### **4.2.5 Sklizeň máku**

Předpokladem plynulé a bezztrátové sklizně je nepolehlý, suchý, vyrovnaný a bezplevelný porost. Sklizeň máku zahájíme v době, kdy došlo k oddělení semen máku od lamel uvnitř makovice, při zatřesení mák uvnitř šustí. Všechny tobolky jsou suché a hnědé. Semeno máku v tobolkách má světle modrou barvu, kterou dále na vzduchu nemění (Bechyně a kol., 2001). Sklízíme ihned po dosažení sklizňové zralosti, protože vlivem srážek dochází k vymývání alkaloidů z makoviny. Sklízet je možno až po vysušení ranní rosy, když je stonek křehký. Obvyklý termín sklizně jarního máku je od poloviny července do začátku září s hlavním termínem od poloviny do konce srpna. Ozimý mák sklízíme o měsíc dříve v průběhu července (Vašák, 2010). Sklízíme při vlhkosti semen máku do 10 % a makoviny do 17 %. Ve večerních hodinách, když tobolky ztratí křehkost, je nutno sklizeň zastavit (Bechyně a kol., 2001).

Pro sklizeň máku jsou vhodné všechny mlátičky bez ohledu na rozdíly v konstrukci. Výrobci jednotlivých typů sklízecích mlátiček zpravidla se sklizní máku nepočítají (Vašák, 2010). Bechyně a kol. (2001) rozdělil sklizeň máku na 4 způsoby:

1. Ruční sklizeň celých tobolek
2. Mechanizovaná sklizeň celých tobolek
3. Sklizeň směsi rozdrčených tobolek a semen máku
4. Přímá sklizeň máku

Sklizeň máku společně s makovinou snižuje sklizňové ztráty, protože nedochází k úletu drobných a lehkých semen máku na poli. Při konečném čištění na stacionární čističce dochází ke kvalitnějšímu čištění s menšími ztrátami. Směs máku a makoviny lze sušit bez speciálních horkovzdušných sušáren. Sklízet můžeme i při vyšší vlhkosti máku. Vysušenou směs máku a makoviny lze dlouhodobě skladovat a separaci makoviny provádět až v zimním období (Bechyně a kol., 2001). Sklizeň makoviny musí respektovat požadavky šetrné sklizně máku pro potravinářské účely a současně kvalitní sklizně makoviny pro účely farmaceutické. Požadavky na technologii sklizně makoviny (Vašák, 2010):

- maximální délka stonku pod tobolkou v rozmezí 5 – 15 cm,

- hrubá drť makoviny s nízkým podílem prachu, listů a drobných úlomků,
- minimální poškození semene,
- nízké sklizňové ztráty semene i makoviny.

## 5. Pěstování máku v ČR

Tradice pěstování máku na našem území zasahuje hluboko do doby bronzové. Mák setý je v současnosti po řepce olejné v ČR druhou nejvýznamnější tržní olejinou. S rozvojem jeho pěstování bylo nutno také zvýšit bezpečnost jeho produkce, neboť jde o možný zdroj suroviny pro přípravu nebo výrobu zneužitelné drogy, jejíž pěstování podléhá mezinárodním konvencím a regulacím (Vašák, 2010).

### 5.1 Legislativní předpoklady

Pěstování máku setého na území České republiky podléhá Jednotné úmluvě o omamných látkách, uzavřené na půdě OSN v roce 1961 a následným dohodám, jejichž signatářem je i ČR. Podle **zákona 167/1998 Sb.** o návykových látkách byla od roku 1999 zavedena ohlašovací povinnost pro pěstitele máku setého v plochách nad 100 m<sup>2</sup>. 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 (Vašák, 2010).

#### 5.1.1 Zákon č. 167/1998 Sb.

V České republice lze mák setý legálně pěstovat za dodržení stanovených podmínek uvedených v zákoně č. 167/1998 Sb. o návykových látkách ve znění pozdějších předpisů.

## HLAVA I.

### ÚVODNÍ USTANOVENÍ

#### § 1 Předmět úpravy

(1) Tento zákon upravuje

- a) zacházení s návykovými látkami, jejich vývoz, dovoz a tranzitní operace s nimi,
- b) zacházení s přípravky obsahujícími návykovou látku, s přípravky obsahujícími návykovou látku a uvedenou látku kategorie 1 podle přímo použitelného předpisu Evropské unie upravujícího prekursory drog) a léčivými přípravky obsahujícími uvedenou látku kategorie 1, jejich vývoz, dovoz a tranzitní operace s nimi a
- c) pěstování máku, konopí a koky a vývoz, dovoz a zneškodňování makoviny.

## § 2 Pojmy

Pro účely tohoto zákona se rozumí

- a) návykovými látkami omamné látky a psychotropní látky uvedené v přílohách č. 1 až 7 nařízení vlády o seznamu návykových látek,
- b) přípravkem roztok nebo směs v jakémkoli fyzikálním stavu obsahující návykovou látku nebo návykovou látku a uvedenou látku kategorie 1 nebo léčivý přípravek podle zákona o léčivech obsahující uvedenou látku kategorie 1,
- c) makovinou všechny nadzemní části (kromě semen) máku setého (*Papaver somniferum* L.), jakož i jejich drť po sklizni, s výjimkou celých rostlin máku včetně tobolek určených pro okrasné účely,
- f) vývozem nebo dovozem návykových látek, přípravků je obsahujících a makoviny, jejich fyzické přemístění z jednoho státu do druhého (Sbírka zákonů ČR, 1998).

## HLAVA II.

### ZACHÁZENÍ S NÁVYKOVÝMI LÁTKAMI A PŘÍPRAVKY

#### § 15 Zákazy

Zakazuje se

- d) získávat opium z máku setého (*Papaver somniferum* L.)

## HLAVA V.

### KONOPIÍ, KOKA, MÁK SETÝ A MAKOVINA

#### § 24 Konopí, koka a mák setý

(1) Zakazuje se

- c) pěstovat odrůdy máku setého (*Papaver somniferum* L.), které mohou v sušině z tobolek obsahovat více než 0,8 % morfinu; zákaz se nevztahuje na pěstování odrůd máku setého (*Papaver somniferum* L.) pro výzkumné a pokusné účely, pro šlechtění nových odrůd rostlin a pro zachování genetické rozmanitosti rostlin vědeckými a výzkumnými pracovišti.

(2) Osoba pěstující mák setý (*Papaver somniferum* L.) nebo osoba, která makovinu zpracovává nebo skladuje, je dále povinna neprodleně oznámit místně příslušnému oddělení Policie České republiky veškeré podezřelé okolnosti, zejména vstup cizích osob do porostu, nařezání makovic, odcizení makovic nebo neobvyklé objednávky, jež naznačují, že makovina může být zneužita k nelegální výrobě návykových látek.

(3) Makovina vyprodukovaná na území České republiky musí být vyvezena nebo zneškodněna anebo zpracována tak, aby obsažené návykové látky nebylo možné použít nebo získat jakýmkoliv technologickými prostředky (Sbírka zákonů ČR, 1998).

### **§ 25 Vývoz a dovoz makoviny**

(1) K vývozu nebo dovozu makoviny se vyžaduje povolení k vývozu makoviny nebo povolení k dovozu makoviny. Žádost o vydání vývozního povolení nebo dovozního povolení se podává na formuláři vydaném Ministerstvem zdravotnictví.

(2) Povolení k vývozu makoviny a povolení k dovozu makoviny vydává Ministerstvo zdravotnictví, které je rovněž oprávněno vydané povolení odejmout, pokud je důvodné podezření, že došlo k porušení povinností vyplývajících z tohoto zákona či z rozhodnutí vydaného na jeho základě nebo že se jedná o nedovolený obchod podle mezinárodních smluv, kterými je Česká republika vázána. Povolení k vývozu makoviny lze vydat na dobu v něm určenou pro více vývozů. Povolení k dovozu makoviny lze vydat na dobu v něm určenou pro více dovozů. Jinak se při vydávání a odnětí povolení k vývozu makoviny a povolení k dovozu makoviny použijí ustanovení hlavy čtvrté (Sbírka zákonů ČR, 1998).

### **§29 Ohlašovací povinnost osob pěstující mák setý nebo konopí**

Osoby pěstující mák setý nebo konopí na celkové ploše větší než 100 m<sup>2</sup> jsou povinny předat hlášení místně příslušnému celnímu úřadu podle místa pěstování, písemně nebo v elektronické podobě podepsané uznávaným elektronickým podpisem podle zvláštního právního předpisu

**a)** do konce května

**1.** výměru pozemků osetých mákem setým nebo konopím pro sklizeň v příslušném kalendářním roce, včetně názvu použité odrůdy, čísla parcely, názvu a čísla katastrálního území, nebo identifikačního čísla půdního bloku, případně dílu půdního bloku evidence půdy,

**2.** odhad výměry pozemků, na nichž bude pěstován mák setý nebo konopí v příštím kalendářním roce,

**b)** v průběhu vegetace a sklizně nebo při zneškodňování sklizené makoviny údaje o výměře pozemků a způsobu zneškodnění máku setého, makoviny ponechané na pozemku nebo sklizené nebo konopí, včetně názvu použité registrované odrůdy, čísla parcely, názvu a čísla katastrálního území nebo identifikačního čísla půdního bloku, popřípadě dílu půdního bloku, evidence půdy, a to nejpozději do 5 dnů před provedením jejich zneškodnění; pokud osoba pěstující mák setý zpětně neodebere makovinu pocházející z vyčištěných semen,

přechází povinnost předat hlášení při zneškodňování makoviny na osobu, která provedla čištění makových semen,

c) do konce prosince příslušného kalendářního roku

1. výměru pozemků, které byly oseté mákem setým nebo konopím, výměru pozemků, ze kterých byl sklizen mák setý nebo konopí, včetně názvu použité registrované odrůdy, čísla parcely, názvu a čísla katastrálního území, nebo identifikačního čísla půdního bloku, případně dílu půdního bloku evidence půdy,
2. množství sklizené makoviny, konopí, semene máku setého a semene konopí,
3. hmotnost, sklizňový rok makoviny nebo konopí prodaného nebo jinak převedeného a identifikační údaje nového nabyvatele (Sbírka zákonů ČR, 1998).

### **5.1.2 Vyhláška č. 151/2005 Sb.**

Vyhláška č. 151/2005 Sb., kterou se stanoví vzory formulářů pro hlášení osob pěstujících mák setý nebo konopí a způsob vyplňování a nakládání s uvedenými formuláři.

#### **§ 1 Vzory formulářů**

(1) Vzor formuláře pro hlášení osob pěstujících mák setý o oseté výměře podle § 29 písm. a) zákona je stanoven v příloze č. 1 této vyhlášky.

(3) Vzor formuláře pro hlášení osob pěstujících mák setý o výměře a způsobu zneškodnění podle § 29 písm. b) zákona je stanoven v příloze č. 3 této vyhlášky.

(5) Vzor formuláře pro hlášení osob pěstujících mák setý o roční sklizni podle § 29 písm. c) zákona je stanoven v příloze č. 5 této vyhlášky.

**§ 2 Způsob vyplňování formulářů pro hlášení osob pěstujících mák setý nebo konopí a nakládání s nimi** (Sbírka zákonů ČR, 2005).

Seznam příloh vyhlášky č. 151/2005 Sb.

Příloha č. 1 – ohlašovací povinnost osoby pěstující mák setý k 31. 5. roku o oseté výměře podle § 29 písm. a) zákona č. 167/1998 Sb., o návykových látkách v platném znění.

Příloha č. 3 – ohlašovací povinnost osoby pěstující mák setý v průběhu roku o výměře a způsobu zneškodnění podle § 29 písm. a) zákona č. 167/1998 Sb., o návykových látkách v platném znění

Příloha č. 5 – ohlašovací povinnost osoby pěstující mák setý k 31. 12. roku o roční sklizni podle § 29 písm. a) zákona č. 167/1998 Sb., o návykových látkách v platném znění.



Příloha č. 7 – způsob vyplňování formulářů pro hlášení osob pěstujících mák setý nebo konopí a nakládání s nimi (Vašák, 2010).

Pěstitel je povinen naložit s formuláři dle vyhlášky č. 151/2005 Sb.:

41. Hlášení podle § 29 písm. a) nebo b) zákona se předává ve čtyřech písemných vyhotoveních a hlášení podle § 29 písm. c) zákona ve třech písemných vyhotoveních celnímu úřadu nebo se doručí poštou, obsahuje-li předepsané náležitosti a je-li podepsáno osobou pěstující mák setý nebo konopí.

42. Celní úřad, který přijme hlášení od osoby pěstující mák setý nebo konopí, zaeviduje hlášení ve své evidenci a všechna písemná vyhotovení hlášení potvrdí osobním razítkem a podpisem celníka včetně uvedení evidenčního čísla. Jedno písemné vyhotovení vrátí proti podpisu nebo zašle poštou nejpozději následující pracovní den doporučené do vlastních rukou zpět předávající osobě, je-li tato osoba osobou pěstující mák setý nebo konopí, anebo touto osobou zvolenému zástupci, jedno písemné vyhotovení si ponechá ve své evidenci a zbývající ve stanovených lhůtách odešle subjektům uvedeným v § 43 odst. 3 a 4 zákona (Sbírka zákonů ČR, 2005).

## **5.2 Rizika zneužití máku jako omamné a psychotropní rostliny**

Mák je jedna ze tří základních surovin pro výrobu psychoaktivních drog rostlinného původu, vedle koky a konopí, když nebereme v úvahu méně významné drogy jako peyotl, psylocybinové houby (lysohlávka) a podobně. V současné době se mák pro výrobu drog ilegálně pěstuje v několika desítkách zemí, z nichž však přibližně šest má větší význam. Jde především o Afghánistán, odkud pochází naprostá většina ilegálních opiátů na světovém trhu, dále Barma, Mexiko, Laos, Pákistán a Kolumbie (Lohr, 2014). Nezákonné pěstování máku bylo podle údajů UNODC<sup>2</sup> v posledních letech zaznamenáno i v dalších 14 zemích, především v jižní Asii, na Balkáně, ve východní Evropě a v Latinské Americe.

Mák s vyšším obsahem alkaloidů je ilegálně pěstován za účelem získání opia ve velkém tzv. Zlatém trojúhelníku (Barma, Laos, Thajsko), dále v zemích tzv. Zlatého půlměsíce (Afganistán, Pákistán, Írán) a v nově vzniklých státech bývalého SSSR (Kubánek, 2008). Dle vydané zprávy úřadu OSN pro drogy a kriminalitu (UNODC, 2013) v roce 2013 stoupla produkce opia v oblasti Zlatého trojúhelníku o 22%.

Opium se získává z máku setého nařezáváním nezralých tobolek ve stadiu opiové zralosti (8. až 10. den po opadání korunních lístků). Na povrch tobolek vytéká šťáva

---

<sup>2</sup> UNODC - Úřad OSN pro drogy a kriminalitu (anglicky: United Nations Office on Drugs and Crime).

s obsahem alkaloidů, po zaschnutí se mléčný latex seškrabává. Šťáva kapající z makovic se lidově nazývá Afrodity slzy (Rystonová, 2007). Z jedné makovice se získá asi 0,02 g surového opia. Surové opium se nejčastěji využívá k výrobě heroinu v ilegálních rafineriích a laboratořích. Velká část těchto rafinerií se nachází v Turecku, dále v Sýrii a Libanonu (Kubánek, 2008). Dle zprávy World Report Drug z roku 2014 vydané Úřadem pro drogy a kriminality (UNODC) jsou opiáty a opioidy na začátku seznamu drog, které způsobují největší počet nemocí a úmrtí na světě, které souvisí s užíváním drog.

### 5.3 Povolené odrůdy

Odrůda u všech plodin určuje kvalitu. U máku ale navíc odpovídá za odolnost k fyto toxicitě a k poléhání. Vašák (2010) dále uvádí, že trojice těchto znaků je pro mák mimořádně důležitá, a proto ze škály zhruba šedesáti odrůd registrovaných v EU se dají s úspěchem pěstovat jenom některé. V zemědělské polní praxi se využívá skoro výlučně jednoletý jarní, řídkěji i ozimý mák setý. Okrajově se pěstuje, spíše zkouší vytrvalý mák listnatý (*Papaver bracteatum* LINDL.). Mák setý se dá dělit do mnoha skupin. Zemědělsky nejvýznamnější je členění máku setého na mák opiový a mák semenný čili olejný (Fábry a kol., 1992).

Nejrozšířenějšími odrůdami máku setého v ČR jsou modrosemenné slovenské odrůdy **Major** a **Maraton** (cca 70 % výměry). Obě tyto odrůdy každoročně vykazují nejvyšší výnos máku na hektar oseté plochy (tab. 4), (Vlk, 2014; Vlk a kol., 2012). Nejsou ale zařazeny ve zkouškách ÚKZÚZ<sup>3</sup>. Ten každoročně ověřuje starší odrůdy **Gerlach** a **Opal**. Další slovenská odrůda **Malsar** se vzhledem k šedé barvě semen i přes vynikající senzorké vlastnosti příliš nerozšířila. Malé výměry mají i další modrosemenné slovenské odrůdy jako **Bergam** či **Matiz** (Vašák, 2010).

Pěstování, v ČR registrované, polské odrůdy **Lazur** s vyšším obsahem morfinu probíhá v omezeném rozsahu tam, kde prodávají i makovinu. V omezeném rozsahu (do 1 tis. ha) jsou pěstovány další „morfinové“ odrůdy **Buddha** a **Postommi** z Maďarska. V roce 2009 byla po dvouletém zkoušení na Slovensku, v letech 2007-2008 pod pracovním označením OP-P-09, registrována česká odrůda modrosemenného máku **Orfeus** (Vašák, 2010) od šlechtitelské firmy OSEVA PRO s.r.o., o. z. Výzkumný ústav olejnin Opava. Orfeus je odrůda určená na

---

<sup>3</sup> Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský.

potravinářské využití semena a zpracování makoviny na farmaceutické účely. Dle ÚKSÚP<sup>4</sup> odrůda Orfeus dosáhla dobré úrody v řepařské oblasti – 104,7%.

**Tabulka 4 - Výsledky odrůdových pokusů<sup>1</sup>** (Vlk, 2014; Vlk a kol., 2012)

ODRŮDA	VÝNOS MÁKU					
	2013		2012		2011	
	(t/ha)	(%)	(t/ha)	(%)	(t/ha)	(%)
<b>MAJOR</b>	<b>1,81</b>	<b>111,00</b>	1,43	103,80	1,68	108,30
<b>MARATON</b>	<b>1,80</b>	<b>110,40</b>	1,45	1,45	1,61	103,60
<b>OPÁL</b>	<b>1,78</b>	<b>109,20</b>	1,45	1,45	1,58	102,00
CM 8	1,78	109,20	-	-	-	-
CM 101	1,76	108,00	1,42	102,70	-	-
ORFEUS	1,65	101,20	1,37	99,60	1,62	104,50
MARIANNE	1,64	100,60	-	-	-	-
KONTROLNÍ VZOREK <sup>2</sup>	1,63	100,00	1,38	100,00	1,55	100,00
BERGAM	1,62	99,40	1,36	98,60	1,49	95,80
ORBIS	1,61	98,80	1,41	101,90	-	-
GERLACH	1,47	90,20	1,33	96,30	1,52	98,00

<sup>1</sup> Pokusy byly založeny na pokusném stanovišti sdružení Český mák v podniku ROLS Lešany.

<sup>2</sup> Kontrolním vzorkem je zvolen průměr Opal a Gerlach. Stejný model jaký používá ÚKZÚZ.

