

MAK SIATY PRE SLOVENSKO

Piešťany, 2013

**CENTRUM VÝSKUMU RASTLINNEJ
VÝROBY PIEŠŤANY**

LABRIS, s.r.o.

MAK SIATY PRE SLOVENSKO

Zborník z 5. odborného seminára
Piešťany, 13. november 2013

Názov: Mak siaty pre Slovensko.

Zborník z 5. odborného seminára, Piešťany, 13.11.2013

Zostavovateľ: Kolektív autorov

Rukopisy neprešli odbornou ani jazykovou úpravou.

Za odborný obsah zodpovedajú autori.

© Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, 2013

ISBN 978-80-89417-50-6

Obsah

LICHVÁROVÁ, M.; MUCHOVÁ, D.: Legislatívne podmienky pestovania maku siateho na Slovensku-----	6
MUCHOVÁ, D.; LICHVÁROVÁ, M., ŠIMON, J.; ŽOFAJOVÁ, A.: Výkonnostný potenciál a úrodová stabilita odrôd maku siateho-----	9
ČTVRTEČKA, J.: Pěstitelský rok 2013-----	13
ŠABATKA, J.: Příprava půdy k setí máku-----	15
LOŠÁK, T.: Zásadní poznatky k výživě a hnojení máku-----	16
FIŠER, F.: Ochrana máku proti plevelům-----	17
ŘÍHA, K.: Doporučení pro správné vedení porostu máku setého z hlediska ochrany proti houbovým chorobám-----	18
ROTEKL, J.: Hmyzí škůdci máku setého a ochrana proti nim-----	19
KRÁSNÝ, O.: Míchání potravinářského máku s technickým mákem a možnosti zamezení jeho míchaní-----	24
HLINKOVÁ, A.: Vybrané lipidy semien maku siateho pestovaného na Slovensku-----	25
ČERTÍK, M.: Analýza látok ovplyvňujúcich oxidačnú a termickú stabilitu maku-----	29
MALIAR, T.: Biologická aktivita extraktov maku siateho <i>in vitro</i> -----	33
KOREŇOVSKÁ, M.: Porovnanie obsahu prvkov v semenách potravinárskeho a technického maku	38

LEGISLATÍVNE PODMIENKY PESTOVANIA MAKU SIATEHO NA SLOVENSKU

Mária LICHVÁROVÁ, Darina MUCHOVÁ

Napriek tomu, že Slovensko je jednou z mála krajín Európy, kde sa mak šľachtí a pestuje, sú jeho plochy u nás v porovnaní s minulosťou minimálne. Pestovateľské plochy sa pohybujú ročne rádovo v stovkách hektárov, čo je v porovnaní s Českou republikou zlomok ich priemernej každoročnej výmery. Mak však stále patrí medzi zaujímavé komodity, a to vzhľadom na možnosti exportu kvalitného semena i zabezpečenie surovínovej základne pre farmaceutický priemysel, ktorý požaduje od pestovateľov makovice s vysokým obsahom morfinu.

Pre pestovanie maku na Slovensku bol zlomovým rok 1998, kedy vstúpil do platnosti zákon 139/1998 Z.z. o omamných látkach, psychotropných látkach a prípravkoch. Omamné a psychotropné látky sa zaraďujú podľa ich účinkov na zdravie do troch skupín, z ktorých sa vyradujú alebo preradujú do inej skupiny podľa rozhodnutia Medzinárodného úradu pre kontrolu omamných látok pri OSN. Do II. skupiny omamných látok boli zaradené aj *rastliny druhu Papaver somniferum L. /mak siaty/ okrem semien*.

Uvedený zákon niektorými ustanoveniami týkajúcimi sa pestovania maku odradil od tejto činnosti mnohých, dovtedy úspešných pestovateľov. K určitému zmierneniu požiadaviek tohto zákona pre vydanie povolenia na pestovanie maku došlo jeho novelizáciou zákonom č. 77/2009 Z.z. s účinnosťou od 1. apríla 2009.

Súčasná požiadavka na pestovateľov maku siateho v súlade s platnou legislatívou

Mak siaty možno pestovať bez povolenia na ploche menšej ako 100 m² iba na potravinárske účely. Po zbere úrody maku siateho je pestovateľ povinný makovú slamu bezodkladne zapracovať do pôdy alebo ju odovzdať výrobcovi omamnej a psychotropnej látky, ktorý je držiteľom povolenia na túto činnosť. Maková slama na účely tohto zákona je tobolka maku siateho so stonkou dlhou najviac 15 cm okrem semien.

Pestovanie maku siateho na ploche väčšej ako 100 m² a dovoz, vývoz alebo tranzit makovej slamy na účely výroby omamných a psychotropných látok a prípravkov je možné iba na základe povolenia.

Ak držiteľ povolenia na pestovanie maku siateho tri po sebe nasledujúce roky odo dňa vydania povolenia nepestuje mak siaty na ploche väčšej ako 100 m², povolenie stráca platnosť.

Podmienky na zaobchádzanie s omamnými a psychotropnými látkami

Zaobchádzať s omamnými a psychotropnými látkami (kde podľa zákona patrí aj pestovanie maku) môže len fyzická alebo právnická osoba, ak splní podmienky ustanovené týmto zákonom, a to **na základe povolenia**, ktoré vydáva Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky.

Fyzické osoby môžu zaobchádzať s omamnými a psychotropnými látkami:

- ak dosiahli vek 18 rokov
- sú spôsobilé na právne úkony, bezúhonné a zdravotne spôsobilé
- sú odborne spôsobilé.

Bezúhonnosť žiadateľa, odborného zástupcu a osôb, ktoré sú štatutárnym orgánom, sa preukazuje odpisom registra trestov.

Zdravotnú spôsobilosť preukazuje žiadateľ lekársym posudkom. Ak je to potrebné preukazuje aj vylúčenie závislosti od používania omamných a psychotropných látok.

Odbornú spôsobilosť preukazuje žiadateľ o vydanie povolenia alebo jeho odborný zástupca a zamestnanci, ktorí priamo riadia činnosti uvedené v povolení.

Odborná spôsobilosť sa preukazuje:

1) diplomom v odboroch uvedených v zákone

a/ diplomom o skončení štúdia na vysokej škole v študijnom odbore farmácia, lekárstvo alebo veterinárne lekárstvo

b/ diplomom o ukončení štúdia na vysokej škole chemického zamerania

c/ diplomom o špecializácii v odbore farmaceutické technologické postupy, v odbore zabezpečovanie kvality liekov, v odbore vyšetrovacie metódy v klinickej biochémií, v odbore vyšetrovacie metódy v patológii a súdnom lekárstve alebo v odbore vyšetrovacie metódy v toxikológii a farmakológii

d/ dokladom o ukončení štúdia na strednej zdravotníckej škole maturitnou skúškou alebo

e/ dokladom uznaným podľa osobitného predpisu, ak ide o osobu, ktorá získala odborné vzdelanie požadované podľa písmen a/ až d/ štúdiom v zahraničí.

2) osvedčením na zaobchádzanie s omamnými a psychotropnými látkami

V prípade, že žiadateľ alebo jeho odborný zástupca a zamestnanci, ktorí priamo riadia činnosti uvedené v povolení nemajú odbornú spôsobilosť na základe dosiahnutého vzdelania, musia byť oboznámení s touto problematikou, pravidelne si doplňovať potrebné znalosti a najmenej raz za dva roky absolvovať preverenie vedomostí. **To sa nevzťahuje na zamestnancov držiteľa povolenia na pestovanie maku siateho, ktorí priamo neriadia činnosti uvedené v povolení.** Oboznámenie a preverovanie vykonáva Slovenská zdravotnícka univerzita (SZU) v Bratislave na základe žiadosti zamestnávateľa. O úspešne vykonanej skúške SZU vydá osvedčenie, ktoré zašle v dvoch vyhotoveniach zamestnávateľovi. Náklady spojené s oboznámením a preverením znáša zamestnávateľ.

Právnické osoby môžu zaobchádzať s omamnými a psychotropnými látkami len vtedy, ak majú ustanoveného odborného zástupcu. Odborný zástupca musí spĺňať podmienky určené pre fyzickú osobu.

Odborný zástupca je fyzická osoba, ktorá zodpovedá za vykonávanie odbornej činnosti, na ktorú bolo vydané povolenie. Odborný zástupca musí byť v pracovnom pomere alebo v obdobnom pracovnom vzťahu k držiteľovi povolenia. Ak odborný zástupca pre pestovanie maku siateho prestane vykonávať odbornú činnosť, držiteľ povolenia bezodkladne oznámi túto skutočnosť ministerstvu a uvedie dôvod, pre ktorý odborný zástupca prestal vykonávať odbornú činnosť. Držiteľ povolenia na pestovanie maku môže do skončenia vegetačného obdobia vykonávať odbornú činnosť, ak ďalej nie je ustanovené inak.

Podmienkou na zaobchádzanie s omamnými a psychotropnými látkami a prípravkami je zabezpečenie

a/materiálneho, priestorového a personálneho vybavenia na požadovaný druh činnosti

b/administratívno-technických opatrení na bezpečné uchovávanie omamných a psychotropných látok a prípravkov a na zabránenie ich zneužitia.

Žiadosť o vydanie povolenia na zaobchádzanie s omamnými a psychotropnými látkami

1) Žiadosť o vydanie povolenia na zaobchádzanie s omamnými a psychotropnými látkami podáva žiadateľ na Ministerstvo zdravotníctva SR.