Hospodářsky významné registrované odrůdy máku setého v seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize<sup>5</sup>: Gerlach, Lazur, Opal, Orbis, Orel, Racek, Redy, Sokol, Zeno Plus (ÚKZÚZ, 2014).

Kromě odrůd registrovaných ÚKZÚZ, které se pěstují jen asi na čtvrtině výměry máku, jsou v České republice pěstovány zejména odrůdy ze Společného katalogu EU slovenského původu ze SŠ Malý Šariš: Major, Malsar, Maraton, Bergam, Matiz. Dále maďarský Buddha, český Orfeus, rakouské Zeno 2002 a Zeno Morphex a polské odrůdy Przemko, Miesko a Michalko (Vašák, 2012).

<sup>4</sup> Ústřední kontrolní a skúšobný ústav poľnohospodársky.

<sup>5</sup> Ke dni 15. června 2014.

## 5.4 Vývoj pěstitelských ploch

Mák je prastarou a trvale významnou českou plodinou. Pěstování máku setého má v České republice historicky dlouhodobou tradici. V sedmdesátých letech minulého století byly velké plochy máku soustředěny ve středních Čechách, zejména kolem Prahy, Čáslavi a Tábora. Existují údaje o tom, že plochy oseté mákem dosahovaly kolem 2 000 ha a průměrné výnosy kolem 0,7 t/ha. Náš mák byl vždy doma i v zahraničí ceněn především pro svoji vysokou jakost semene, čistotu, neporušené semene a vyrovnanou modrou barvu. Proto byl a je i dnes významným exportním artiklem (Bechyně, 1993).

Pěstování máku je dlouhodobě ekonomicky velmi uspokojivé. To dokazuje růst sklizňových ploch v minulosti, které z cca 9 tis. ha v roce 1990 – 91 dosáhly v roce 2008 – 09 skoro 70 tis. ha. Hektarové výnosy makového semene se od dvacetiletého průměru 0,69 t v jednotlivých letech značně liší a činí 0,46 – 1,13 t/ha (Vašák, 2010), v roce 2013 byl průměrný výnos 0,7 t/ha (Vašák, 2014). Stejně tak kolísaly jednotkové ceny makového semene. V roce 2000 byla průměrná cena 38,1 Kč/kg, v roce 2014 cena vzrostla na 58,6 Kč/kg (tab. 5) (ČSÚ, 2015).

Tabulka 5 - Produkce, ceny a výnos máku v ČR v letech 2000 - 2014 (ČSÚ, 2015)

UKAZATEL	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014
VÝNOS (t/ha)	0,46	0,57	0,90	0,55	0,71	0,46	0,85	0,70	0,70	0,86
CENA (Kč/kg)	38,1	24,6	28,3	31,1	67,0	21,7	24,7	31,7	52,0	58,6
PRODUKCE (tis.t)	13,6	16,9	24,8	31,6	49,4	23,7	26,7	12,8	13,9	13,9

V roce 2007 evidoval ČSÚ 56 915 ha osetých ploch, 2008 to bylo rekordních 69 793 ha, avšak v roce 2009 nastal patrný pokles na 53 623 ha. Od roku 2010 se dále prohlubuje krize a ubývá pěstitelských ploch i členů Sdružení českého máku (dále jen SČM), návazně rok 2011 jen 31 495 ha. Rok 2012 podle SČM a ČSÚ byl rokem s historickým minimem osázených ploch (tab. 6) a dle odhadů SČM až s polovičním úbytkem pěstitelů máku oproti roku 2010 (pokles členů SČM až o 8 500). Roky 2013 a 2014 přinesly stabilizaci a nepatrné zvýšení osetých ploch až na 27 020 ha (Vašák, 2014). ČR měla v letech 2004 – 2008 největší plochu

i produkci (tab. 7) potravinářského máku ve světě (ČSÚ, 2015). Dle údajů FAO<sup>6</sup> dominovalo trhu s mákem v ostatních letech Turecko (kromě roku 2012, kdy měla opět největší produkci máku ČR).

**Tabulka 6 - Vývoj ploch osevů máku v ČR (ČSÚ, 2015)**

UKAZATEL	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>PLOCHA (ha)</b>	31 473	56 915	69 793	53 623	51 103	31 495	18 363	20 250	27 020

Nejvýznamnější produkční oblastí pěstování máku je Morava, zvláště Haná (Prostějov, Olomouc, Přerov, Vyškov, Kroměříž), Slezsko, Znojmo, Jihlava, Třebíč a Svitavy. V Čechách to jsou okresy Hradec Králové, Benešov, Nymburk, Ústí nad Orlicí a Rychnov nad Kněžnou (Vašák a Kosek, 2001).

V roce 2012 sklizňová výměra i produkce máku klesla na úroveň roku 1992 – 1994. To v principu platí i pro rok 2013, neboť meziroční zvýšení ploch o 1 887 ha (10,2 %) ani výroby o 1 286 t (10 %) je u maloobjemové plodiny nevýznamné. Například meziročně 2011 – 2012 se sklizňová plocha máku snížila o 41,7 % (o 13 132 ha). K největšímu snížení výměry a produkce máku došlo na Moravě, hlavně v tradiční „makové obilnici“ ČR, tedy na Hané. V roce 2004 měl olomoucký kraj 18,9 % z výměry máku v ČR (27 611 ha). Naproti tomu Vysočina zabírala pouze 11,8 % a kraj středočeský 10,9 %. V roce 2013 sklízela olomouckým kraj jen 13,5 % z výměry ČR (činila v ČR 20 278 ha), Vysočina 18,7 % a střední Čechy dokonce 19,3 % (Vašák, 2014). Výměra a produkce máku v roce 2014 kopírovala trend předchozího roku, středočeský kraj i vysočina sklízela shodně po 17,1 % z celkové výměry máku. Na třetím místě s 12,9 % byl kraj olomoucký s 3 487 ha a výnosem 0,86 t/ha.

## 5.5 Pěstování máku v zahraničí

Mák je velmi specifická plodina a každý pěstitel i stát mají některé zvláštnosti. Obecně jde o řadu regulačních předpisů. Ale také o výsevy máku na podzim, jeho plošnou desikaci, uplatnění závlah, výkup směsi semen s makovinou, velmi různé, kvalitou i pěstitelsky se lišící odrůdy (Vašák, 2010).

Bilance výroby a užití máku je založena hlavně na vývozu. Rozhodujícími dovozci jsou Polsko a Rusko, nebo středoevropské státy ovlivněné slovanskou kuchyní (Rakousko,

<sup>6</sup> FAO - zkratka Organizace OSN pro výživu a zemědělství (anglicky: Food and Agriculture Organization).

Maďarsko, Německo), a Holandsko. Česká republika je v Evropě hlavním obchodníkem s makovým semenem a určuje evropské a tím i vnitřní ceny. Český vývoz máku do Evropy je vystaven konkurenčním importům z Turecka a Austrálie (Tasmánie). Ty přichází na trh dříve: australský mák v únoru, turecký v červnu (Vašák a Kosek, 2001). Import máku ze západu EU a Tasmánie začal devastovat český mák, hlavně jeho ceny a odbyt. V těchto oblastech se mák pěstuje prakticky výlučně jako farmaceutická plodina na produkci makoviny. Konzumace semen v těchto oblastech není obvyklá a semeno je vlastně odpad. Tento mák je ale nabízen za zhruba polovinu ceny oproti českému máku (Vašák, 2014). Ve vztahu k hlavnímu dovozci – Polsku – je naše výroba konkurence schopná (Vašák a Kosek, 2001).

V zemích jako je Slovenská republika, Polsko, Maďarsko, Rakousko, Ukrajina a Turecko se pěstuje mák pro potravinářské i farmaceutické účely. Každá ze zemí má vypracovaný specifický systém pěstování máku podléhající místním zákonům a evropským předpisům. Slovenská republika je svou pěstitelskou technologií nejbližší České republice (Vašák, 2010). Až do roku 1998 bylo na Slovensku možné pěstovat opiový mák bez zvláštního povolení. V letech 1989 – 1998 byla průměrná rozloha máku 3 404 ha. Poté co vstoupil v platnost zákon č. 139/1998 sb. o omamných látkách, psychotropních látkách a přípravcích, tato oblast rychle klesala. Za posledních 10 let se výrobní plocha pohybuje mezi 386 – 2 714 hektaru (Fejér a Šalomon, 2014a). Na Slovensku je pěstován a šlechtěn hlavně potravinářský typ máku (Malsar, Lazur, Albín a Sokol) pro dobrou kvalitu olejnatých semen s vysokým obsahem palmitové, linolové a olejové kyseliny (Havrlentová a kol., 2013).

**Tabulka 7 - Trh máku ve světě. Produkce semen máku (tisíce tun) (FAO, 2015)**

STÁT	2000	2002	2004	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ČR	13,6	16,9	24,8	31,6	49,4	32,7	23,7	26,9	12,8	13,9
TURECKO	11,6	19,0	17,8	30,1	10,8	34,2	36,9	45,0	3,8	19,2
SLOVENSKO	0,6	0,2	0,5	0,7	1,2	0,8	0,9	0,9	0,3	0,9
MAĎARSKO	1,6	1,6	6,7	3,3	3,4	3,5	7,4	8,2	4,7	5,0
NĚMECKO	2,0	2,7	2,7	2,8	2,7	3,3	3,0	3,0	3,2	3,2
ŠPANĚLSKO	2,1	0,1	0,1	0,1	6,5	7,0	7,1	7,0	7,0	7,0
FRANCIE	6,7	5,5	6,1	5,0	6,0	6,5	5,8	6,0	3,0	4,0
<b>EVROPA</b>	<b>29,3</b>	<b>31,8</b>	<b>45,7</b>	<b>49,2</b>	<b>76,9</b>	<b>63,2</b>	<b>59,0</b>	<b>60,4</b>	<b>38,0</b>	<b>42,6</b>
<b>ASIE</b>	<b>12,2</b>	<b>20,0</b>	<b>20,0</b>	<b>32,3</b>	<b>12,9</b>	<b>36,3</b>	<b>39,1</b>	<b>47,6</b>	<b>6,4</b>	<b>21,9</b>
<b>SVĚT</b>	<b>41,5</b>	<b>51,9</b>	<b>65,7</b>	<b>81,5</b>	<b>89,8</b>	<b>99,5</b>	<b>98,1</b>	<b>108,0</b>	<b>44,4</b>	<b>64,5</b>

Jak je patrné z tabulky č. 7, tak žádná evropská země (kromě Turecka) nemůže svojí produkcí máku konkurovat České republice (FAO, 2015).

Po celém světě se mák používá ve farmaceutickém průmyslu k výrobě opiátů. Ve většině případů slouží jako surovina maková sláma, resp. rozdrcené tobolky. Z Afganistánu pochází mezi 80 – 90 % opia, dodávaného na světový trh psychotropních látek. Celková rozloha makových polí v Afganistánu, v roce 2013, je odhadována na 209 tisíc hektarů, některé odhady hovoří i o vyšší úrovni – až 238 tisíc hektarů (Lohr, 2014). Pro srovnání, celková legální plocha máku v roce 2013 podle FAO činila 92,3 tisíc hektarů. Hlavním faktorem zvýšení produkce, oproti roku 2012 (tab. 8), byly ceny na mezinárodním trhu a i spekulace, z neisté situace po očekávaném stažení zahraničních ozbrojených sil a po volbách v roce 2014 (Lohr, 2014).

Dalším významným pěstitelem ilegálního máku je Barma. Většina produkce pochází z oblasti tzv. Zlatého trojúhelníku, rozprostírajícího se na pomezí Barmy, Thajska a Laosu na rozloze 350 tisíc kilometrů. Rozloha máku v Barmě v posledních desetiletích poklesly – ještě na přelomu tisíciletí se pohybovaly nad 100 tisíci hektary (Lohr, 2014).

**Tabulka 8 - Plochy máku a výroba surového opia - ilegální produkce v roce 2012 (Lohr, 2014).**

ZEMĚ	PLOCHA (v ha)	PRODUKCE OPIA (tun)
AFGANISTÁN	154 000	3 700
BARMA	51 000	690
MEXIKO	12 000	250
LAOS	6 800	41
PAKISTÁN	382	9
KOLUMBIE <sup>1</sup>	338	8

<sup>1</sup> Rok 2011.

## 6. Metodika

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

### 6.1 Rostlinný materiál

Rostlinným materiálem pro náš výzkum bylo 12 genových zdrojů (odrůd) máku setého (tab. 9).

Tabulka 9 - Seznam zkoušených odrůd

OZNAČENÍ	ODRŮDA	PŮVOD*
1	MARIANNE	NL
2	BUDDHA	HU
3	POSTOMI	HU
4	LAZUR	PL
5	FLORIAN	A
6	TATRANSKÝ	SK
7	SOKOL	CZ
8	ALBIN	SK
9	KORNEUBURGER WISSER	A
10	OPÁL	SK
11	MAJOR	SK
12	CM 112	CZ

\*Zkratky zemí dle ISO 3166-1

### 6.2 Charakteristika Výzkumné stanice Červený Újezd

Stanice byla otevřena v roce 1974 jako pracoviště katedry fyto technického směru Agronomické fakulty VŠZ. V současné době stanice slouží jako experimentální pracoviště



kateder výroby pícninářství a trávnickářství, agrochemie a výživy rostlin, agroekologie a biometeorologie. Na stanici jsou řešeny granty, výzkumné záměry, bakalářské, diplomové a doktorské práce. Jsou zde zakládány pokusy s následujícími plodinami: řepka olejka, ječmen jarní, kukuřice, pšenice ozimá, mák setý, cukrovka, čirok zrnový, hořčice bílá a sareptská a celá řada strniskových mezipločin (ČZU, 2015).

Červený Újezd spadá do mírně teplé, mírně suché oblasti, s převážně mírnou zimou. Stanice se nachází v nadmořské výšce 398 – 420 m n.m., 50°04' zeměpisné šířky a 14°10' zeměpisné délky, ležící v okrese Praha – západ. Klimatické faktory podmiňují vznik hnědozemí, hnědozemí illimerizovaných, vyluhování vrchních půdních horizontů a posun koloidních částic do spodiny. Zájmové území je geologicky tvořeno opukami křídového stáří, pokrytými sprašemi. Spraše a nevápnité sprašové pokryvy jsou převažujícím půdním druhem.

Chemické vlastnosti půdy: mírný obsah humusu, reakce neutrální, střední sorpční kapacita, koloidní komplex je nasycen. Obsah P, K je střední až dobrý (ČZU, 2015).

### **6.3 Metodika polních pokusů**

V tab. 10 je uveden přehled agrotechnických zásahů při zakládání porostu máku setého pro pokusné účely. Pokus byl založen na Výzkumné stanici v Červeném Újezdě ve čtyřech opakováních metodou náhodných čtverců. Dle rajonizace zemědělské výroby patří stanice v Červeném Újezdě do řepařské výrobní oblasti (podoblast č. 3, pšeničná). Velikost parcel je 15 m<sup>2</sup> brutto, 11, 250 m<sup>2</sup> netto. V osevním postupu byla předplodinou pšenice ozimá.

Aplikace hnojiv na pokusné parcely probíhala ručně se zapravením do půdy secím strojem. Dohnojení probíhalo rovněž ruční aplikací na porosty. Celková dávka N byla 105 kg. Sklizeň máku probíhala parcelní sklízecí mlátičkou Wintersteiger Classic. Následné posklizňové rozbory proběhly v průběhu měsíce října 2014 na Výzkumné stanici v Červeném Újezdě. Výstupem posklizňových rozborů byly hodnoty výnosů semen máku přepočteny na hektar. Vlastní laboratorní rozbory a měření probíhaly na Katedře botaniky a fyziologie rostlin na České zemědělské univerzitě v Praze.

**Tabulka 10 - Seznam agrotechnických zásahů - Červený Újezd 2013 - 2014.**

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	-	-

#### 6.4 Metodika laboratorních rozborů rostlinného materiálu

V tab. 11 je uveden počet odběrů a jejich termíny. Během každého kontrolního odběru bylo odebráno vždy **pět** reprezentativních rostlin od každé odrůdy máku. Pro odběr vzorků byla použita metoda destruktivní pro celého jedince. V laboratorních podmínkách katedry byly rostliny po odběru dále zpracovávány. U rostlin byla měřena jejich výška, zaznamenáván počet listů, květů a tobolek. Vážena byla biomasa kořenů, nadzemní hmoty (listy + stonek, květy, tobolky) a hmotnost semen. Následně byla stanovena jejich sušina. Naměřené údaje byly pečlivě zaznamenávány a následně vyhodnoceny. Součástí výsledných rozborů byla i obsáhlá fotodokumentace. Fotografické snímky zachycovaly nárůst rostlinné biomasy během vegetačního období, rozdílný morfologický tvar tobolek u jednotlivých odrůd a velikost a barvu semen. Obrazová fotodokumentace je součástí příloh této bakalářské práce.

Vlastní měření probíhalo v laboratorních podmínkách. Mezi odběrem a měřením musí být dodržen takový časový úsek, aby nedošlo k vysychání rostlinných pletiv a nedošlo k znehodnocení naměřených dat.

Rostlinný materiál byl zbaven nečistot (hlína, plevel aj.). U rostlin byla změřena jejich výška s přesností na milimetry. Měření probíhalo od kořenového krčku kořene po nejvyšší bod nadzemní části. Dále byly spočítány listy, květy, poupata a tobolky. Počet jednotlivých orgánů se lišil dle termínu odběru. Rostlina byla rozdělena na jednotlivé rostlinné orgány – kořen, nadzemní část (listy se stonkem), poupata, květy a tobolky. U jednotlivých orgánů byla stanovena jejich hmotnost s přesností na 0,001 g. Stejný postup se opakoval pro každou rostlinu (5x) od každé z 12 odrůd. Zvážené vzorky byly samostatně uchovány pro následné stanovení sušiny. Pro uchování vzorků, do procesu sušení, byly využity papírové sáčky (příloha 1), které byly označeny termínem odběru, popisem odrůdy a číslem rostliny. Takto připravené vzorky byly vloženy do sušárny, kde při teplotě 80°C probíhalo vysoušení rostlinných pletiv do konstantní hmotnosti. Poté následovalo vážení, stejné jako u čerstvé biomasy. U rozboru rostlinných vzorků z odběru č. 7 byla vážena i hmotnost semen máku. Tvrdé tobolky byly rozříznuty nožem a obsah tobolek byl bezztrátově převeden na digitální váhy, kde byla stanovena jejich hmotnost s přesností na 0,001 g.

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 (obr. 1). Měření se provádí na terčících vyseknutých z listových čepelí. Z částí čepelí vysekne korkovrtem terčíky tak, aby zahrnovaly slabší i silnější cévní svazky.