2) Žiadosť o vydanie povolenia musí obsahovať údaj o

a/ mene a priezvisku, mieste trvalého pobytu, rodnom čísle, štátnom občianstve a obchodnom mene, ak je žiadateľ fyzická osoba

b/ obchodnom mene, sídle, právnej forme, ako aj o mene a priezvisku, mieste trvalého pobytu a rodnom čísle osoby alebo osôb, ktoré sú štatutárnym orgánom, a o identifikačnom čísle, ak bolo pridelené, ak je žiadateľom právnická osoba, o mene a priezvisku, mieste trvalého pobytu, rodnom čísle a štátnom občianstve odborného zástupcu, ak bol ustanovený

c/ druhu a rozsahu zaobchádzania s omamnými a psychotropnými látkami

d/ mieste výkonu činnosti

e/ dni začatia zaobchádzania s omamnými a psychotropnými látkami

3) K žiadosti o vydanie povolenia je žiadateľ ďalej povinný doložiť

a/ doklad o svojej zdravotnej spôsobilosti alebo o zdravotnej spôsobilosti svojho odborného zástupcu

b/ doklad o svojej odbornej spôsobilosti alebo o odbornej spôsobilosti svojho odborného zástupcu

c/ výpis z obchodného registra nie starší ako tri mesiace odo dňa podania žiadosti o vydania povolenia alebo úradne osvedčenú kópiu zriaďovacej listiny, ak je žiadateľom právnická osoba zriadená podľa osobitného predpisu

d/ doklad o vlastníctve alebo nájme priestorov, kde sa bude činnosť vykonávať, a v prípade vykonávania prepravy doklad o vlastníctve alebo nájme a vhodnosti dopravného prostriedku

e/ potvrdenie spracovateľskej organizácie o odbere úrody alebo vyhlásenie žiadateľa o zabezpečení pozberového zneškodnenia makovej slamy bezodkladným zapracovaním do pôdy

f/ čestné vyhlásenie o vlastníctve alebo nájme pozemkov, na ktorých sa bude pestovanie vykonávať, s uvedením katastrálneho územia a parcelného čísla

Povolenie

1) Ak žiadateľ nespĺňa podmienky na vydanie povolenia, MZSR žiadosť zamietne.

2) Povolenie sa vydáva na špeciálnom papieri s hologramom.

3) Povolenie je viazané na jeho držiteľa. Povolenie zaniká smrťou držiteľa povolenia, jeho vyhlásením za mŕtveho alebo zánikom právnickej osoby.

4) Povolenie môže byť MZSR pozastavené alebo zrušené ak sa nedodržiavajú ustanovenia tohto zákona.

Povinnosti držiteľa povolenia na pestovanie maku

Držiteľ povolenia je povinný určiť zamestnancov, ktorí budú priamo riadiť predmetnú činnosť a je povinný zabezpečiť ich pravidelné zaškolenie a preskúšanie (minimálne raz za dva roky).

Držiteľ povolenia na pestovanie maku siateho na začiatku každej pestovateľskej sezóny, najneskôr do 15. februára príslušného roka, predkladá ministerstvu

a) potvrdenie spracovateľskej organizácie o odbere úrody makovej slamy s uvedením osevnej plochy maku siateho alebo vyhlásenie držiteľa povolenia na pestovanie maku siateho o zabezpečení zneškodnenia makovej slamy bezodkladným zapracovaním do pôdy,

b) vyhlásenie o plánovanej výmere osevnej plochy maku siateho v pestovateľskej sezóne s uvedením katastrálneho územia a parcelného čísla pozemku,

c) vyhlásenie, že v príslušnom roku nebude pestovať mak siaty; v takom prípade doklady podľa písmen a) a b) nepredkladá.

Každý pestovateľ maku siateho na potravinárske účely je povinný zabrániť zneužitiu makovej slamy na výrobu omamných a psychotropných látok. Zakazuje sa vstupovať do porastu maku siateho; to neplatí pre držiteľa povolenia na pestovanie maku siateho, jeho odborného zástupcu a nimi poverenej osoby a zástupcov orgánov vykonávajúcich kontrolnú činnosť. Takisto sa zakazuje narezávať alebo zbierať tobolky maku siateho v mliečnej zrelosti. Držiteľ povolenia na pestovanie maku siateho je povinný bezodkladne po zistení poškodenia porastu nepovolnou osobou oznámiť túto skutočnosť orgánom činným v trestnom konaní.

Každý držiteľ povolenia na pestovanie maku siateho je povinný za vopred dohodnutú cenu odovzdať spracovateľskej organizácii celú úrodu makovej slamy v lehote určenej v povolení alebo ju bezodkladne zneškodniť zapracovaním do pôdy. Spracovateľská organizácia musí byť držiteľom povolenia. Nad zneškodňovaním porastu alebo makovej slamy, ktorá nebola odovzdaná spracovateľskej organizácii, dohliada UKSÚP.

Oznamovacie povinnosti

Držiteľ povolenia na pestovanie maku siateho je povinný oznámiť do 31. decembra každého roka

1) množstvo vyprodukovanej makovej slamy na priemyselné účely, z toho

a/ množstvo odovzdané spracovateľskej organizácii

b/ skladované množstvo

c/ zneškodnené množstvo

2) skutočne osiatu plochu do 31. mája každého roka

Výkon štátnej správy, kontrolná činnosť, sankcie a pokuty

Kontrolnú činnosť nad dodržiavaním ustanovení tohto zákona vykonávajú orgány, ktoré plnia úlohy v oblasti štátnej správy na úseku omamných a psychotropných látok (ministerstvo, štátny ústav, samosprávne kraje, Pôdohospodárska platobná agentúra, Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky).