**Obrázek 1 - Výpočet listové plochy (LP) máku setého.**

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

**Tabulka 11 - Termíny odběrů rostlin máku setého.**

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

## 7. Výsledky

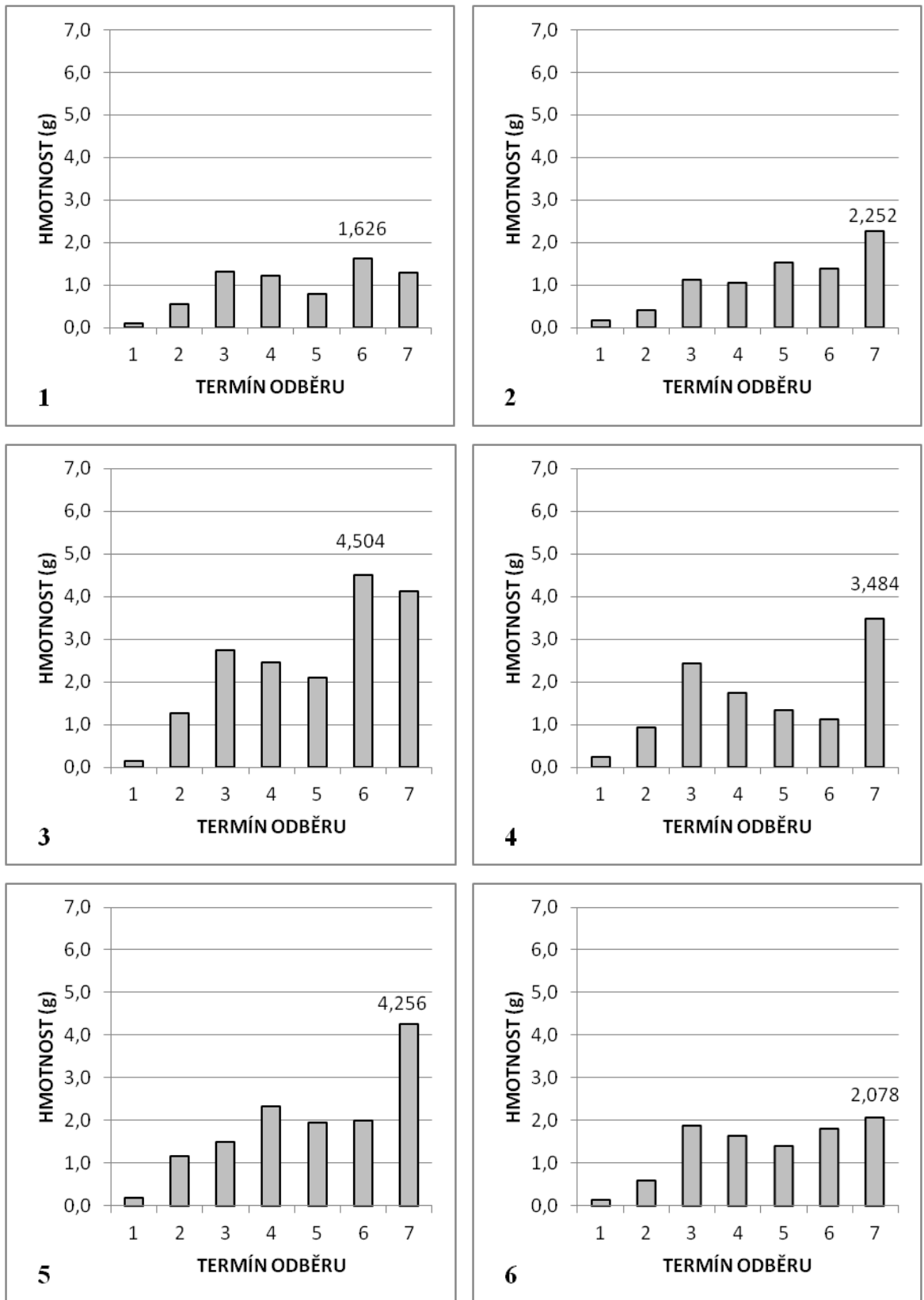
### 7.1 Tvorba sušiny u kořene

Rozdíly mezi jednotlivými druhy polních plodin a mezi odrůdami, jsou nejčastěji způsobeny rozdílnou rychlostí, jakou je nová produkovaná sušina přeměňována v asimilační pletivo. Z našich výsledků sušiny kořene 12 odrůd máku je patrné, že u všech odrůd došlo během vegetace k nárůstu sušiny. U odrůd Marianne (č. 1), Postomi (č. 3), Lazur (č. 4), Florian (č. 5), Tatranský (č. 6), Korneuburger Wisser (č. 9) a Major (č. 11) byla nejvyšší naměřená hodnota sušiny na konci vegetace (tab. 12). U ostatních odrůd bylo maximum během 3 – 4 odběru, tedy v období největší asimilace – kvetení a to, až do fáze vývoje zelených tobolek. Ve fázi pozvolného růstu, vzházení rostlin a tvorbě prvních pravých listů nedochází k výraznému zvyšování hmotnosti sušiny. Rakouská odrůda **Korneuburger Wisser** dosáhla nejvyšší hmotnosti sušiny při posledním odběru – 6,108 g (obr. 3, graf 11) a stala se společně s odrůdou **Major** odrůdou s největším nárůstem sušiny během vegetačního období (tab. 12). Následovaly odrůdy Postomi, Sokol a Albín. Nejnižší nárůst sušiny za vegetační období vykazovala holandská odrůda **Marianne** – 6,873 g (obr. 2, graf 1). Hodnoty znaků u sledovaných odrůd byly zpracovány do následující tabulky (tab. 12).

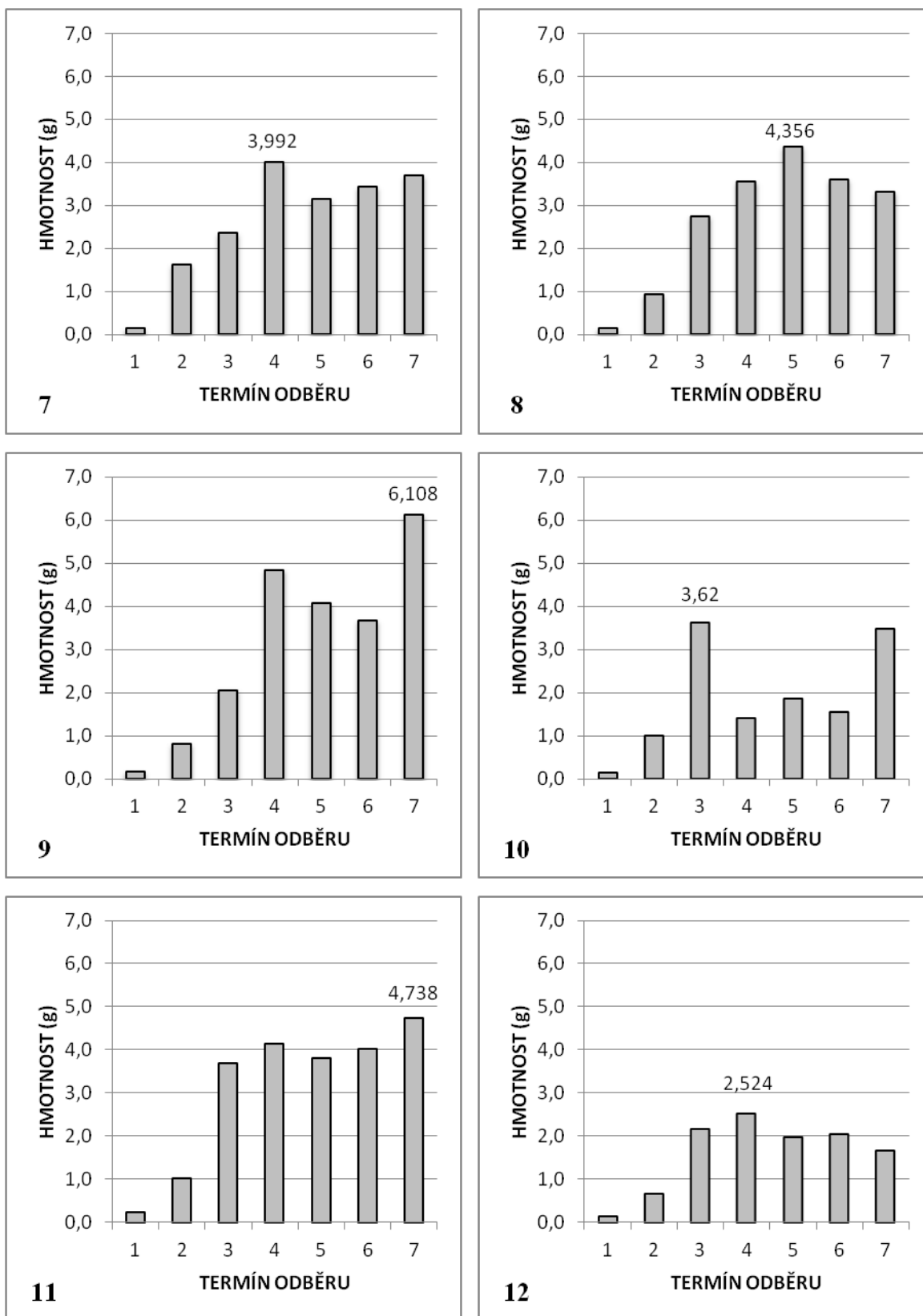
Tabulka 12 - Hmotnost sušiny kořene (g).

ODRŮDA	1	ODRŮDA	2	ODRŮDA	3	ODRŮDA	4
ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA
1	0,099	1	0,160	1	0,149	1	0,244
2	0,541	2	0,397	2	1,261	2	0,924
3	1,314	3	1,128	3	2,728	3	2,420
4	1,212	4	1,042	4	2,442	4	1,726
5	0,791	5	1,512	5	2,096	5	1,334
6	1,626	6	1,390	6	4,504	6	1,124
7	1,290	7	2,252	7	4,118	7	3,484
<b>CELKEM</b>	<b>6,873</b>	<b>CELKEM</b>	<b>7,881</b>	<b>CELKEM</b>	<b>17,298</b>	<b>CELKEM</b>	<b>11,256</b>
ODRŮDA	5	ODRŮDA	6	ODRŮDA	7	ODRŮDA	8
ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA
1	0,199	1	0,147	1	0,130	1	0,133
2	1,157	2	0,586	2	1,617	2	0,915
3	1,494	3	1,890	3	2,348	3	2,738
4	2,340	4	1,648	4	3,992	4	3,542
5	1,962	5	1,400	5	3,152	5	4,356
6	1,990	6	1,800	6	3,418	6	3,592
7	4,256	7	2,078	7	3,688	7	3,304
<b>CELKEM</b>	<b>13,398</b>	<b>CELKEM</b>	<b>9,549</b>	<b>CELKEM</b>	<b>18,345</b>	<b>CELKEM</b>	<b>18,580</b>
ODRŮDA	9	ODRŮDA	10	ODRŮDA	11	ODRŮDA	12
ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA
1	0,157	1	0,130	1	0,236	1	0,143
2	0,808	2	1,006	2	1,012	2	0,674
3	2,056	3	3,620	3	3,700	3	2,158
4	4,840	4	1,410	4	4,135	4	2,524
5	4,062	5	1,858	5	3,814	5	1,980
6	3,670	6	1,552	6	4,018	6	2,052
7	6,108	7	3,480	7	4,738	7	1,664
<b>CELKEM</b>	<b>21,701</b>	<b>CELKEM</b>	<b>13,056</b>	<b>CELKEM</b>	<b>21,653</b>	<b>CELKEM</b>	<b>11,195</b>

Obrázek 2 - Nárůst sušiny kořene v průběhu vegetace u odrůd 1 - 6.



Obrázek 3 - Nárůst sušiny kořene v průběhu vegetace u odrůd 7 - 12.



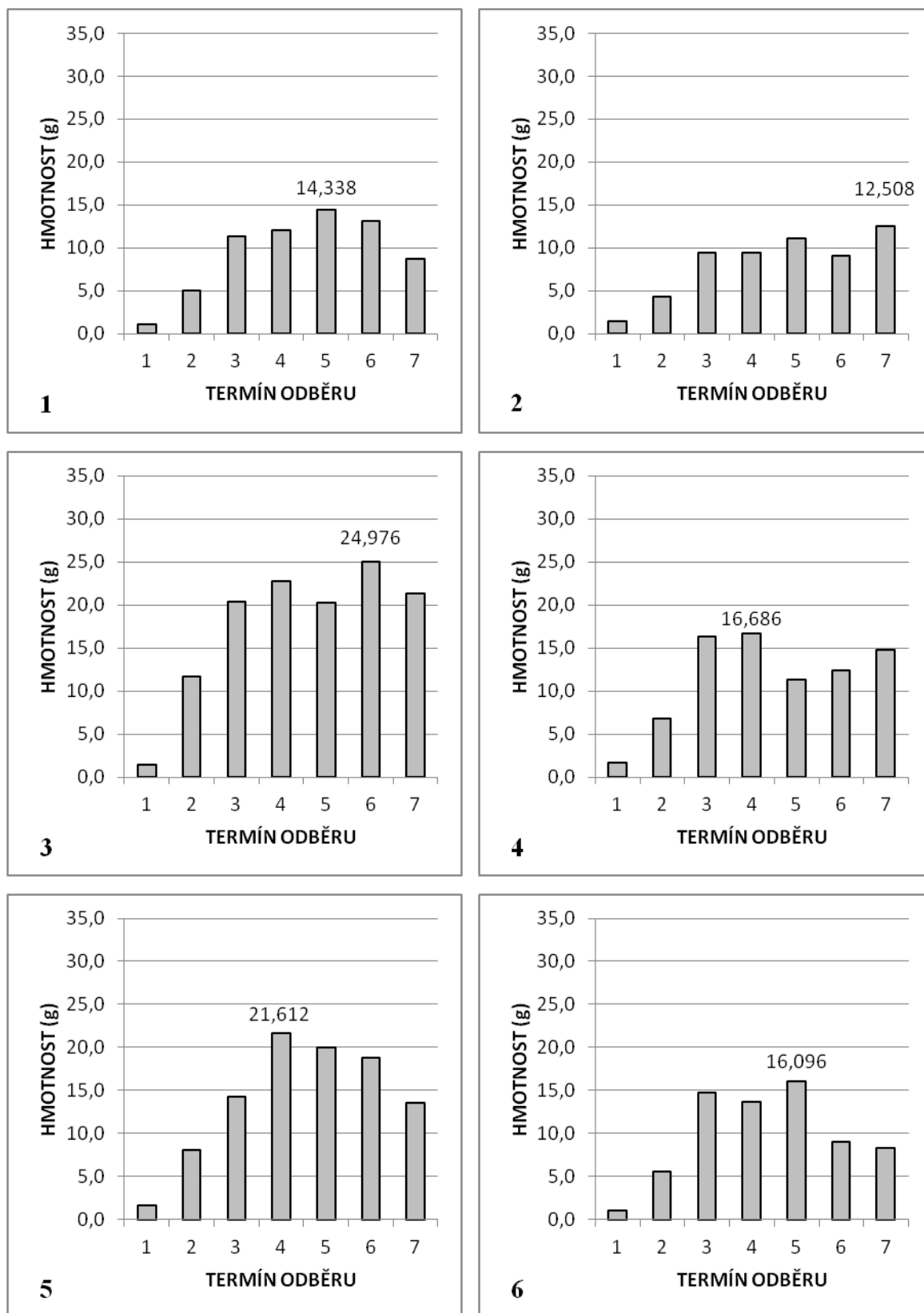
## 7.2 Tvorba sušiny u nadzemní části

Pro měření sušiny nadzemní části rostliny máku setého byla využita hmotnost stonku společně s hmotností listů. Při měření byla zjištěna hmotnost sušiny nadzemní biomasy u 12 odrůd máku setého. Z našich výsledků je patrný nárůst hmotnosti sušiny během vegetačního období u všech sledovaných odrůd máku setého. K největšímu nárůstu hmotnosti sušiny dochází v období největší asimilace rostlin. Od počátku tvorby osy začíná rychle přibývat organická hmota, a to až do fáze vývoje zelených tobolek. Později už začínají postupně odumírat listy a asimilační plocha se zmenšuje. Toto platilo u všech odrůd kromě odrůd Buddha (č. 2), Postomi (č. 3) a Korneuburger Wissner (č. 9), kde došlo k největšímu nárůstu hmotnosti sušiny na konci vegetačního období. Slovenská odrůda **Major** dosáhla nejvyšší hmotnosti sušiny při odběru č. 3 – 30,716 g (obr. 5, graf 7). Mezi odrůdy s nejvyšším nárůstem hmotnosti sušiny během vegetačního období patří odrůdy **Major** (č. 11), Postomi, Korneuburger Wissner, Sokol (č. 7) a Albín (č. 8) (tab. 13). Nejnižší nárůst sušiny za vegetační období vykazovala odrůda **Buddha** – 57,076 g (obr. 4, graf 2). Hodnoty znaků u sledovaných odrůd byly zpracovány do následující tabulky (tab. 13).

Tabulka 13 - Hmotnost sušiny nadzemní části (g).

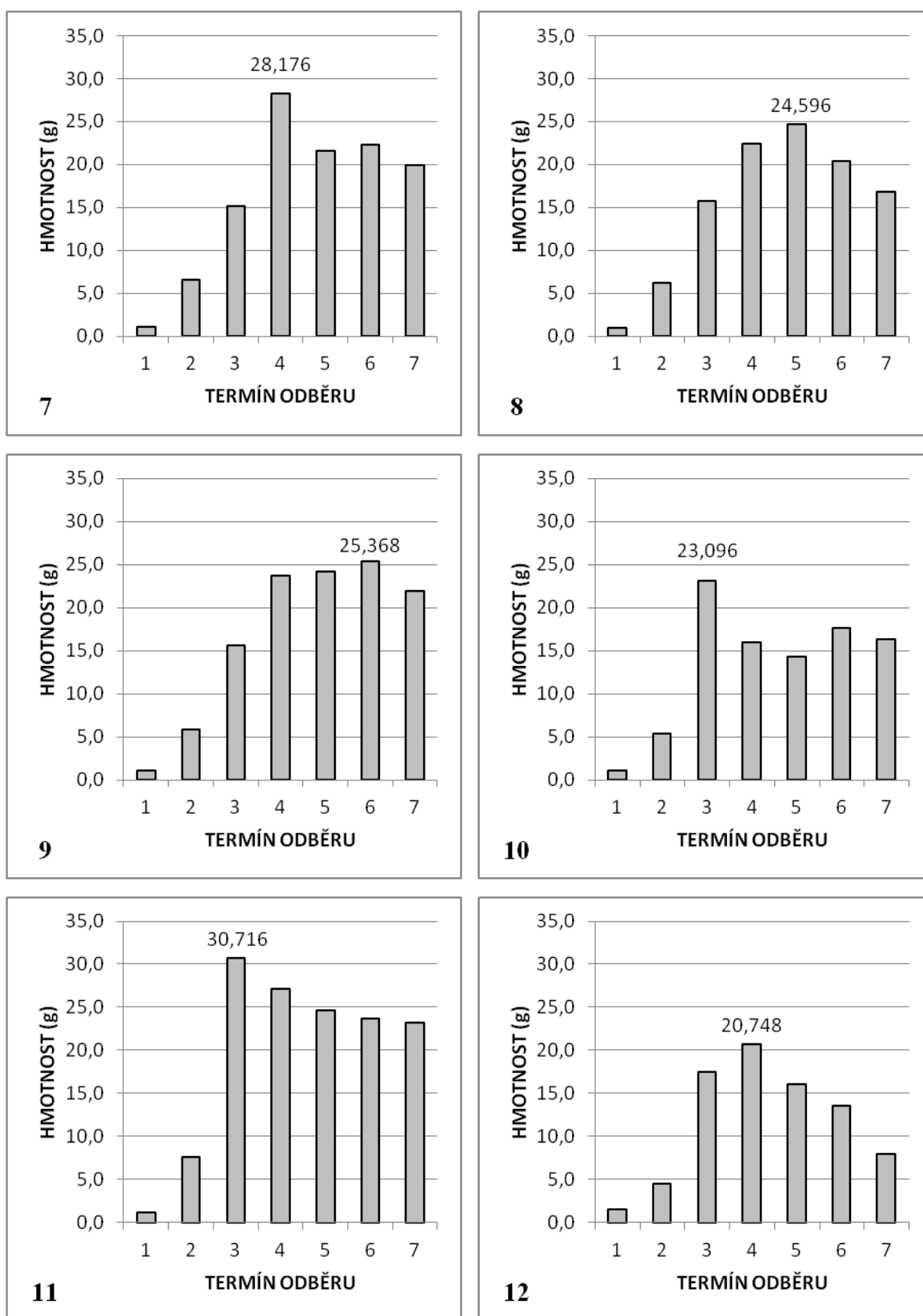
ODRŮDA	1	ODRŮDA	2	ODRŮDA	3	ODRŮDA	4
ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA
1	1,005	1	1,447	1	1,374	1	1,699
2	4,995	2	4,251	2	11,712	2	6,754
3	11,266	3	9,374	3	20,374	3	16,322
4	12,042	4	9,374	4	22,782	4	16,686
5	14,338	5	11,076	5	20,264	5	11,268
6	13,116	6	9,046	6	24,976	6	12,402
7	8,684	7	12,508	7	21,278	7	14,762
<b>CELKEM</b>	<b>65,446</b>	<b>CELKEM</b>	<b>57,076</b>	<b>CELKEM</b>	<b>122,760</b>	<b>CELKEM</b>	<b>79,893</b>
ODRŮDA	5	ODRŮDA	6	ODRŮDA	7	ODRŮDA	8
ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA
1	1,626	1	1,019	1	1,094	1	0,894
2	8,071	2	5,578	2	6,486	2	6,234
3	14,278	3	14,714	3	15,170	3	15,690
4	21,612	4	13,714	4	28,176	4	22,328
5	20,046	5	16,096	5	21,524	5	24,596
6	18,828	6	9,060	6	22,278	6	20,346
7	13,570	7	8,308	7	19,842	7	16,730
<b>CELKEM</b>	<b>98,030</b>	<b>CELKEM</b>	<b>68,489</b>	<b>CELKEM</b>	<b>114,570</b>	<b>CELKEM</b>	<b>106,818</b>
ODRŮDA	9	ODRŮDA	10	ODRŮDA	11	ODRŮDA	12
ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA
1	1,094	1	1,057	1	1,235	1	1,476
2	5,819	2	5,349	2	7,586	2	4,458
3	15,568	3	23,096	3	30,716	3	17,502
4	23,662	4	15,916	4	27,155	4	20,748
5	24,208	5	14,248	5	24,642	5	16,056
6	25,368	6	17,612	6	23,734	6	13,552
7	21,904	7	16,304	7	23,174	7	8,024
<b>CELKEM</b>	<b>117,623</b>	<b>CELKEM</b>	<b>93,582</b>	<b>CELKEM</b>	<b>138,242</b>	<b>CELKEM</b>	<b>81,816</b>