Za porušenie povinností vyplývajúcich z tohto zákona sa ukladajú pokuty.

Podakovanie: Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore zo zdrojov APVV (projekt číslo APVV-0248-10).

Zdroj: **Zákon č. 139/1998 Z.z. o omamných látkach, psychotropných látkach a prípravkoch** v znení neskorších predpisov a zákonov (zákon č. 260/1999 Z. z., zákona č. 13/2004 Z. z., zákona č. 633/2004 Z. z., zákona č. 330/2007 Z. z., zákona č. 455/2007 Z. z., zákona č. 393/2008 Z. z., zákona č. 461/2008 Z. z., zákona č. 77/2009 Z. z., zákona č. 468/2009 Z. z., zákona č. 43/2011 Z.z., zákona č. 362/2011 Z. z. a zákona č. 40/2013 Z. z.).

Adresa autorov:

Ing. Mária Lichvárová, RNDr. Darina Muchová, CVRV Piešťany - Výskumno-šľachtiteľská stanica Malý Šariš,
lichvarova@vurv.sk; muchova@vurv.sk

VÝKONNOSTNÝ POTENCIÁL A ÚRODOVÁ STABILITA ODRÔD MAKU SIATEHO

DARINA MUCHOVÁ, MÁRIA LICHVÁROVÁ, JAROSLAV ŠIMON, ALŽBETA ŽOFAJOVÁ

V sortimente registrovaných odrôd maku siateho na Slovensku za ostatné desaťročie nastali iba malé zmeny – bola registrovaná jedna odroda a jedna reštringovaná. V ČR bola obmena odrôd maku siateho vyššia vďaka registrácii šiestich nových odrôd, z toho štyroch s inou ako modrou farbou semena. Na produkčných plochách sú stále najviac pestované modrosemenné odrody a z nich slovenské odrody maku siateho patria k najproduktívnejším. To potvrdzujú aj výsledky registračných odrodových pokusov ÚKZÚZ-u v Českej republike v rokoch 2011 – 2013. Vo všetkých troch rokoch boli dosiahnuté priemerné úrody semena nad 2 tony z hektára, čo dáva dobré predpoklady pre posúdenie výkonnostného potenciálu sledovaných odrôd. Skúšané odrody Bergam, Major, Maratón a kontrolné odrody Gerlach a Opal dosiahli vysoké úrody semena, 2,30 až 2,38 t.ha⁻¹, pričom rozdiely medzi priemerom kontrolných odrôd a skúšanými odrodami boli štatisticky nepreukazné. V stabilite úrod boli medzi uvedenými odrodami zistené malé rozdiely. Mierne vyššia stabilita bola zistená pri odrodách Gerlach, Major a Maratón. Odroda Major poskytla vysokú úrodu makovic, ktorá bola štatisticky preukazne vyššia v porovnaní s ostatnými odrodami.

Kľúčové slová: mak siaty, odrody, úroda semena, úroda makovic

ÚVOD

V súčasnosti je v Listine registrovaných odrôd Slovenskej republiky (SR) zapísaných 8 odrôd a v Českej republike (ČR) 9 odrôd maku siateho. Obmena odrôd s modrou farbou semena, ktoré zaberajú najväčšie pestovateľské plochy, bola pri tejto plodine za ostatných 10 rokov v oboch republikách minimálna. Za dané obdobie bola v SR reštringovaná odroda Malsar (2012) a registrovaná odroda Orfeus (2009), v ČR boli registrované odrody Zeno Plus – ozimná forma (2011) a Orbis (2012). V uvedenom období boli v ČR registrované aj 3 odrody s bielou farbou semena – Sokol, Orel, Racek a 1 odroda s okrovou farbou semena – Redy, ale tieto odrody sa na celkovej produkcii semena maku siateho podieľajú minoritným podielom. Za hlavné príčiny uvedeného stavu môžeme považovať tieto skutočnosti:

- prvoradým kritériom pre registráciu odrody je, aby kandidujúca odroda dosiahla vyššiu úrodu semena v porovnaní s kontrolnými odrodami. Kontrolné odrody Major, Opal v SR a Gerlach, Opal v ČR, disponujúce vysokým úrodovým potenciálom, predstavujú „silné“ štandardy, čo znamená, že splnenie uvedeného kritéria v hospodárskej hodnote sa stáva ťažko dosiahnuteľným;
- prísne požiadavky na splnenie kritérií DUS testov, t.j. testov na odlišnosť, homogenitu a stabilitu, pri ktorých sa mak posudzuje podľa kritérií platných pre samoopelivé plodiny, pritom vysoký podiel cudzoopelenia tejto plodiny dosiahnutie stanovených kritérií veľmi sťažuje;
- obmedzené genetické zdroje vhodné pre tvorbu nových materiálov;
- vyššia citlivosť maku siateho na pôsobenie nepriaznivých stresových faktorov, ktorá má často negatívny dopad na hodnotenie, selekciu, ako aj samotnú reprodukciu šľachtiteľského materiálu.

Od nových odrôd maku siateho sa vyžaduje nielen vysoká produktivita, ale aj schopnosť poskytovať relatívne stabilnú úrodu v meniacich sa podmienkach prostredia. Cieľom príspevku je zhodnotiť výkonnostný potenciál a stabilitu súčasných slovenských odrôd maku siateho v úrode semena a makovic.

MATERIÁL A METÓDY

V práci sú uvedené výsledky skúšok hospodárskej hodnoty odrôd maku siateho Bergam, Major a Maratón, testovaných v rokoch 2011 až 2013 v Štátnych odrodových skúškach ČR za účelom ich registrácie v danej krajine. Porovnanie dosiahnutých úrod bolo uskutočnené na kontrolné odrody Gerlach a Opal. Do hodnotenia boli zahrnuté výsledky pochádzajúce zo 7 staníc ÚKZÚZ-u v roku 2011, 6 staníc v roku 2012 a 6 staníc v roku 2013, lokalizovaných do 4 výrobných oblastí (Zehnálek, 2011, 2012, 2013). Reakciu odrôd maku siateho na pestovateľské prostredie sme vypočítali pomocou variačného koeficientu (podiel smerodajnej odchýlky a aritmetického priemeru vyjadrený v percentách), na základe ktorého bola hodnotená stabilita jednotlivých odrôd. Vyššie uvedené odrody, skúšané, aj kontrolné, boli vyšľachtené v CVRV Piešťany – VŠS Malý Šariš.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úroda maku siateho je silne závislá od podmienok prostredia, čo spôsobuje značné kolísanie úrod podľa rokov a lokalít pestovania. Vo všetkých troch rokoch v rámci pokusnej siete pracovísk ÚKZÚZ-u boli dosiahnuté vysoké úrody makového semena, v rozmedzí 2,01 – 2,67 t.ha⁻¹ (Tab. 1), čo dáva

dobré predpoklady pre posúdenie výkonnostného potenciálu sledovaných odrôd. Výsledky pochádzajúce celkovo z 19 poľných maloparcelových pokusov vytvárajú dostatočne reprezentatívny súbor na to, aby poskytli spoľahlivé informácie o testovaných odrodách.

Skúšané odrody Bergam, Major, Maratón a kontrolné odrody Gerlach a Opal dosiahli vysoké úrody semena, v priemere rokov 2011 – 2013 od 2,30 do 2,38 t.ha⁻¹ (Tab. 1), pričom rozdiely medzi priemerom kontrolných odrôd a skúšanými odrodami neboli štatisticky preukazné. Pri hodnotení dosiahnutých úrod v rámci sledovaných rokov boli zaznamenané štatisticky preukazné rozdiely medzi jednotlivými odrodami len v roku 2012, ktorý bol z pestovateľského hľadiska najmenej priaznivý pre tvorbu makového semena. Najnižšiu úrodu semena mala v danom roku odroda Opal, rovnako ako aj úrodu makovic (Tab. 2). Na druhej strane boli pri tejto odrode zaznamenané najvyššie hodnoty variačných koeficientov oboch produkčných znakov (Obr. 1, Obr. 2), čo poukazuje na nižšiu stabilitu odrody v porovnaní s ostatnými odrodami a zároveň naznačuje, že odroda Opal dokáže svoj výkonnostný potenciál najlepšie využiť v poveternostne priaznivých rokoch.

Najvyššiu úrodu semena z celého sortimentu skúšaných odrôd v registračných odrodových skúškach ÚKZÚZ-u (ročne 8 až 12 genotypov) dosiahla každým rokom odroda Maratón. Priemerná úroda semena tejto odrody bola o 2,5 % vyššia v porovnaní s priemerom kontrolných odrôd. Výborný úrodový potenciál odrody Maratón je zároveň umocnený vysokou agroekologickou plasticitou odrody, ktorá vyplýva z relatívne nízkej hodnoty jej variačného koeficientu (Obr. 1).

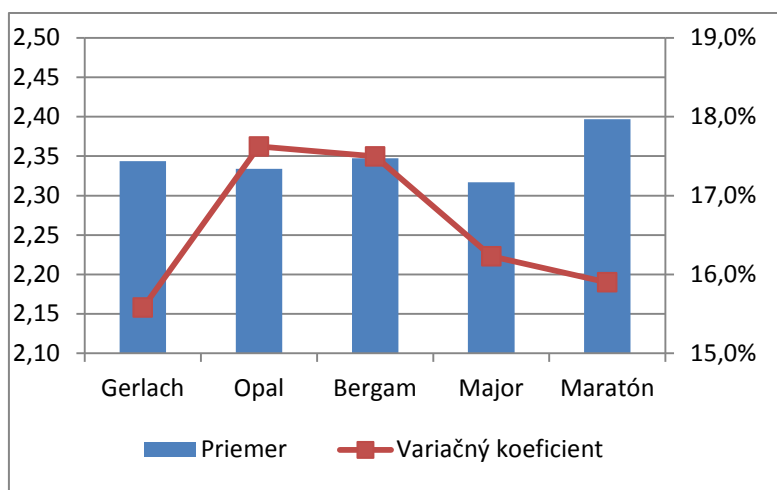
Tabuľka 1: Úroda semena [t.ha⁻¹] sledovaných odrôd maku siateho, ÚKZÚZ ČR, 2011 – 2013