Obrázek 4 - Nárůst sušiny nadzemní části rostliny v průběhu vegetace u odrůd 1 - 6.





Obrázek 5 - Nárůst sušiny nadzemní části rostliny v průběhu vegetace u odrůd 7 - 12.



### 7.3 Tvorba sušiny u tobolek

U kořene i nadzemní části rostliny máku setého dochází k nárůstu hmotnosti sušiny během celé fáze vegetace. U tobolek a květů dochází k tvorbě sušiny jen v určitých fázích vegetačního období. U květů v období největší asimilace rostlin a u tobolek v období postupného odumírání a zrání rostlin. Z tabulky č. 14 je patrné, že u 11 odrůd máku došlo k tvorbě tobolek (tím pádem sušiny tobolek) až v období 4. odběru – 16. 6. 2014. Maďarská odrůda Buddha (č. 2) vykazovala značný nárůst sušiny (3,158 g) (obr. 5, graf 2) už během 3. odběru – 3. 6. 2014.

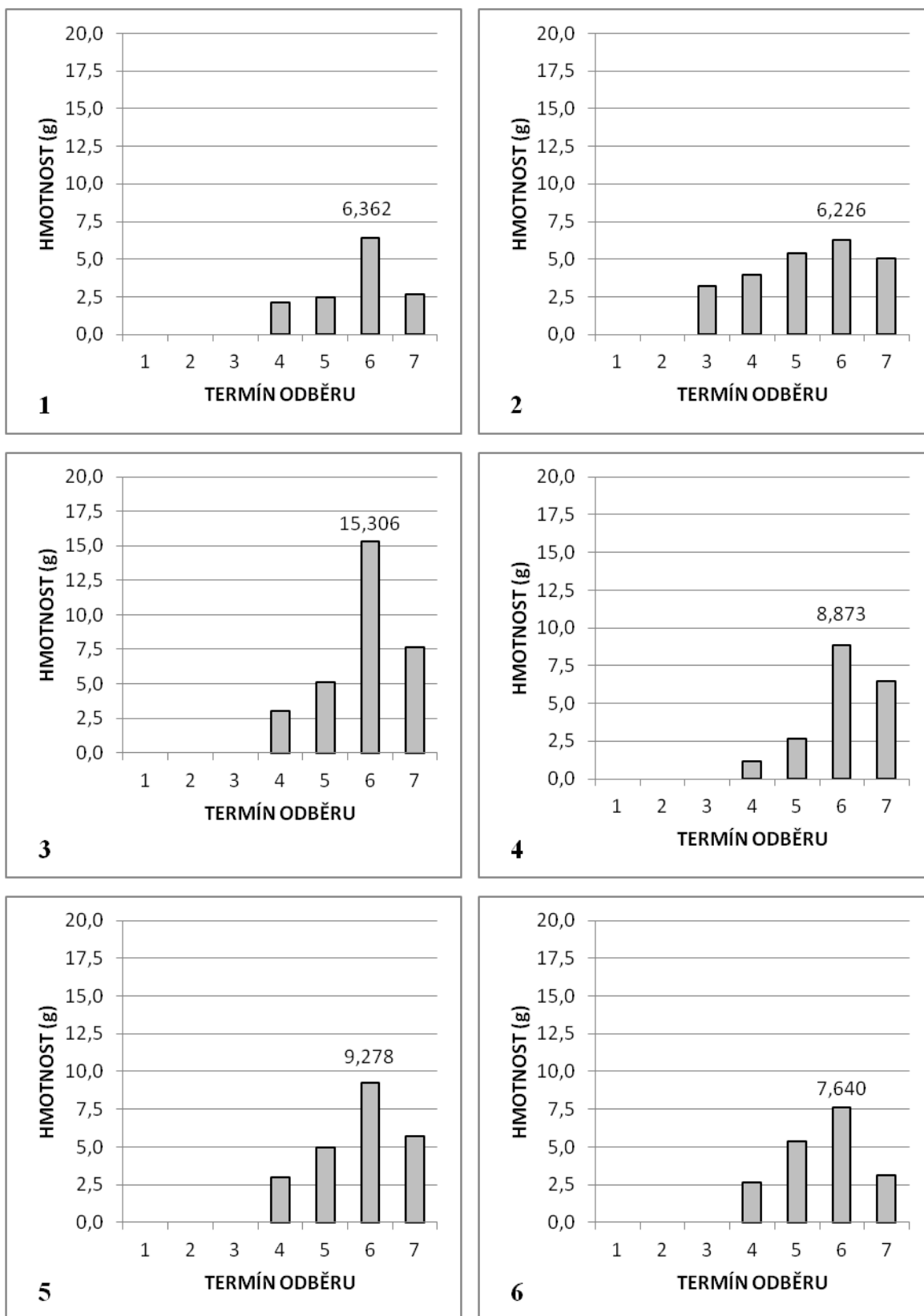
Slovenská odrůda **Major** (č. 11) dosáhla nejvyšší hmotnosti sušiny tobolek při 6. odběru – 17,402 g (3 tobolek na rostlinu) (obr. 8, graf 11) a byla i zároveň odrůdou s nejvyšší hmotností sušiny během celé fáze formování a zrání tobolek. Mezi odrůdy s výraznou tvorbou hmotnosti sušiny během vegetace patří odrůdy: Korneuburger Wissler (č. 9), Sokol (č. 7), Albín (č. 8) a Postomi (č. 3) (tab. 13). Nejnižší nárůst celkové sušiny tobolek za vegetační období vykazovala odrůda **Marianne** (č. 1) – 13,604 g. Hodnoty znaků u sledovaných odrůd byly zpracovány do následující tabulky (tab. 14).

Tabulka 14 - Hmotnost sušiny tobolek (g).

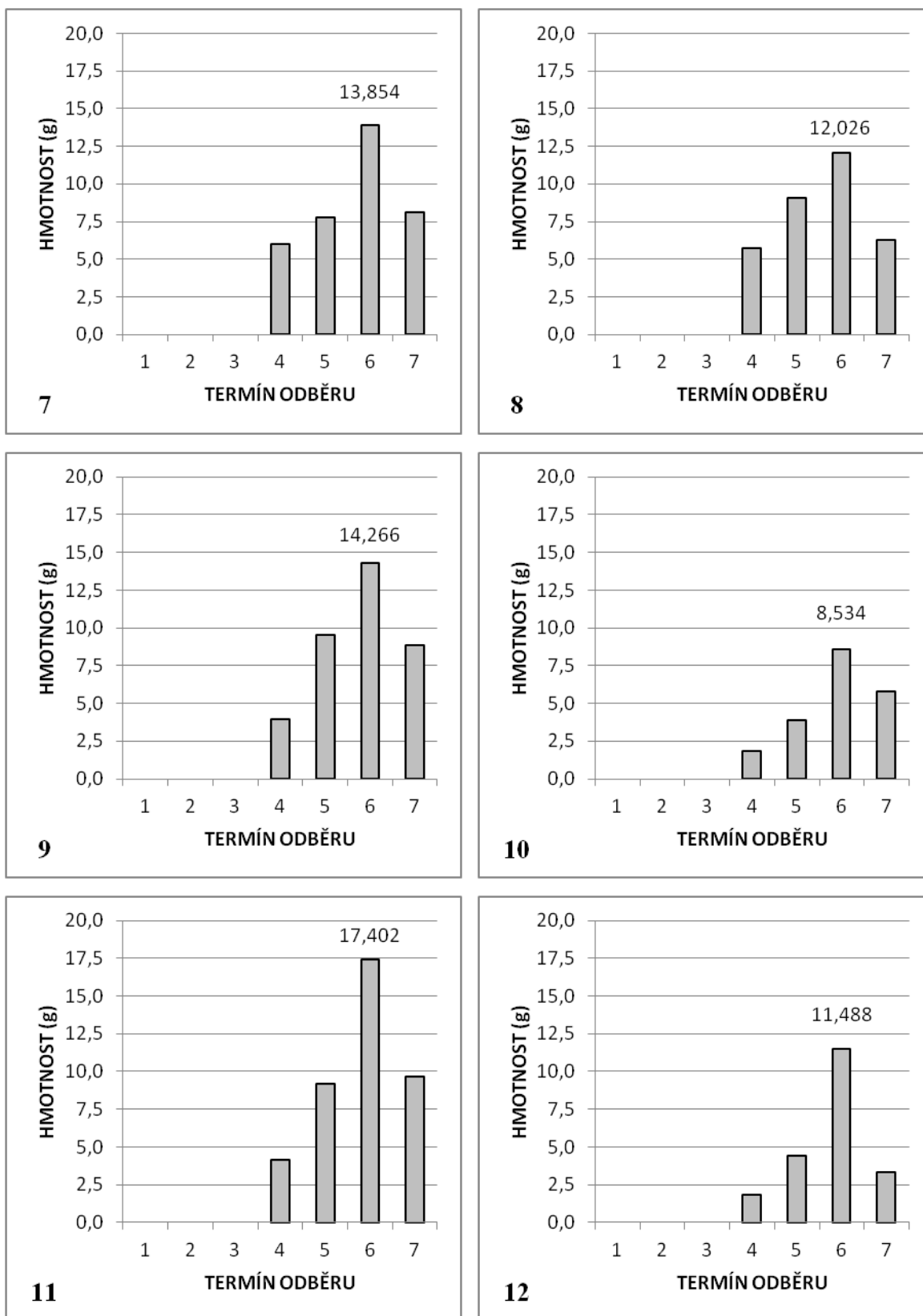
ODRŮDA	1		ODRŮDA	2		ODRŮDA	3		ODRŮDA	4	
ODBĚR	HODNOTA		ODBĚR	HODNOTA		ODBĚR	HODNOTA		ODBĚR	HODNOTA	
1	0,000	0	1	0,000	0	1	0,000	0	1	0,000	0
2	0,000	0	2	0,000	0	2	0,000	0	2	0,000	0
3	0,000	0	3	3,158	1,2	3	0,000	0	3	0,000	0
4	2,100	1	4	3,925	1,4	4	3,040	1,8	4	1,135	1
5	2,476	1,4	5	5,346	1,2	5	5,128	2	5	2,664	1
6	6,362	2	6	6,226	1,2	6	15,306	4,8	6	8,873	3,2
7	2,666	2	7	5,012	3	7	7,644	5	7	6,446	4
<b>CELKEM</b>	<b>13,604</b>		<b>CELKEM</b>	<b>23,667</b>		<b>CELKEM</b>	<b>31,118</b>		<b>CELKEM</b>	<b>19,118</b>	
ODRŮDA	5		ODRŮDA	6		ODRŮDA	7		ODRŮDA	8	
ODBĚR	HODNOTA		ODBĚR	HODNOTA		ODBĚR	HODNOTA		ODBĚR	HODNOTA	
1	0,000	0	1	0,000	0	1	0,000	0	1	0,000	0
2	0,000	0	2	0,000	0	2	0,000	0	2	0,000	0
3	0,000	0	3	0,000	0	3	0,000	0	3	0,000	0
4	2,962	2,2	4	2,658	1,2	4	5,970	1	4	5,720	1
5	4,972	1,8	5	5,346	2	5	7,738	1	5	9,062	1
6	9,278	4,8	6	7,640	3	6	13,854	1,4	6	12,026	1,2
7	5,726	4	7	3,120	2	7	8,116	2	7	6,256	2
<b>CELKEM</b>	<b>22,938</b>		<b>CELKEM</b>	<b>18,764</b>		<b>CELKEM</b>	<b>35,678</b>		<b>CELKEM</b>	<b>33,064</b>	
ODRŮDA	9		ODRŮDA	10		ODRŮDA	11		ODRŮDA	12	
ODBĚR	HODNOTA		ODBĚR	HODNOTA		ODBĚR	HODNOTA		ODBĚR	HODNOTA	
1	0,000	0	1	0,000	0	1	0,000	0	1	0,000	0
2	0,000	0	2	0,000	0	2	0,000	0	2	0,000	0
3	0,000	0	3	0,000	0	3	0,000	0	3	0,000	0
4	3,958	0,8	4	1,856	1	4	4,148	2,3	4	1,810	1
5	9,536	1	5	3,904	2	5	9,204	2,8	5	4,408	2
6	14,266	1,2	6	8,534	2,2	6	17,402	3	6	11,488	3
7	8,806	2	7	5,756	4	7	9,660	4	7	3,312	3
<b>CELKEM</b>	<b>36,566</b>		<b>CELKEM</b>	<b>20,050</b>		<b>CELKEM</b>	<b>40,414</b>		<b>CELKEM</b>	<b>21,017</b>	

\* Průměrný počet tobolek na rostlinu je uveden za naměřenou hodnotou.

Obrázek 6 - Nárůst hmotnosti sušiny tobolek v průběhu vegetace u odrůd 1 - 6.



Obrázek 7 - Nárůst hmotnosti sušiny tobolek v průběhu vegetace u odrůd 7 - 12.

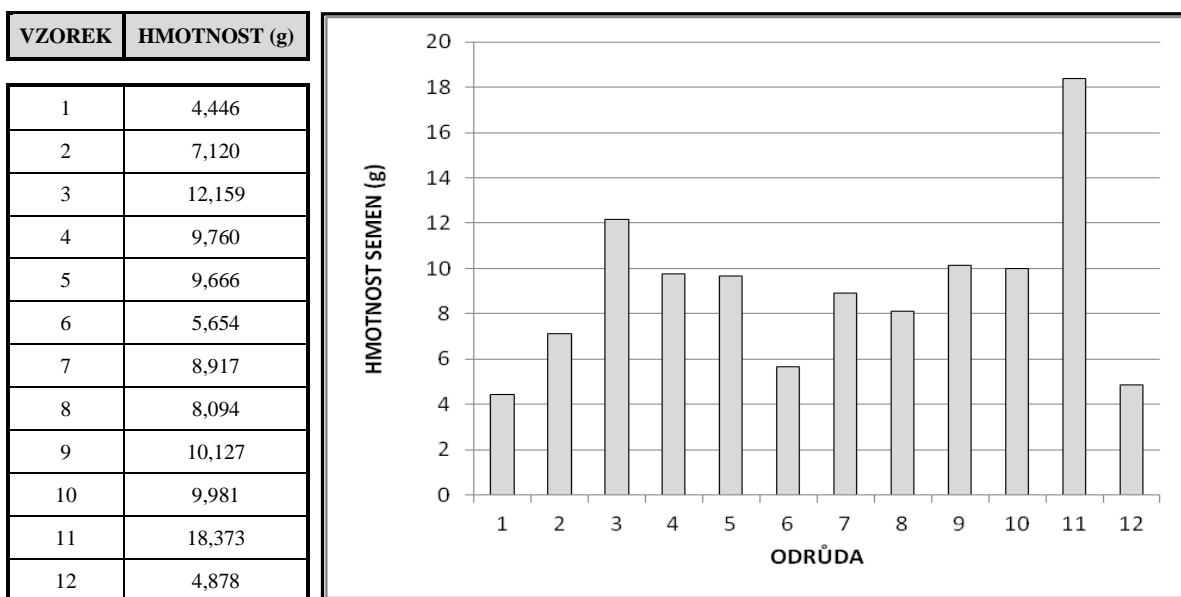


## 7.4 Tvorba a výnos semene máku

Množství a velikost semen závisí na velikosti tobolky, jejím tvaru a počtu lamel v tobolkách. Velikost i tvar tobolek jsou především odrůdovým znakem. Přehled tvarů a velikost tobolek – makovic je uveden v příloze č. 4 - 15.

Z našeho pokusu jsme stanovili průměrnou hmotnost semen máku – 9,098 g. Hodnota je přepočtena na jednu rostlinu. Z obrázku č. 8 je patrné, že slovenská odrůda **Major** (č. 11) vyniká svojí vysoce nadprůměrnou hmotností semen máku – 18,373 g (201,95 % oproti průměru). Mezi odrůdy s nadprůměrnou hmotností semen patří odrůdy: Postomi (č. 3), Albín (č. 8), Opál (č. 10) a Korneuburger Wissner (č. 9). Naopak odrůdy s výrazně podprůměrnou hmotností semen jsou odrůdy: Marianne (č. 1), Tatranský (č. 6) a CM 112 (č. 12). Holandská odrůda **Marianne** má jen 48,7 % výnos oproti průměru stanoveném u 12 zkoušených odrůd máku.

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



Slovenské odrůdy **Opál** a **Major** jsou odrůdami s nejvyšším výnosem makového semene na hektar oseté plochy (tab. 15). Průměrný výnos semene stanovený z hodnot 12 zkoušených odrůd byl 1,63 t/ha. Odrůda Opál (s výnosem 135,58 % oproti průměru) a odrůda Major (132,52 %) se ukázaly jako odrůdy s vysoce nadprůměrné. Na druhé straně rakouská odrůda **Korneuburger Wissner** (68,1 %) a česká novošlechtitelská odrůda **CM 121** (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.