Rok	2011		2012		2013		2011 - 2013	
	\bar{x}	% K	\bar{x}	% K	\bar{x}	% K	\bar{x}	% K
Gerlach*	2,59 a	99,1	2,12 bc	102,7	2,28 a	99,4	2,33 ab	100,3
Opal*	2,64 a	100,9	2,01 a	97,3	2,31 a	100,6	2,32 a	99,7
Bergam	2,64 a	100,8	2,04 ab	98,9	2,32 a	101,1	2,33 ab	100,3
Major	2,57 a	98,3	2,03 ab	98,6	2,30 a	100,4	2,30 a	99,1
Maratón	2,67 a	101,9	2,14 c	103,5	2,35 a	102,2	2,38 b	102,5
Priemer kontrol *	2,61	100,0	2,06	100,0	2,29	100,0	2,32	100,0
MD _{0,05}	0,10	3,72	0,09	4,21	0,12	5,44	0,07	2,92

MD_{0,05} - minimálna preukazná diferencia na hladine významnosti P = 0,05.

Medzi hodnotami označenými rovnakými písmenami nie sú štatisticky významné rozdiely (LSD test, P = 0.05).

Variabilita v úrode semena, vyjadrená variačným koeficientom, bola celkovo nízka, menej ako 20 %. Výsledky potvrdzujú, že všetky sledované odrody vykazujú dobrú stabilitu v úrode semena. Mierne vyššie hodnoty variačných koeficientov pri odrodách Opal a Bergam indikujú, že úroda semena týchto odrôd môže byť výraznejšie ovplyvnená prostredím ako pri odrodách Gerlach, Major a Maratón.



Obr. 1: Priemerné hodnoty úrody semena [t.ha⁻¹] a variačný koeficient ako ukazovateľ stability, ÚKZÚZ ČR, 2011 – 2013

Okrem produkcie makového semena, dôležitým produkčným parametrom pri pestovaní maku siateho je aj úroda makovíc, nakoľko zo strany farmaceutického priemyslu i naďalej pretrvávajú záujem o nákup makoviny s nižším až stredným obsahom morfinu (0,15 – 0,59 %), pre nedostatok inej, kvalitnej suroviny. Tab. 2 uvádza hodnoty úrody makovíc v rokoch 2011 až 2013, ktoré sa pohybovali na úrovni 1,04 až 1,62 t.ha⁻¹. Najvyššiu úrodu makovíc poskytla odroda Major, 109,2 % v porovnaní s priemerom kontrol. Väčšie makovice sú charakteristickým znakom tejto odrody, vďaka čomu dosahuje výrazne vyššie úrody makovíc ako odrody Opal, Bergam a Maratón, čo sa priaznivo premieňa do výslednej úrody morfinu.

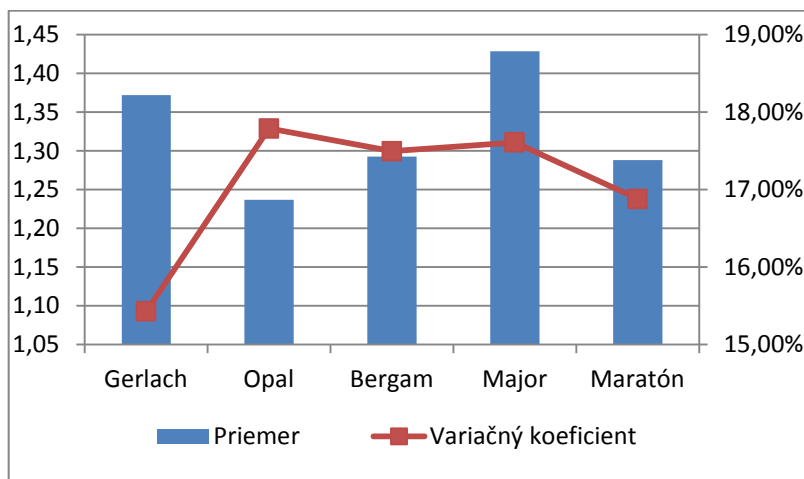
Tabuľka 2: Úroda makovíc [t.ha⁻¹] sledovaných odrôd maku siateho, ÚKZÚZ ČR, 2011 – 2013