**Tabulka 15 - Výnos semene máku (t/ha).  
Výzkumná stanice Červený Újezd. Pěstitelský rok 2014.**

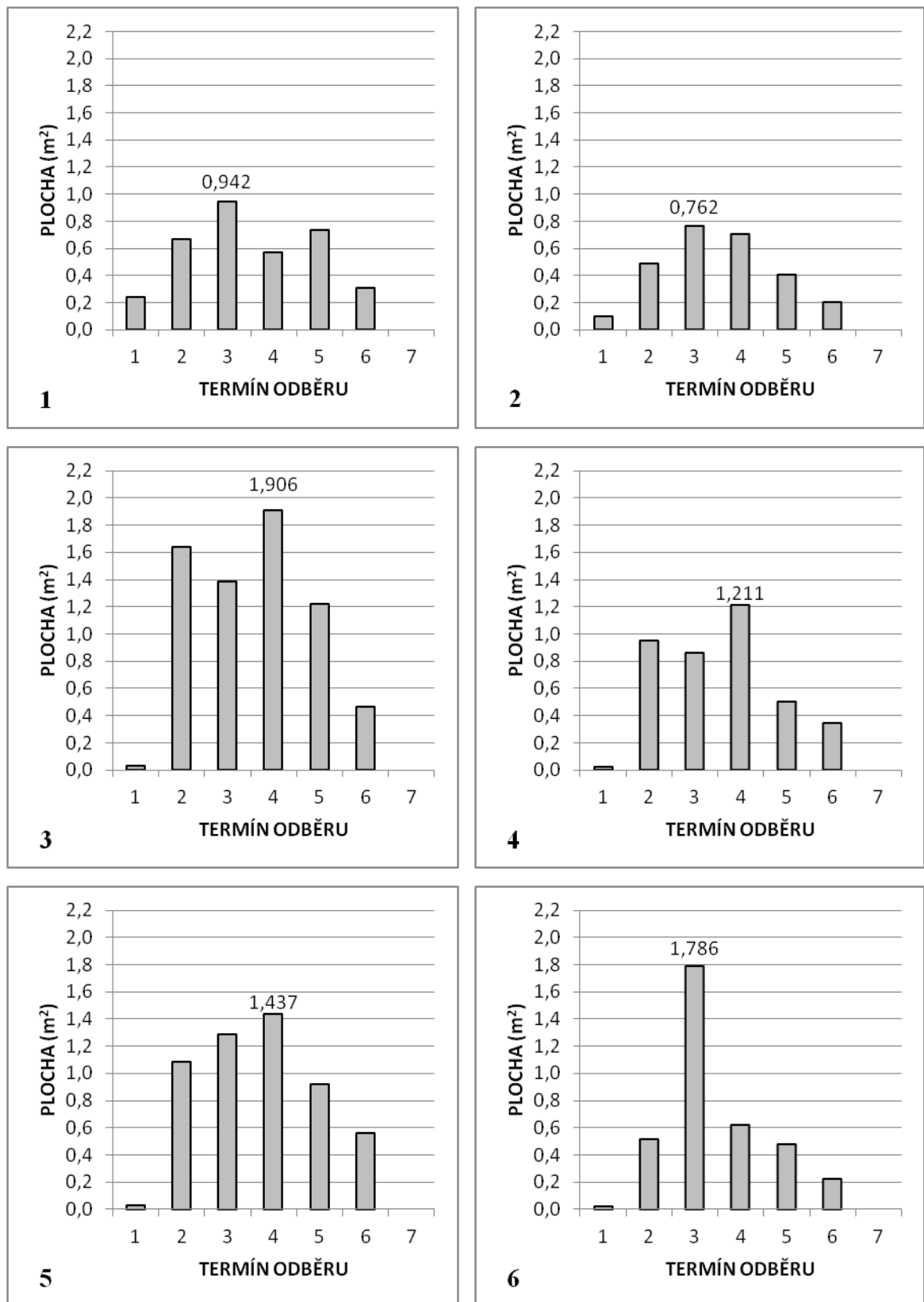
OZNAČENÍ	ODRŮDA	VÝNOS
1	MARIANNE	1,70
2	BUDDHA	1,55
3	POSTOMI	1,51
4	LAZUR	1,72
5	FLORIAN	1,51
6	TATRANSKÝ	1,64
7	SOKOL	1,69
8	ALBIN	1,49
9	KORNEUBURGER WISSER	1,11
<b>10</b>	<b>OPÁL</b>	<b>2,21</b>
<b>11</b>	<b>MAJOR</b>	<b>2,16</b>
12	CM 112	1,28

## 7.5 Listová plocha

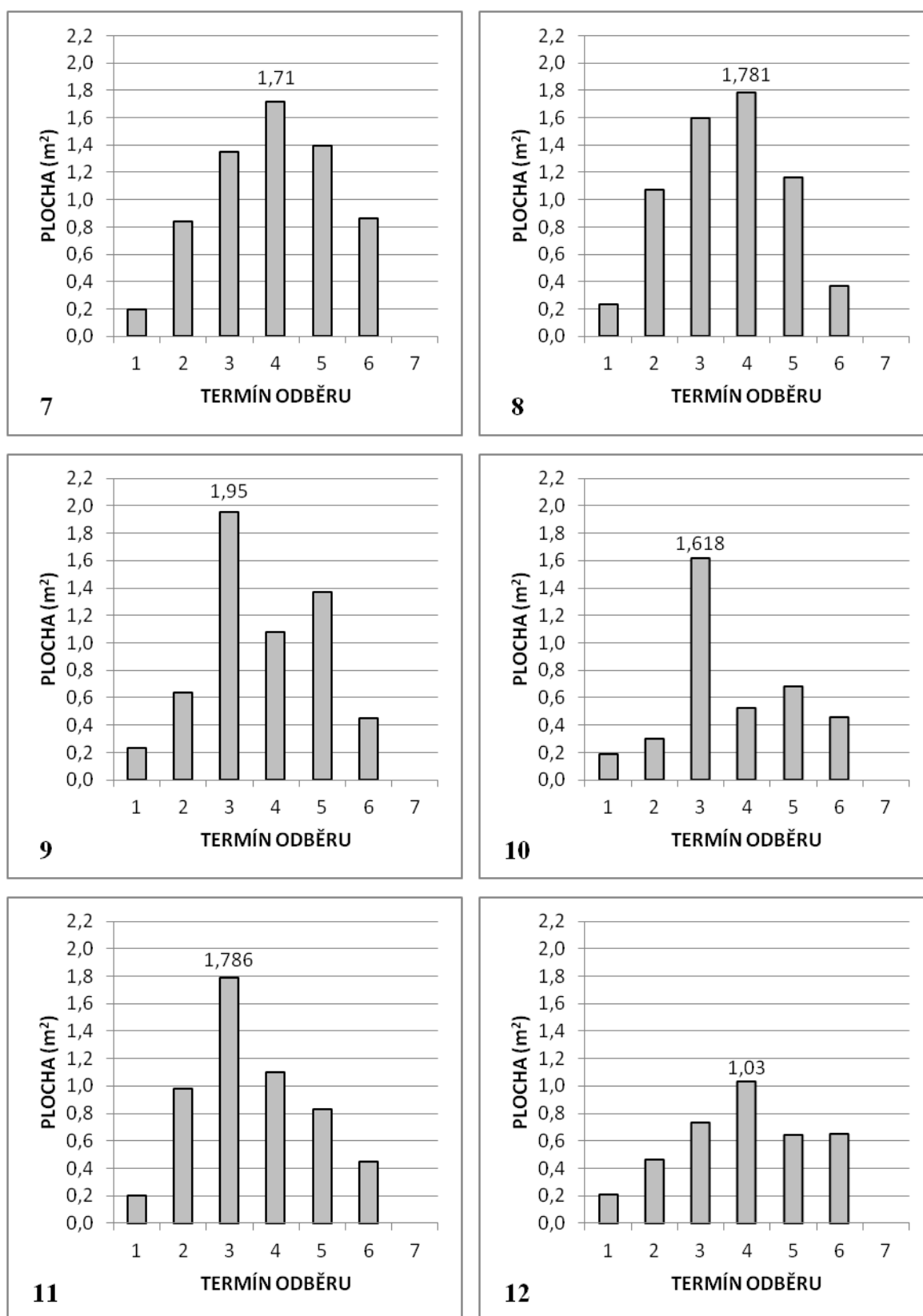
Pro **stanovení velikosti listové plochy** (LP) byly odebrány listové terčičky (5 ks). Jde o gravimetrickou metodu založenou na principu vážení čerstvé biomasy, kde se dopočítává její listová plocha podle známé hmotnosti listových terčičků a jejich plochy (kapitola 5.4, obr. 1). Měření se provádí na terčičkách vyseknutých z listových čepelí. Rozbory listové plochy nám poskytují údaje o distribuci látek v jednotlivých fenologických fázích. Výsledné rozbory mají komplexní charakter a jsou významné zejména v produkčních studiích ve vztahu k fotosyntéze, minerální výživě a k tvorbě výnosu hospodářských rostlin. Nárůst listové plochy probíhal po celé vegetační období rostliny do fáze zrání s nejvyšší kulminací v druhé polovině června. Při posledním odběru (č. 7) již nebylo možné stanovit velikost listové plochy.

Dle naměřených hodnot listové plochy rostlin máku setého (tab. 16) je patrné, že největší listovou plochu za celé vegetační období měla maďarská odrůda **Postomi** (č. 3) – 6,637 m<sup>2</sup> (1,106 m<sup>2</sup>/rostlina). Podobných hodnot dosáhly i odrůdy Sokol (č. 7) a Albin (č. 8). Průměrná hodnota listové plochy 12 zkoušených odrůd byla 4,725 m<sup>2</sup> (0,788 m<sup>2</sup>/rostlina). Nejnižší listovou plochu měla maďarská opiová odrůda **Buddha** – 2,657 m<sup>2</sup> (0,443 m<sup>2</sup>/rostlina).

Obrázek 9 - Nárůst listové plochy máku v průběhu vegetace u odrůd 1 - 6.



Obrázek 10 - Nárůst listové plochy máku v průběhu vegetace u odrůd 7 - 12.





Tabulka 16 - Listová plocha rostlin máku setého (m<sup>2</sup>).

ODRŮDA	1	ODRŮDA	2	ODRŮDA	3	ODRŮDA	4
ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA
1	0,240	1	0,098	1	0,030	1	0,021
2	0,663	2	0,483	2	1,635	2	0,952
3	0,942	3	0,762	3	1,381	3	0,863
4	0,566	4	0,706	4	1,906	4	1,211
5	0,736	5	0,405	5	1,218	5	0,503
6	0,308	6	0,203	6	0,467	6	0,340
7	0,000	7	0,000	7	0,000	7	0,000
<b>CELKEM</b>	<b>3,455</b>	<b>CELKEM</b>	<b>2,657</b>	<b>CELKEM</b>	<b>6,637</b>	<b>CELKEM</b>	<b>3,890</b>
ODRŮDA	5	ODRŮDA	6	ODRŮDA	7	ODRŮDA	8
ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA
1	0,032	1	0,019	1	0,193	1	0,234
2	1,083	2	0,512	2	0,836	2	1,073
3	1,290	3	1,786	3	1,347	3	1,597
4	1,437	4	0,617	4	1,710	4	1,781
5	0,920	5	0,480	5	1,392	5	1,163
6	0,559	6	0,227	6	0,857	6	0,366
7	0,000	7	0,000	7	0,000	7	0,000
<b>CELKEM</b>	<b>5,321</b>	<b>CELKEM</b>	<b>3,641</b>	<b>CELKEM</b>	<b>6,335</b>	<b>CELKEM</b>	<b>6,214</b>
ODRŮDA	9	ODRŮDA	10	ODRŮDA	11	ODRŮDA	12
ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA	ODBĚR	HODNOTA
1	0,228	1	0,190	1	0,203	1	0,210
2	0,636	2	0,297	2	0,980	2	0,463
3	1,950	3	1,618	3	1,786	3	0,732
4	1,076	4	0,526	4	1,098	4	1,030
5	1,368	5	0,680	5	0,832	5	0,644
6	0,448	6	0,457	6	0,446	6	0,653
7	0,000	7	0,000	7	0,000	7	0,000
<b>CELKEM</b>	<b>5,706</b>	<b>CELKEM</b>	<b>3,768</b>	<b>CELKEM</b>	<b>5,345</b>	<b>CELKEM</b>	<b>3,732</b>

## 8. Diskuze

Naše střeoevropské odrůdy máku patří mezi dlouhodobní rostliny. Mák nemá vyhraněné nároky na přírodní podmínky a může se úspěšně pěstovat ve všech oblastech ČR při dodržení agrotechnických zásad dle Vašáka (2010) a Bechyněho a kol. (2001). Porost máku pro náš pokus byl založen odborně, a tudíž můžeme vyloučit jakékoliv chyby spojené s agrotechnickými zásahy v porostu.

Maloparcelové pokusy byly založeny na Výzkumné stanici FAPPZ v Červeném Újezdě, o. Praha – západ. V tomto pokuse jsme testovali 12 vybraných odrůd máku setého ve čtyřech opakováních metodou náhodných čtverců. Cílem bylo stanovit genotypové rozdíly u jednotlivých odrůd máku v nárůstu hmotnosti sušiny, listové plochy a výnosu makového semene.

Hay a Porter (2006) uvádějí, že sušinu u rostlin máku lze zjistit přibližně až po čtyřech týdnech po vzejití rostliny. Většina sušiny v rostlině je soustředěna do stavby listu, jakmile rostlina nasazuje do květu, větší podíl sušiny připadá na stavbu stonku a řapíku listů. Po opylení se zvětšuje semeník a po odkvětu rychle narůstá. Začínají se formovat tobolky – makovice. Zde dochází k nárůstu hmotnosti sušiny, velká část sušiny je transportována do tobolek, kde hmotnost sušiny obvykle činí asi 4 g. U rané odrůdy Opál k této fázi dochází již v době 3. odběru. Ostatní odrůdy v našem pokusu dosahují této hmotnosti až při 4. odběru ke konci června. Během další dvou týdnů se tobolka i obsah sušiny rapidně zvětší až do maxima. Maxima v našem pokusu dosáhla odrůda Major při 6. odběru s hmotností tobolek 17,402 g (průměr jedné tobolky 5,800 g). Při tomto odběru došlo u většiny odrůd ke kulminaci hmotnosti sušiny. Podle Vašáka (2010) dochází v další fázi k poklesu jak v objemu, tak ve hmotnosti makovic. Hmotnost sušiny je po dozrání asi o 15 % menší než v období maximálního růstu. Při posledním odběru 11. 8. 2014 došlo u všech odrůd k poklesu hmotnosti sušiny tobolky v průměru o 40 %.

Hmotnost sušiny nadzemní i podzemní rostlinné biomasy konstantně narůstala během celého vegetačního období. V průběhu ontogeneze máku setého množství vytvořené sušiny vzrůstalo s kulminací ke konci vegetace. Výjimku tvořila středně raná slovenská odrůda Opál, která prokázala svůj rychlejší růst s kulminací hmotnosti sušiny již při 3. odběru (16. 6. 2014). Pozvolný nárůst sušiny po celou dobu vegetace platí pro většinu zemědělských plodin, např. řepka ozimá (Richter a kol., 2010) ale i např. špenát zelinný (Hejnák a Türkott, 2001). Výsledky Hejnáka a Türkotta (2001) potvrzují naše naměřené hodnoty, když uvádějí, že v průběhu ontogeneze špenátu množství vytvořené sušiny nadzemní hmoty vzrůstalo

s kulminací ke konci vegetace, přičemž rychlejší nárůst sušiny byl zjištěn na zemině s příznivou, tedy neutrální půdní reakcí. I v našem případě, by případná úprava půdní reakce (na optimální hodnotu) měla mít za následek zajištění vyššího výnosu. Úprava půdní reakce má vliv na tvorbu sušiny i výnos u řady zemědělských plodin – řepka ozimá (Richter a kol., 2010), špenát zelinný (Hejnák a Türkott, 2001). K vyššímu poškození rostlin dochází na půdách lehkých, s nízkým obsahem humusu a při nižším pH (Klem, 2006), tak i při alkalické půdní reakci. Alkalická půdní reakce negativně ovlivňuje příjem některých makro i mikro prvků, např. zinku. Vápnění při nízkém pH je předpokladem zlepšení kvality nejen máku, ale i dalších plodin – hlavně řepky, pohanky a prosa (Škeřík a kol., 2006).

Nejvyšší hmotnost sušiny nadzemní hmoty měla slovenská odrůda Major – 30,716 g (kapitola 6.2, obr. 5, graf 7), kořene rakouská odrůda Kornenburger Wisser (kapitola 6.1, obr. 3, graf 11) a tobolky opět odrůda Major - 17,402 g (kapitola 6.3, obr. 8, graf 11). Hmotnost sušiny lze účinně zvýšit aplikací minerálních látek a hnojiv mimokořenovou výživou. Z výsledků pokusu Škarpy a Richtera (2014) vychází, že například po aplikaci zinku mimokořenovou výživou se obsah sušiny v rostlině zvýšil o 4,2 – 33,54 % (dle varianty hnojení). Obsah zinku v rostlině máku má vysoký vliv na výnos máku.

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. Naše výsledky pokusu dokonce výrazně převyšují výnosy těchto odrůd v roce 2013 – Opál 1,78 t/ha a Major 1,81 t/ha (Vlk, 2014). Podle Vašáka (2010) naměřené hodnoty nárůstu hmotnosti sušiny i hmotnost nadzemní biomasy toto tvrzení dokládají, odrůda Major měla nejvyšší hmotnost sušiny tobolek za celé vegetační období – 40,414 g (10,104 g/rostlina, 3,340 g/tobolka), tak i nejvyšší hmotnost čerstvé nadzemní hmoty tobolek během růstové fáze tobolek – 155,631 g (22,233 g/rostlina, 7,350 g/tobolka).

Listová plocha rostliny má význam zejména v produkčních studiích ve vztahu k fotosyntéze, minerální výživě a ke tvorbě výnosu hospodářských rostlin. Vypočítané hodnoty listové plochy jednotlivých rostlin našeho pokusu přímo nekorelují s výsledky výnosu semene. Z výsledků měření listové plochy vychází, že maďarská odrůda Postomi měla během vegetačního období největší listovou plochu ze všech měřených odrůd – 6,637 m<sup>2</sup> (1,106 m<sup>2</sup>/rostlina) s výnosem 1,51 t/ha. Naproti tomu slovenská odrůda Opál s nejvyšším výnosem semene – 2,21 t/ha, měla listovou plochu jen 3,768 m<sup>2</sup> (0,628 m<sup>2</sup>/rostlina).

Z pokusu je patrné, že lepších výsledků dosáhly odrůdy slovenské. Pěstování slovenských odrůd máku umožňuje použití větší škály herbicidních a insekticidních přípravků

proti plevelům a škůdcům. Odrůdy jsou velmi tolerantní. Herbicidy nemají žádnou nebo jen mírnou fytotoxicitu na rostliny máku ve srovnání se zahraničními kultivary (Fejér a Šalamon, 2014b). Nejvhodnějšími odrůdami pro pěstování v podmínkách ČR jsou dlouhodobě Major, Maraton, Opál a Gerlach. Naše výsledky prokazatelně potvrzují oprávněnost výběru odrůd Major (výnos 2,16 t/ha) a Opál (2,21 t/ha). To potvrzuje i Vašák (2010), když uvádí, že slovenské odrůdy Major a Maraton jsou nejrozšířenějšími odrůdami máku setého v ČR (cca 70 % výměry).

## 9. Závěr

V roce 2014 bylo sledováno 12 odrůd máku setého (*Papaver oomniferum* L.). Základem kolekce byly odrůdy Slovenské a České republiky. Doplněny byly o odrůdy z Maďarska, Rakouska, Holandska a Polska.

Mezi sledované šlechtitelské znaky patřily: nárůst hmotnosti sušiny, nárůst listové plochy a výnos semene u jednotlivých odrůd. Závěr vychází z cíle bakalářské práce a je zpracován na podkladě výsledků v ní uvedených.

- Hlavním úkolem a cílem práce bylo zjistit hodnoty šlechtitelských znaků:
  - nejvyšší hmotnost sušiny rostliny během vegetačního období: Major.
  - nejvyšší výnos semene na hektar: Opál (2,21 t/ha) a Major (2,16 t/ha).
  - největší listová plocha během vegetačního období: Postomi (1,106 m<sup>2</sup>).
  - nejnižší hmotnost sušiny rostliny během vegetačního období: Marianne.
  - nejnižší výnos semene na hektar: Korneuburger Wisser (1,11 t/ha).
  - nejmenší listová plocha během vegetačního období: Buddha (0,443 m<sup>2</sup>).
- Zjištěny rozdíly v rychlosti růstu po vzejití u odrůdy Opál, která byla vitálnější (raná odrůda). Kulminace hmotnosti sušiny již při třetím odběru.
- Naše výsledky prokazatelně potvrzují oprávněnost výběru odrůd Major a Opál jako nejuniverzálnějších odrůd pro pěstební podmínky České republiky.
- Při studiu byla zjištěna významná variabilita sledovaných znaků jednotlivých vybraných odrůd máku setého. Získané výsledky nárůstu hmotnosti sušiny, výnosů semene, tvorby listové plochy lze uplatnit v praxi a využít ve šlechtění.

## 10. Seznam použité literatury

BECHYNĚ, M. Základy pěstování máku. Institut výchovy a vzdělávání MZE ČR v Praze, 1993. 36 s. ISBN 80-7105-037-7.

BECHYNĚ, M., KADLEC, T., VAŠÁK, J. a kolektiv. Mák. Praha: Agrospoj, 2001, 127 s. ISBN 80-239-4237-9.

BECHYNĚ, M., NOVÁK, J. Biologie máku a systém jeho produkce. Praha: Vysoká škola zemědělská. 1987. 92 s.

ČZU. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Výzkumná stanice Červený Újezd [online], 2015, [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <<http://www.af.czu.cz/cs/?r=2093>>.

ČESKO. Vyhláška č. 151/2005 Sb. ze dne 26.4.2005, vyhláška, kterou se stanoví vzory formulářů pro hlášení osob pěstujících mák setý nebo konopí a způsob vyplňování a nakládání s uvedenými formuláři. In Sbírka zákonů ČR, ročník 2005, částka 57. s. 3502. [cit. 2005-04-26]. ISSN 1211-1244. Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze>>.

ČESKO. Zákon č. 167/1998 Sb. ze dne 15.7.1998 , o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů. In Sbírka zákonů ČR, ročník 1998, částka 57. s. 6770. [cit. 2014-03-01]. ISSN 1211-1244. Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze>> .

ČSÚ. Český statistický úřad. Tabulka č. 1 a 2 Vývoj ploch osevů k 31. květnu [online]. 11. 7. 2014 [cit. 2015-01-05]. Dostupné z: <<http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/p/270143-14>>.

ČSÚ. Český statistický úřad. Odhad sklizně zemědělských plodin: Tabulka č. 3 [online]. 2014-09-15 [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <[http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/t/6C003BCA2D/\\$File/2701301408.pdf](http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/t/6C003BCA2D/$File/2701301408.pdf)>.

EDELBAUER, A., STANGL, J. Nährstoffentzug durch den Waldviertler Graumohn (*Papaver Somniferum*.L.) im Verlauf der Vegetationszeit. [online]. Die Bodenkultur, 44, 15-27. Dostupné z: <<http://www.boku.ac.at/fos/themen/die-bodenkultur/inhalte/band-44-1993/band-44-heft-1/edelbauer>>.

EUROPEAN UNION. Official Journal: Common catalogue of varieties of agricultural plant species — 33rd complete edition. Volume 57. [online]. [cit. 2015-03-20]. s. 275-276. ISSN 1977-091X. Dostupný z: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:C:2014:450:TOC>>.

FÁBRY, A. a kolektiv. Olejníny. Praha: Park Centrum České Budějovice, 1992 419 s. ISBN 80-7084-043-9.

FEJÉR, J., ŠALAMON, I. Agro–Technology of the Poppy: Large–Scale Cultivation in Slovakia. Acta Horticulturae. [online]. [cit. 2015-03-01]. India. 2014b. s. 181-185. ISSN 0567-7572. Dostupný z: <[http://apps.webofknowledge.com/infodroje.czu.cz/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=X11H2DkkOhcYFLaM1g&page=3&doc=117](http://apps.webofknowledge.com/infodroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=X11H2DkkOhcYFLaM1g&page=3&doc=117)>.

FEJÉR, J., ŠALAMON, I. Poppy Cultivation and Its Legalization by the Governmental Law in Slovakia. Acta Horticulturae. [online]. [cit. 2015-03-01]. 2014a. s. 119-122. Dostupný z: <[http://apps.webofknowledge.com/infodroje.czu.cz/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=X11H2DkkOhcYFLaM1g&page=3&doc=109&cacheurlFromRightClick=no](http://apps.webofknowledge.com/infodroje.czu.cz/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=X11H2DkkOhcYFLaM1g&page=3&doc=109&cacheurlFromRightClick=no)>.

FAO, Food and Agriculture Organization, Statistické údaje FAO OSN pro různé roky. Dostupné z: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>.

HAVRENTOVÁ, J., HLINKOVÁ, A., ŠUPOVÁ, J., BEDNÁROVÁ, A., MUCHOVÁ, D., LICHVÁROVÁ, M. Improved quality of poppy seeds for human Leeds. Current Opinion in Biotechnology. Bratislava. 2013. s. 85. ISSN 0958-1669.

HAY, R.K.M., PORTER, J.R. The physiology of crop yield. Blackwell Publishing Ltd. United Kindom. 2006. s. 314. ISBN 1-4051-0859-2

HEJNÁK, V., TÜRKOTT, L. Růst a tvorba sušiny špenátu při různých termínech pěstování. Sborník - Agricultura-Sciencia- Prosperitas - II. Stabilizující a omezující faktory tvorby výnosu a jakosti rostlinné produkce. Česká zemědělská univerzita v Praze. 2001. s. 48-52. ISBN 80-213-0847-8.

ISO 3166-1. English country names and code elements. [online]. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <<https://www.iso.org/obp/ui/#search>>.

KLEM, K. Význam aplikačních podmínek pro selektivní preemergentní i postemergentní použití herbicidu Callisto 480 v máku. Řepka, Mák, Hořčice. Česká zemědělská univerzita v Praze 2006. s. 167. ISBN 80-213-1445-1.

KOHOUT, J. Archeologové našli nejstarší zrnko máku. Klatovský deník. 16. 4. 2007

KUBÁNEK, Vladimír. Konopí a mák: pěstování, výrobky, legislativa. 1. vydání. Brno: Tribun EU s.r.o., 2008, 152 s. ISBN 978-80-7399-438-9.

LOHR, Václav. Odvrácená strana máku. 13. Makový občasník: Pěstování máku v roce 2014. Sdružení Český mák. 1. vydání. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014, s. 11-14. ISBN 978-80-213-2443-5.

RICHTER, R., HŘIVNA, L., RYANT, P., HRŮZA, M. Optimální výživný stav rostlin řepky je základem vysoké a kvalitní produkce. Prosperující olejniny 2010. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. s. 40-44. ISBN 978-80-213-2128-1.

ROTREKL, J., Ochrana máku setého (*Papaver somniferum* L.) před některými hmyzími škůdci: Metodika 2/08 Ministerstva zemědělství ČR. Troubsko: Výzkumný ústav pícninářský, 2008, 16s. ISBN 978-80-86908-07-6.

RYSTONOVÁ, Ida. Průvodce lidovými názvy rostlin: i jiných léčivých přírodnin a jejich produktů. Praha: Academia, 2007, 735 s. ISBN 978-80-200-1332-3.



SCHREIER, Jan, ZÁJEDA, Josef. Technologie výroby máku. Metodika Ministerstva zemědělství ČR. Praha: ÚZPI. 1994. 32s. ISSN 0231-9470

SCHWANITZ, Franz. Vývoj kulturních rostlin. 1. vyd. Praha: SZN, 1969, 544 s.

ŠKEŘÍK, J., KAZDA, J., KUČTOVÁ, P., NERAD, D. Pěstování řepky v ekologickém zemědělství. Metodické listy č. 31. Brno. 2006. Dostupný z: <<http://www.eposcr.eu/wp-content/uploads/2011/04/ML31-Repka.pdf>>.

ÚKSÚP, Ústředný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky. Popisy registrovaných odrôd ostatných olejnin 2003 – 2012. [online]. [cit. 2015-02-18]. Dostupný z: <[http://www.uksup.sk/download/odrody/20130822\\_opisy\\_ostatne\\_olejniny.pdf](http://www.uksup.sk/download/odrody/20130822_opisy_ostatne_olejniny.pdf)>.

ÚKZÚZ, Věstník Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského. Ročník XIII, řada Národní odrůdový úřad, číslo 3, Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. června 2014. ÚKZÚZ v Brně, 2014. Strana 30. Dostupné z: <[http://eagri.cz/public/web/file/247574/SO\\_NL\\_2014.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/247574/SO_NL_2014.pdf)>.

UNODC, United Nations Office on Drugs and Crime. JOHN, Bleho. [online]. Bankog, 18. 12. 2013 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <[http://www.unodc.org/documents/southeastasiaandpacific//2013/12/ops/UNODC\\_PR\\_Opium\\_Poppy\\_Survey\\_2013.pdf](http://www.unodc.org/documents/southeastasiaandpacific//2013/12/ops/UNODC_PR_Opium_Poppy_Survey_2013.pdf)>.

UNODC, United Office on Drugs and Crime. World Drug Report 2014. Opiates. [online]. [cit. 2015-02-18], s. 21- 34. Dostupné z: <[http://www.unodc.org/documents/wdr2014/Opiates\\_2014\\_web.pdf](http://www.unodc.org/documents/wdr2014/Opiates_2014_web.pdf)>.

VAŠÁK, J. a kol. Mák. Česká mák – sdružení právnických a fyzických osob. Praha: Powerprint, 2010, 336 s. ISBN 978-80-904011-8-1.

VAŠÁK, Jan. Základní informace o činnosti Českého máku a úvahy k trhu a agronomii máku. 13. Makový občasník: Pěstování máku v roce 2014. Sdružení Český mák. 1. vydání. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014, s. 5-11. ISBN 978-80-213-2443-5.

VAŠÁK, Jan, KOSEK, Zdeněk. Mák ve struktuře rostlinné výroby. Farmář, 7 (2), 2001, s. 26-28. ISSN 1210-9789.

VLK, R. Výsledky odrůdových a fungicidních pokusů. 13. Makový občasník: Pěstování máku v roce 2014. Sdružení Český mák. 1. vydání. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014, s. 39. ISBN 978-80-213-2443-5.

VLK, R., KOSEK, Z., ŠIMÁNEK, P. Nové trendy v technologii pěstování máku – výsledky odrůdových, fungicidních a herbicidních pokusů v roce 2012. 12. Makový občasník: Pěstování máku v roce 2013. Sdružení Český mák. 1. vydání. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013. s. 26-29. ISBN 978-80-213-2354-4.

VLK, R., KOSEK, Z., ŠIMÁNEK, P. Výsledky odrůdových a fungicidních pokusů v roce 2011. 11. Makový občasník: Pěstování máku v roce 2012. Sdružení Český mák. 1. vydání. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012. s. 58 – 59. ISBN 978-80-213-2248-6.

## 11. Přílohy

Příloha 1 – Přípravné práce laboratorního měření v prostředí ČZU.

Příloha 2 – Odrůda Marianne.

Příloha 3 – Růstové fáze odrůdy Marianne.

Příloha 4 – Odrůda Buddha.

Příloha 5 – Růstové fáze odrůdy Buddha.

Příloha 6 – Odrůda Postomi.

Příloha 7 – Růstové fáze odrůdy Postomi.

Příloha 8 – Odrůda Lazur.

Příloha 9 – Růstové fáze odrůdy Lazur.

Příloha 10 – Odrůda Florian.

Příloha 11 – Růstové fáze odrůdy Florian.

Příloha 12 – Odrůda Tatranský.

Příloha 13 – Růstové fáze odrůdy Tatranský.

Příloha 14 – Odrůda Sokol.

Příloha 15 – Růstové fáze odrůdy Sokol.

Příloha 16 – Odrůda Albín.

Příloha 17 – Růstové fáze odrůdy Albín.

Příloha 18 – Odrůda Korneuburger Wissner.

Příloha 19 – Růstové fáze odrůdy Korneuburger Wissner.

Příloha 20 – Odrůda Opál.

Příloha 21 – Růstové fáze odrůdy Opál.

Příloha 22 – Odrůda Major.

Příloha 23 – Růstové fáze odrůdy Major.

Příloha 24 – Odrůda CM 112.

Příloha 25 – Růstové fáze odrůdy CM 112.

**PŘÍLOHA 1 – Přípravné práce laboratorního měření v prostředí ČZU. Foto: Autor.**





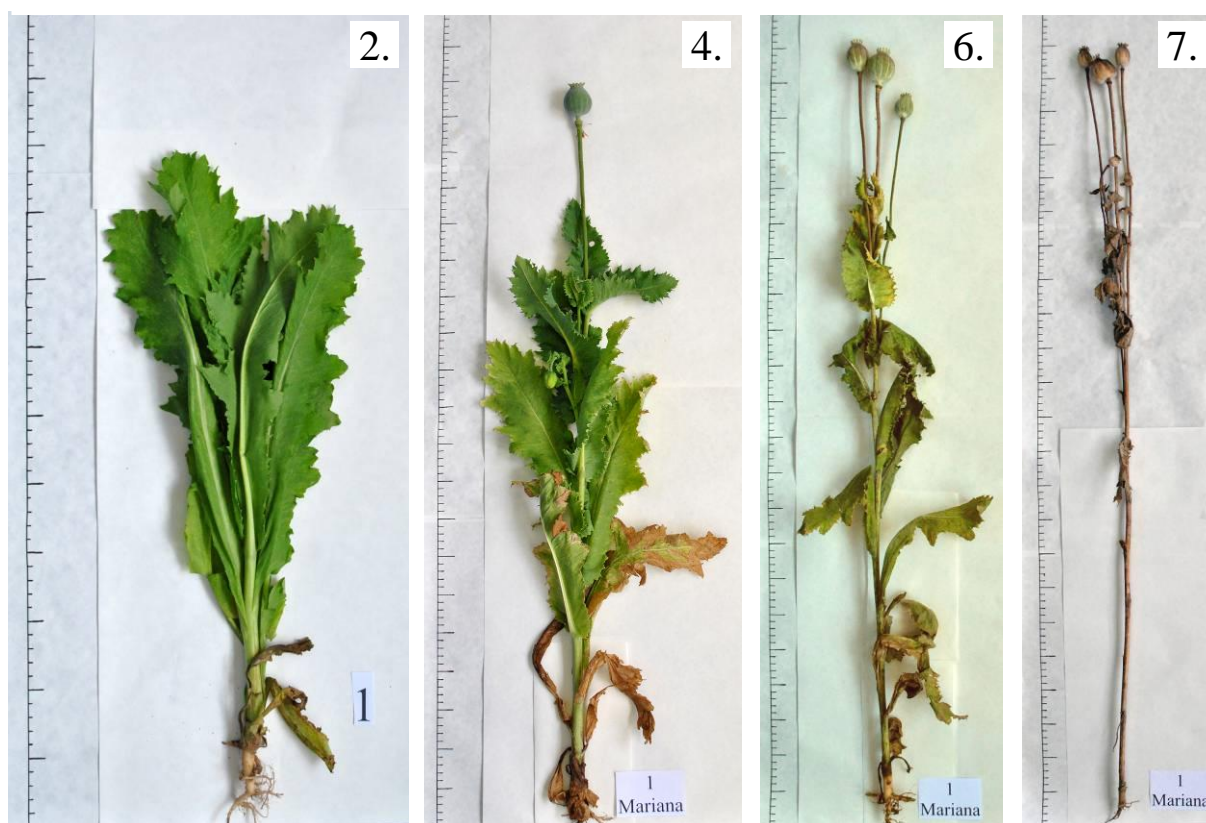
**PŘÍLOHA 2 – Odrůda Marianne.**

Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





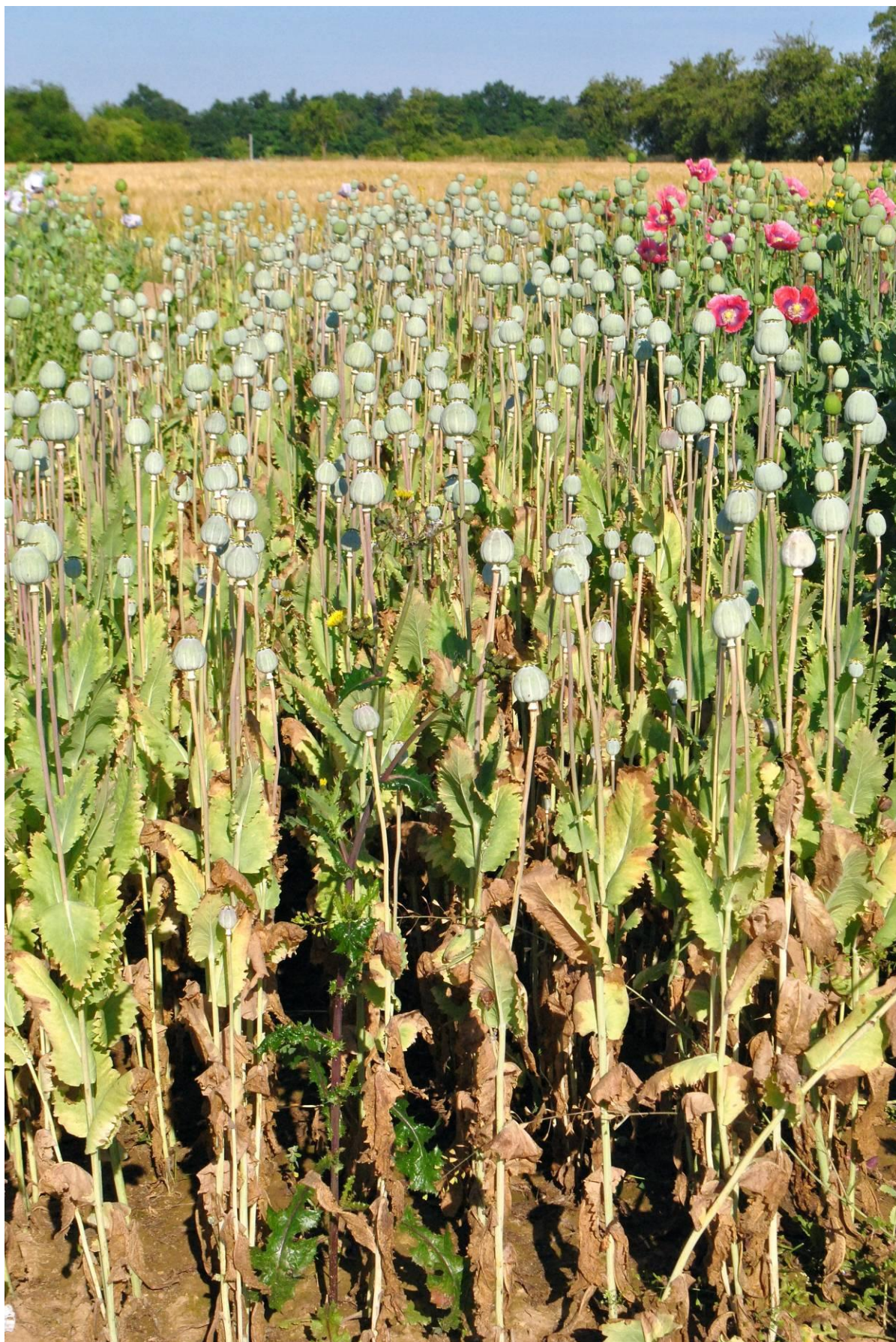
**PŘÍLOHA 3 – Růstové fáze odrůdy Marianne.**  
 Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.