Rok	2011		2012		2013		2011 - 2013	
	\bar{x}	% K	\bar{x}	% K	\bar{x}	% K	\bar{x}	% K
Gerlach*	1,49 bc	105,4	1,18 cd	106,3	1,42 b	104,0	1,37 c	105,2
Opal*	1,34 a	94,6	1,04 ab	93,7	1,31 a	96,0	1,23 a	94,8
Bergam	1,40 ab	98,8	1,12 bc	101,4	1,34 a	97,6	1,29 b	99,1
Major	1,62 c	114,4	1,21 d	109,0	1,42 b	104,0	1,42 d	109,2
Maratón	1,41 ab	99,5	1,10 ab	98,9	1,34 a	97,7	1,28 ab	98,7
Priemer kontrol *	1,42	100,0	1,11	100,0	1,37	100,0	1,30	100,0
MD _{0,05}	0,13	9,26	0,06	5,77	0,06	4,25	0,07	5,19

MD_{0,05} - minimálna preukazná diferencia na hladine významnosti P = 0,05.

Medzi hodnotami označenými rovnakými písmenami nie sú štatisticky významné rozdiely (LSD test, P = 0.05).

Podobne ako pri úrode semena, aj pri úrode makovíc bola zaznamenaná najnižšia hodnota variačného koeficientu pri odrode Gerlach (Obr. 2), na základe čoho môžeme túto odrodu hodnotiť ako najstabilnejšiu v rámci sortimentu slovenských odrôd maku siateho. Pritom stabilita úrod odrody Gerlach je dosahovaná na vysokej úrovni oboch produkčných parametrov.



Obr. 2: Priemerné hodnoty úrody makovíc [t.ha⁻¹] a variačný koeficient ako ukazovateľ stability, ÚKZÚZ ČR, 2011 – 2013

ZÁVER

Vysoké úrody semena, dosiahnuté v pokusoch ÚKZÚZu, ako aj v maloparcelových pokusoch realizovaných v rámci projektu POPYLYSIS a publikovaných v predchádzajúcej práci (Muchová et al., 2012) potvrdzujú, že odrody Bergam, Major, Maratón, Opal a Gerlach patria v úrode semena stále k výkonnostnej špičke. A to aj napriek skutočnosti, že boli vyšľachtené pred viac ako 10 až 20 rokmi. Ich veľkou devízou je, že sa všeobecne dobre vyrovnávajú s negatívnym pôsobením biotických a abiotických faktorov, čo potvrdzujú vysoké hodnoty produkčných parametrov, ako aj nízke hodnoty variačných koeficientov v úrode semena a úrode makovíc.

Podakovanie: Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore zo zdrojov APVV (projekt číslo APVV-0248-10). Zároveň týmto ďakujeme Ing. Petru Zehnálekovi za možnosť použitia výsledkov zo staníc ÚKZÚZ-u.

LITERATÚRA

Muchová, D. – Lichvárová, M. – Veličková, S. 2012. Odroda - dôležitý intenzifikačný faktor pri pestovaní maku. In *Mak siaty pre Slovensko : zborník zo 4. odborného seminára*. Piešťany: CVRV; Labris, 2012, ISBN 978-80-89417-43-8, s. 16-21.

Zehnálek, P. 2011. Mák setý. In *Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2011*. ÚKZÚZ: Brno, 2011, 12 s. [cit. 2013-10-30]. Dostupné na internete: <<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/odrudy>>.

Zehnálek, P. 2012. Mák setý. In *Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2012*. ÚKZÚZ: Brno, 2012, 13 s. [cit. 2013-10-30]. Dostupné na internete: <<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/odrudy>>.

Zehnálek, P. 2013. Mák setý. In *Výsledky zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2013*. (v tlači)

Adresy autorov

RNDr. Darina Muchová, Ing. Mária Lichvárová, Ing. Jaroslav Šimon, Ing. Alžbeta Žofajová, PhD., CVRV Piešťany – Výskumno-šľachtiteľská stanica Malý Šariš, VÚRV Piešťany, muchova@vurv.sk

PĚSTITELSKÝ ROK 2013

JIRÍ ČTVRTEČKA

V roce 2013 většina pěstitelů máku začala s výsevem v polovině dubna. Dřívější termín setí (přelom března a dubna) mohl být proveden jen u zlomku pěstitelů. U ploch založených v polovině dubna bylo zaznamenáno vzházení už týden od zasetí. To je výsledek poměrně vysokých denních i nočních teplot a dostatečné vlhkosti půdy. Optimální průběh růstu probíhal až do založení čtyř pravých listů máku.