#### **PŘÍLOHA 4 – Odrůda Buddha.**

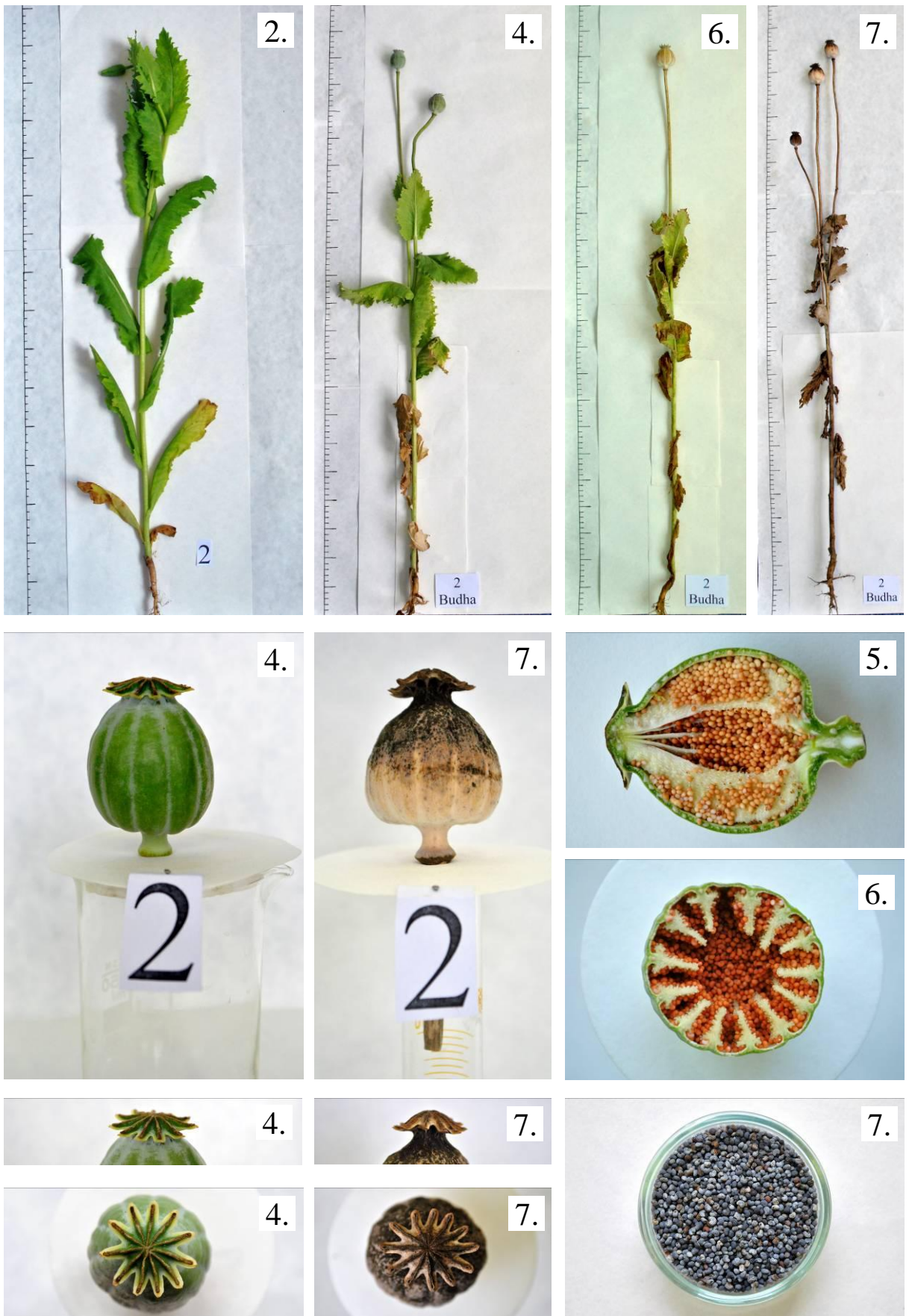
Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 5 – Růstové fáze odrůdy Buddha.**

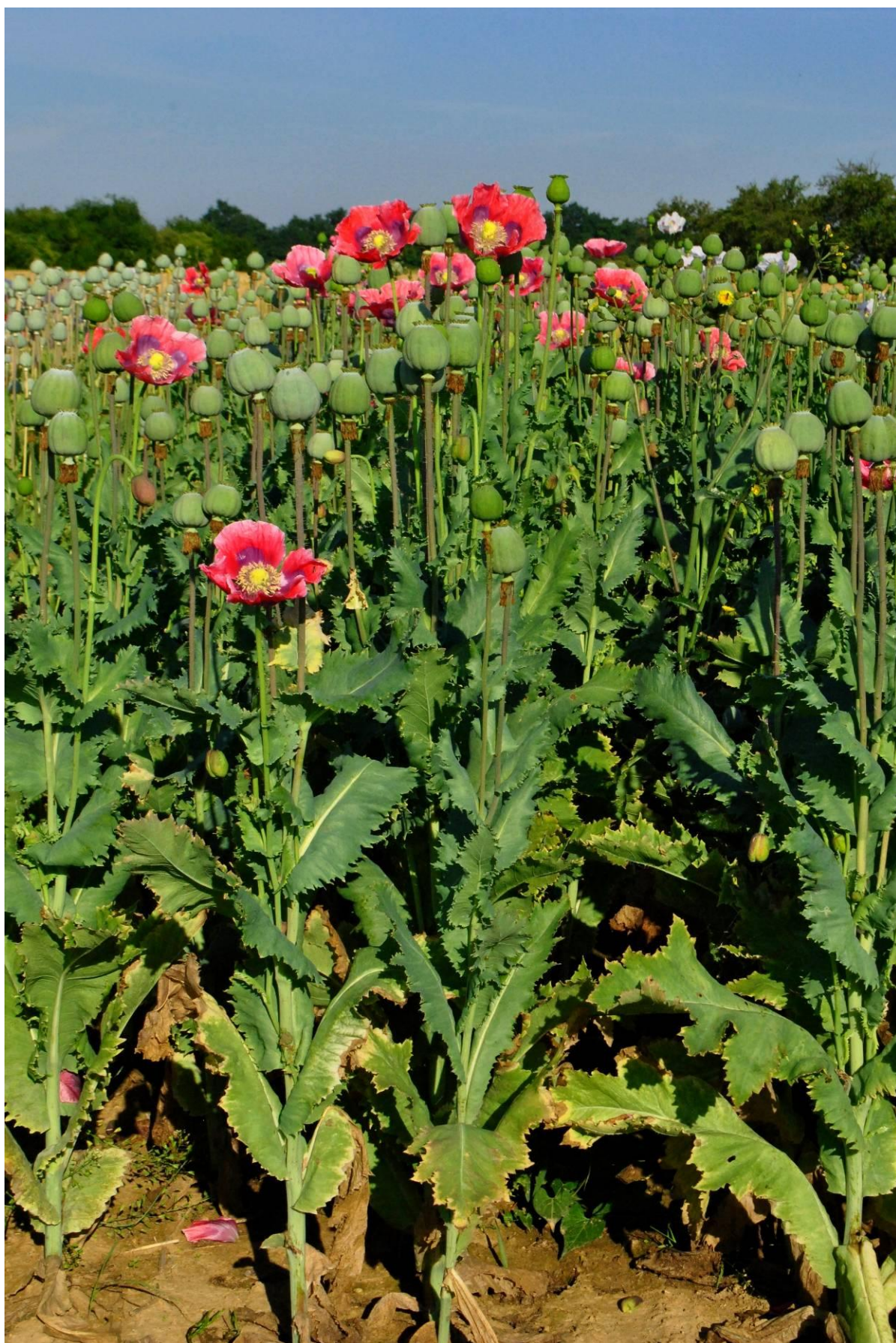
Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 6 – Odrůda Postomi.**

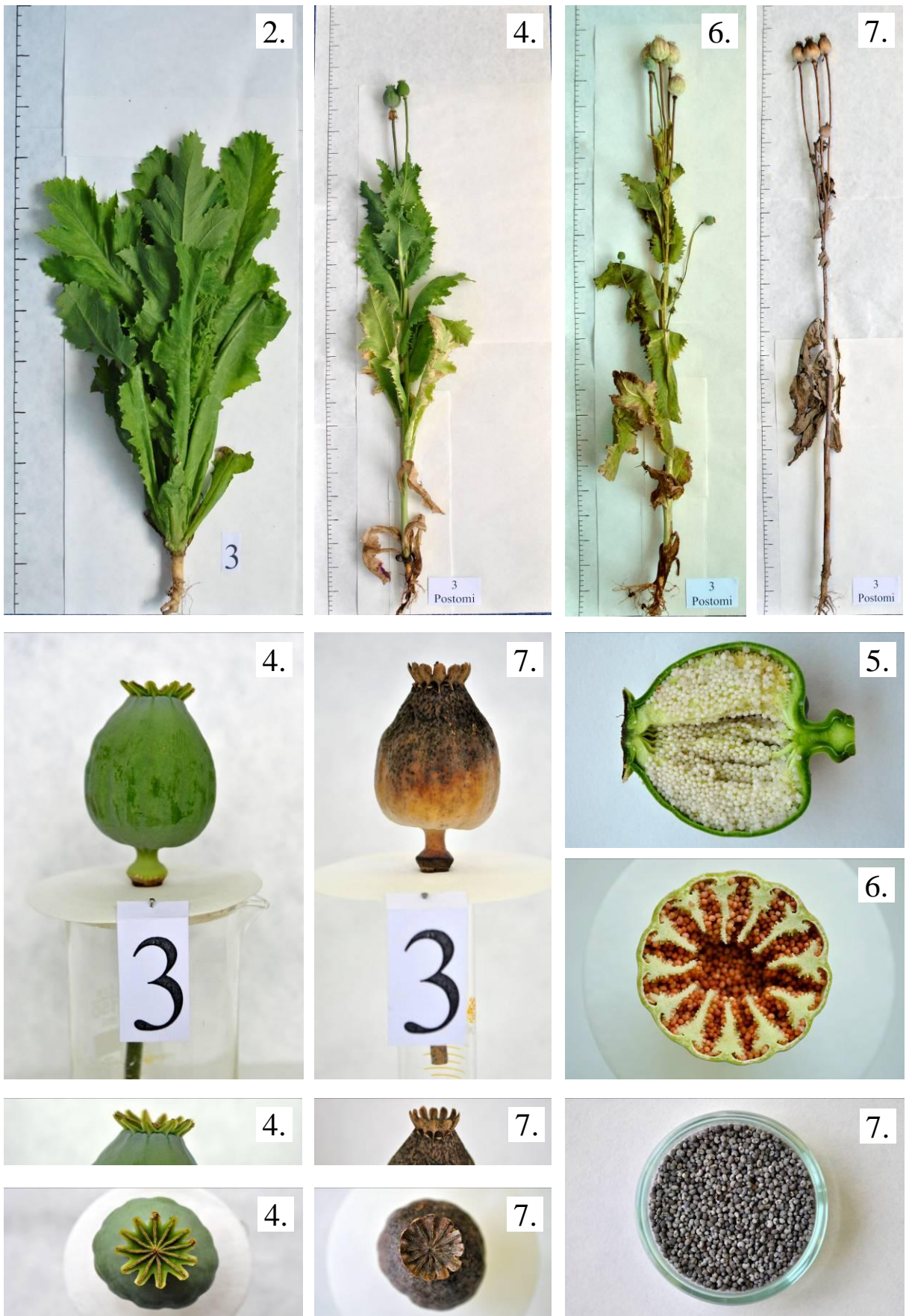
Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 7 – Růstové fáze odrůdy Postomi.**

Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 8 – Odrůda Lazur.**

Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 9 – Růstové fáze odrůdy Lazur.**

Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 10 – Odrůda Florian.**

Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 11 – Růstové fáze odrůdy Florian.**  
 Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.



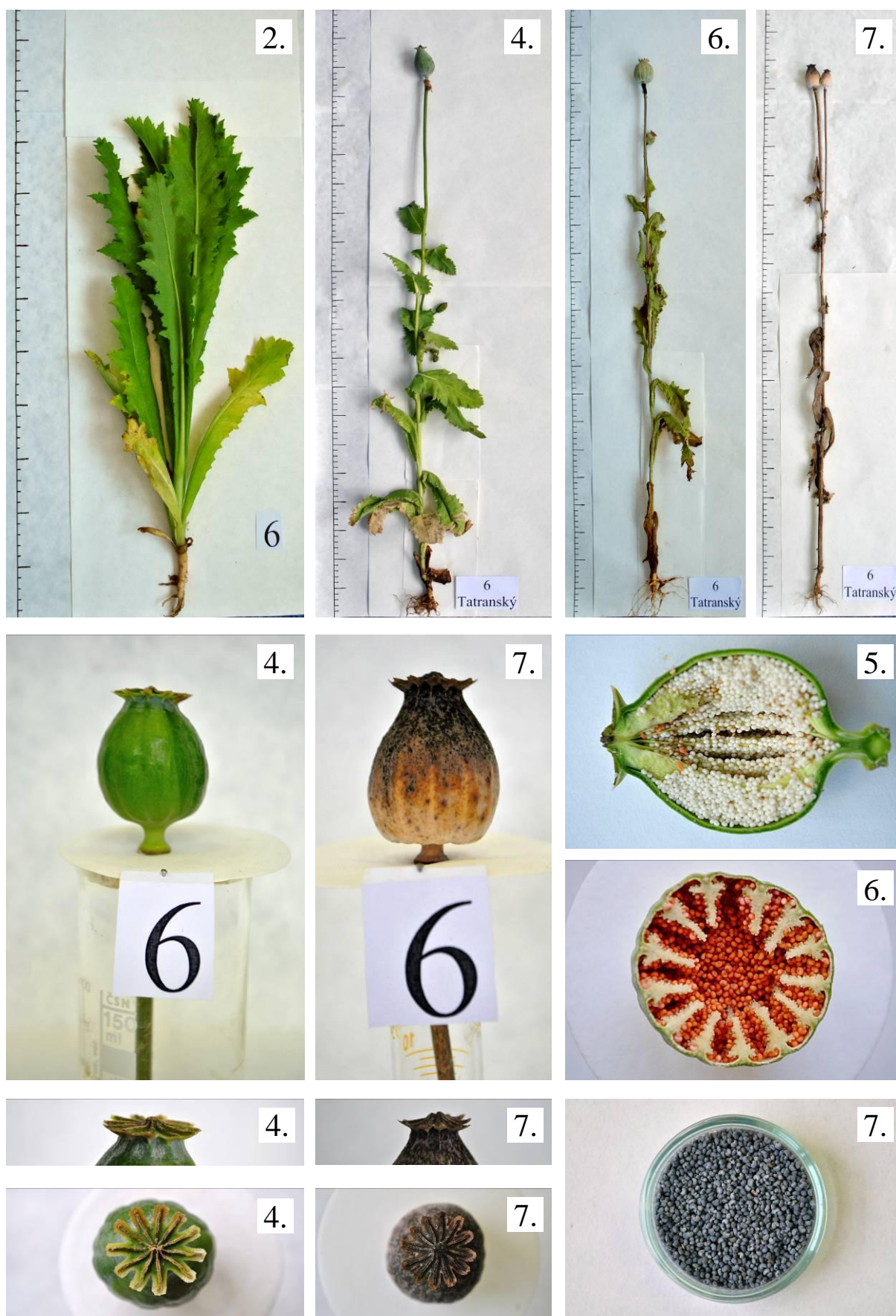


**PŘÍLOHA 12 – Odrůda Tatranský.**  
Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





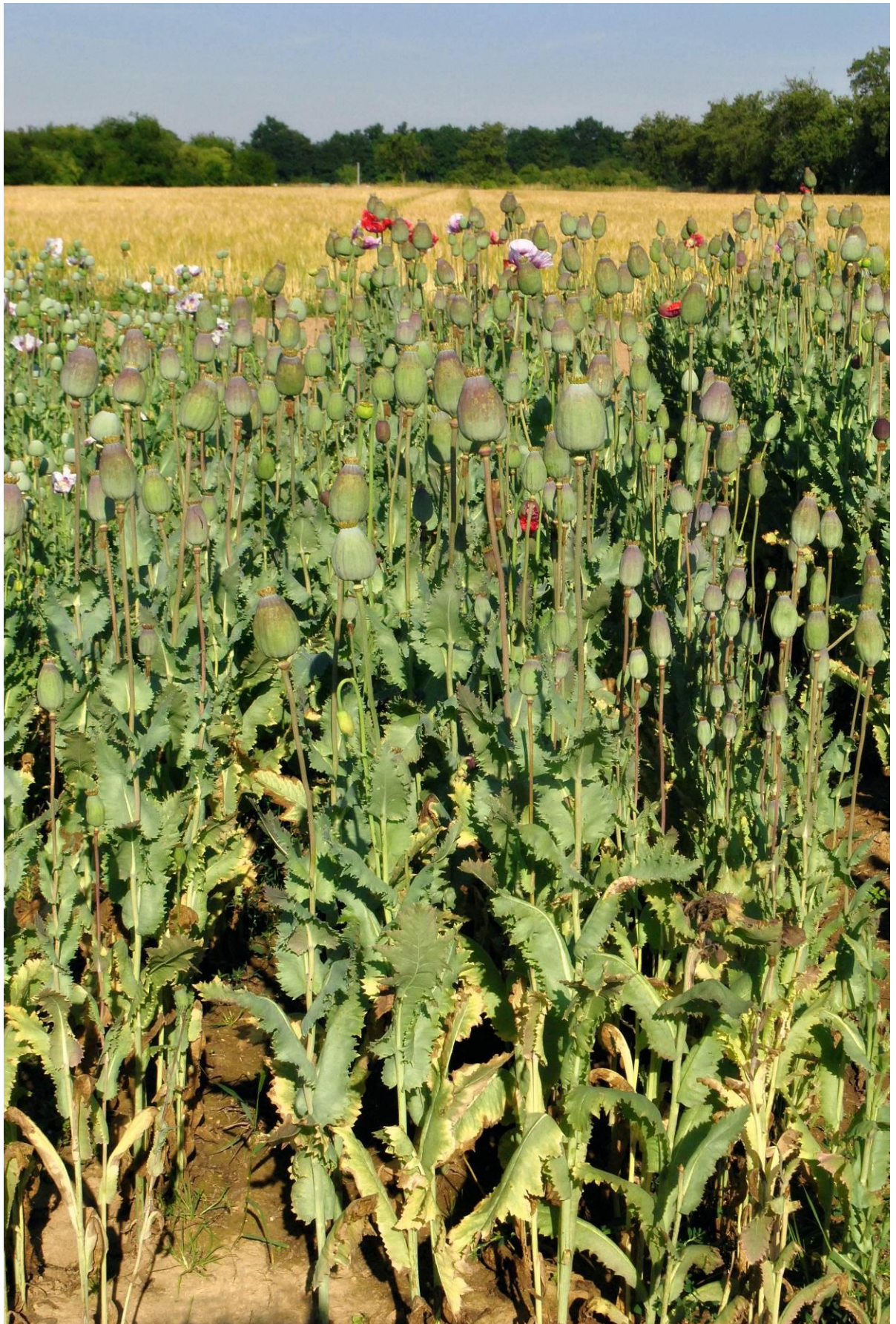
**PŘÍLOHA 13 – Růstové fáze odrůdy Tatranský.**  
 Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 14 – Odrůda Sokol.**

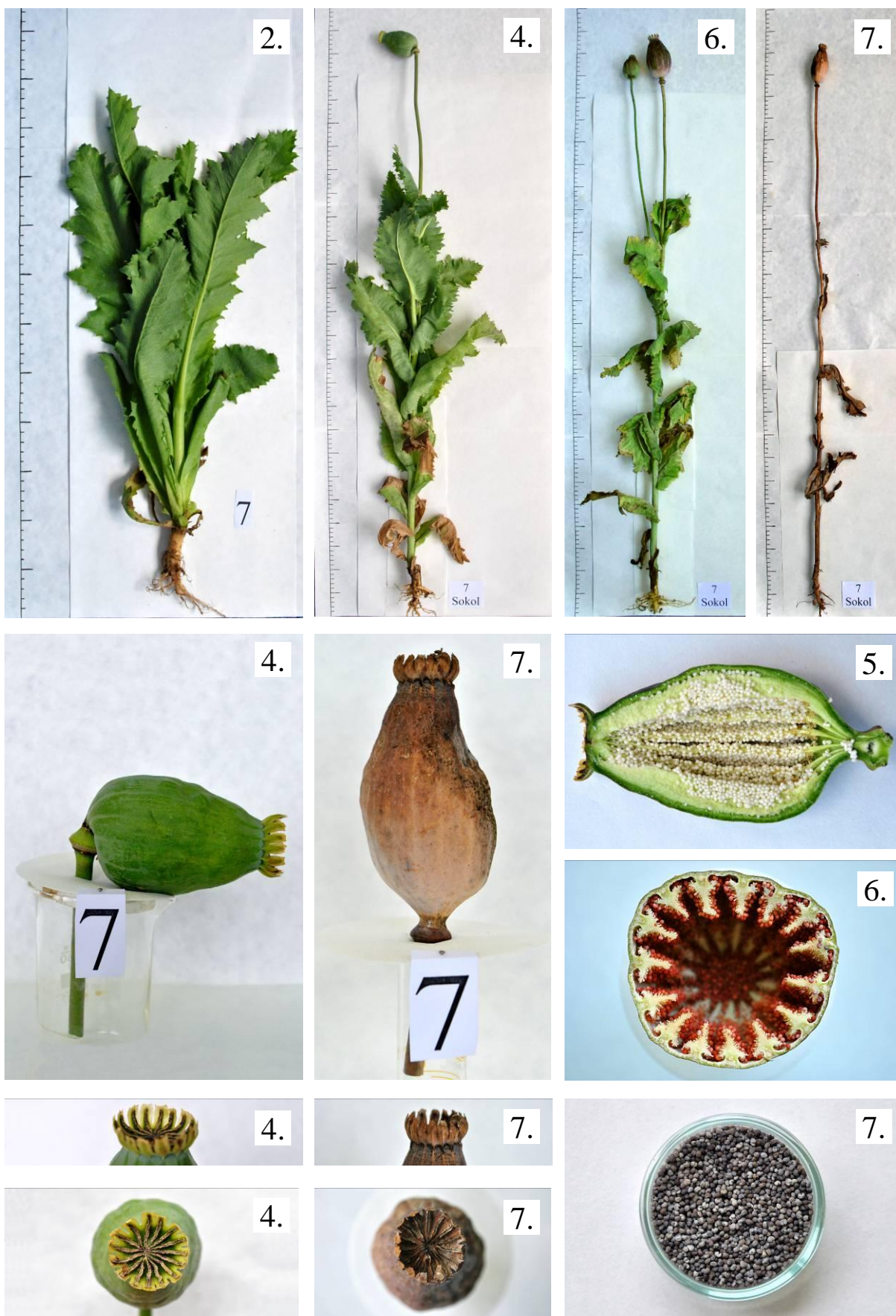
Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 15 – Růstové fáze odrůdy Sokol.**

Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 16 – Odrůda Albín.**

Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





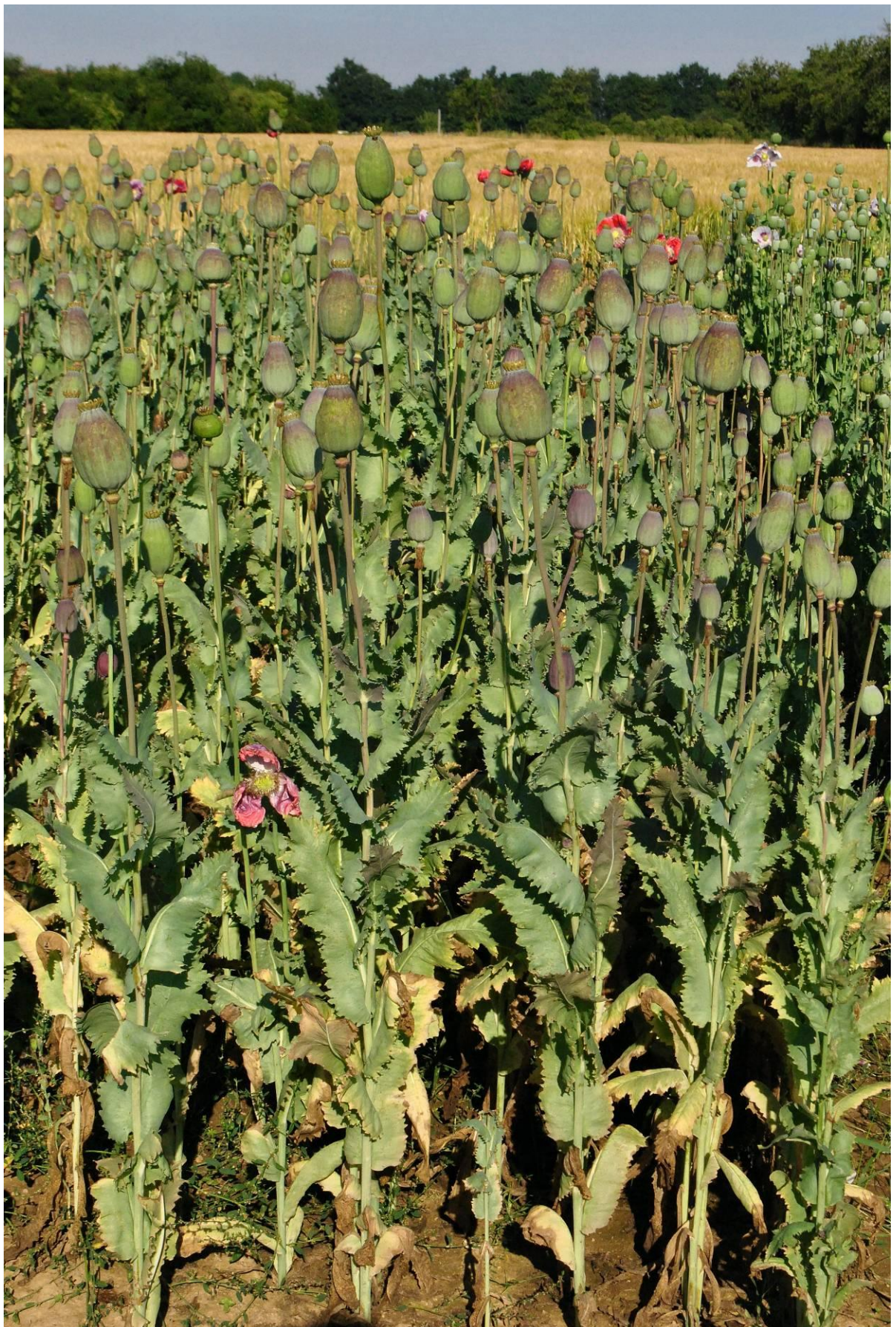
**PŘÍLOHA 17 – Růstové fáze odrůdy Albin.**

Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.



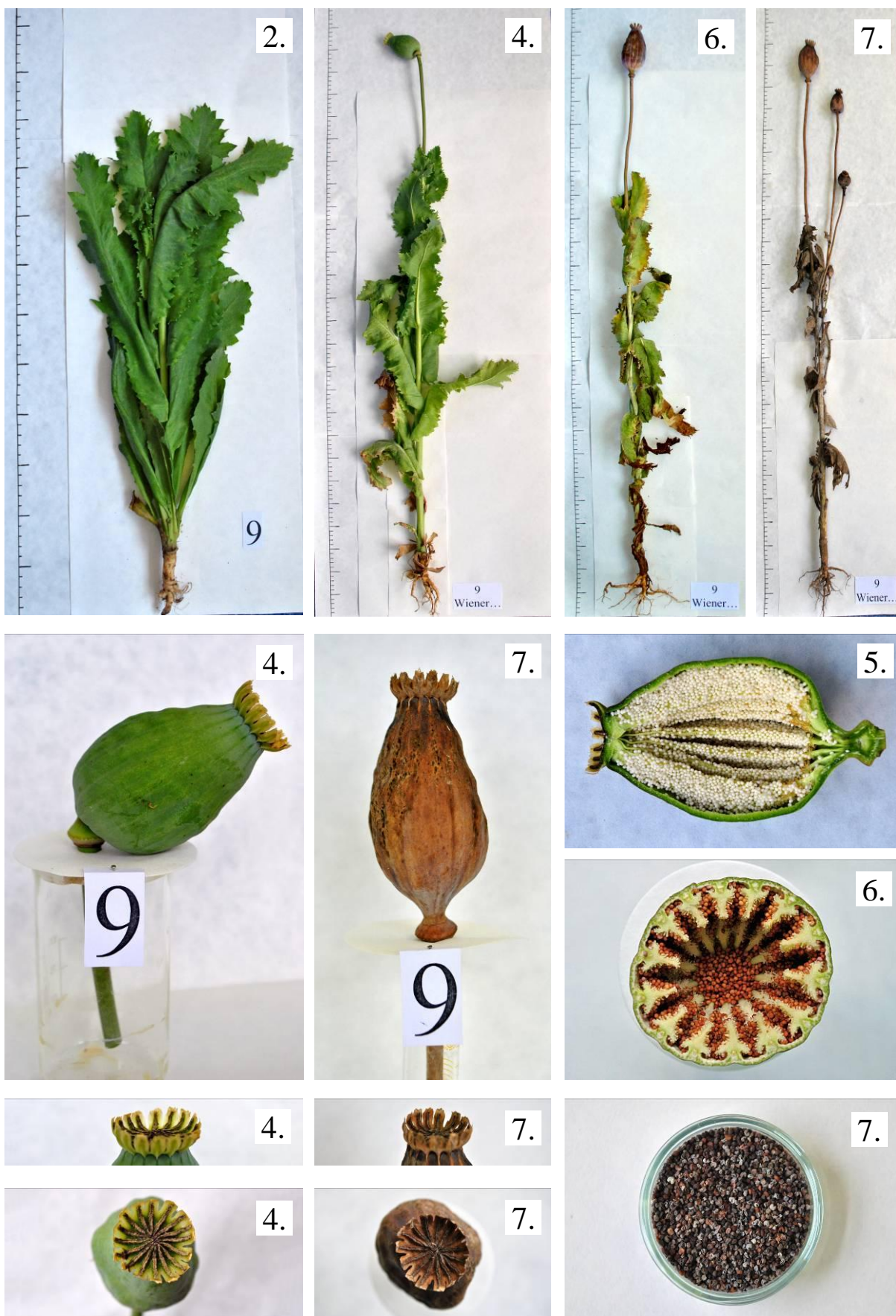


**PŘÍLOHA 18 – Odrůda Korneuburger Wissler.**  
Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 19 – Růstové fáze odrůdy Korneuburger Wissler.**  
 Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 20 – Odrůda Opál.**

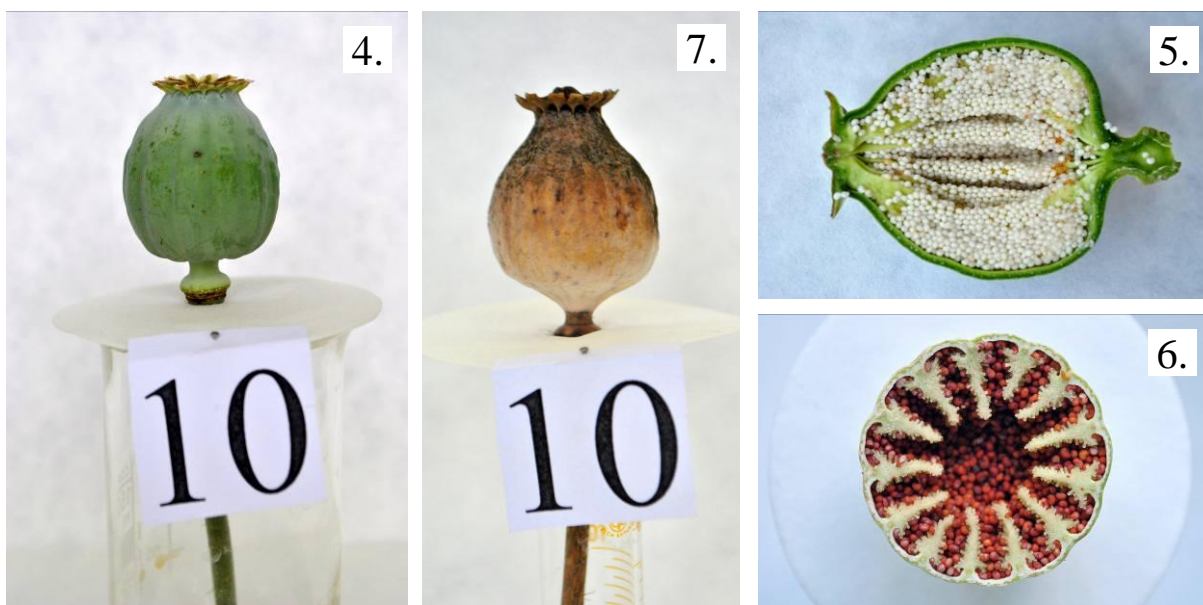
Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 21 – Růstové fáze odrůdy Opál.**

Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 22 – Odrůda Major.**

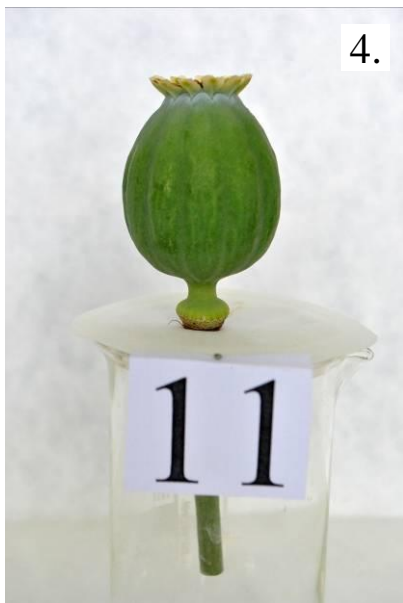
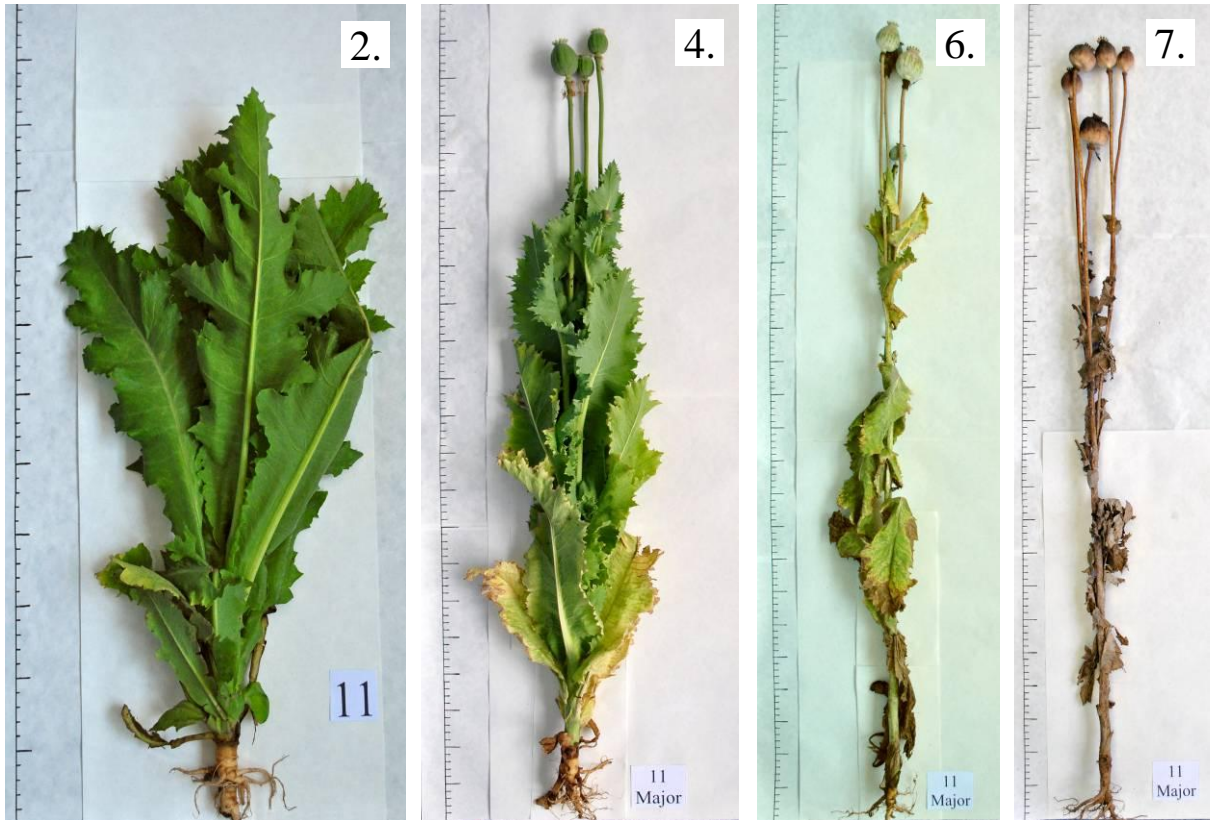
Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 23 – Růstové fáze odrůdy Major.**

Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 24 – Odrůda CM 112.**

Pokusný pozemek máku setého ve Výzkumné stanici Červený Újezd. Foto: Autor.





**PŘÍLOHA 25 – Růstové fáze odrůdy CM 112.**  
 Číslo v pravém horním rohu udává termín odběru a měření. Foto: Autor.