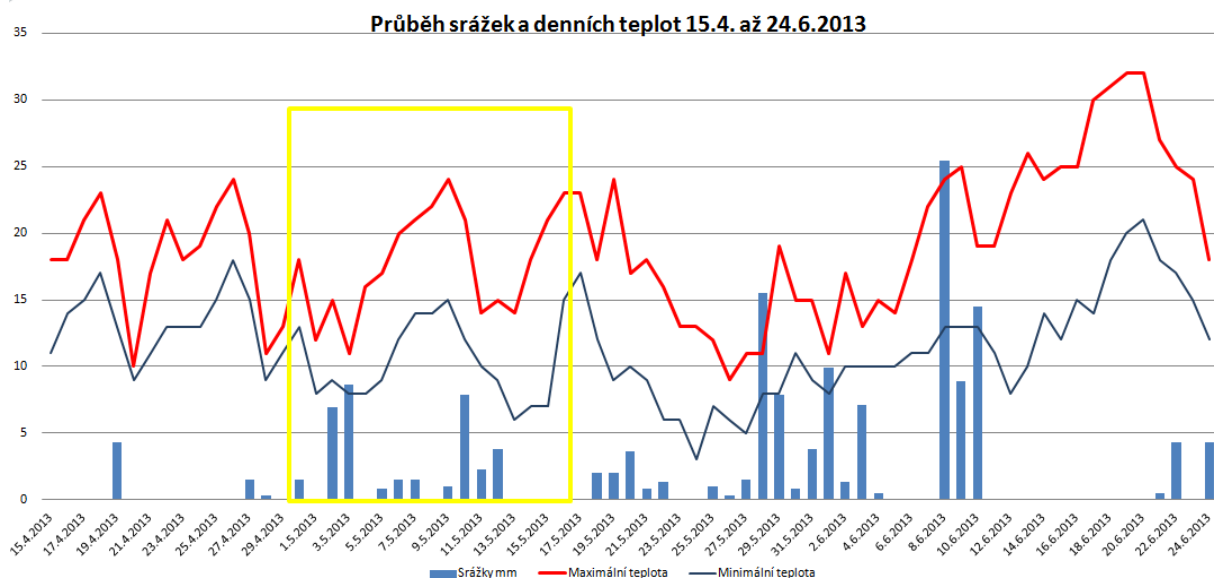
Od počátku května se situace výrazně změnila. Dlouhodobé srážky o menších úhrnech v kombinaci s vysokými teplotami postupně vytvářely velice nepříznivé podmínky pro další vývoj rostlin. Začala se vyskytovat fyziologická spála máku.

Dalším negativním vlivem byla nadměrná vlhkost půdy a nedostatek kyslíku v oblasti kořenů. Dobře zapojený porost se přestal ve čtyřech pravých listech vyvíjet. Jednotlivé rostlinky postupně ztrácí sytě zelenou barvu, tu nahrazuje antokyanová. Na kořincích je viditelné zaškrzení.

Mnoho porostů máku bylo v důsledku nepříznivého střídání počasí na přelomu dubna a května poškozeno. Některé části osetých ploch byly zaorány.

Důvody poškození osetých ploch v období čtyř až šesti listů máku

Většinu poškozených ploch spojuje průběh odumírání rostlin. Úvratě jsou zapojené, další plocha odumírá ohniskově dle půdního typu. Základním faktorem je nejspíše pohyb půdy, který je zapříčiněn průběhem počasí na přelomu dubna a května. Mechanické poškození kořínků bylo vstupní branou pro houbové choroby. V následujícím grafu dokladuji vysoké denní teploty a opakující se srážky. To mělo za důsledek časté vysychání a zamokření půd. Tento jev byl pozorovaný i na lehčích půdách s malým podílem jílovitých částic. V období zvýrazněném žlutou barvou jsme zaznamenali největší poškození rostlin – vlhko a nejvyšší denní teploty mezi 15 až 20 stupňů Celsia.



Po značně komplikovaném počasí v jarním období, dorazilo období extrémního sucha s vysokými teplotami prokládané silnými přivalovými dešti. Plochy máku neošetřené před květem fungicidem předčasně dozrávaly. Na lokalitách, kde je menší mocnost ornice rostliny zasychaly přímo ze zelené zralosti. Značně nevyrovnané byly plochy postižené spalou máku v jarním období.

Nevyrovnanosť porostu zapríčiňuje vysoké sklizňové ztráty a také vede k nižšiemu obsahu morfinu ve sklizené makové slámě. Mezi pěstiteli jsou v letošním roce obrovské rozdíly ve výnosech semene máku. Hlavně záleželo na lokalitě a tím spojeném negativním působení jednotlivých výše zmíněných vlivů.

Adresa autora: **Ing. Jiří Čtvrtečka**, LABRIS, s.r.o., Deštné, jiri.ctvrtecka@labris.cz; tel.: +420 777 097 992

PŘÍPRAVA PŮDY K SETÍ MÁKU

JAN ŠABATKA

Pro **úspěšné založení porostu máku** musíme udělat některé důležité kroky v přípravě půdy již na podzim. V každém případě by pozemek měl být **bez vytrvalých plevelů**.

Základní zpracování půdy by mělo být provedeno tak, abychom půdu připravili **na jaře maximálně jedním přejezdem**. Velmi se nám proto osvědčilo urovnání povrchu půdy **po orbě ještě na podzim** radličkovým kypřičem Terrano FX. Při použití pčechu RollFlex totiž nedochází k nadměrnému zpětnému utužení půdy a ta proto na jaře velmi dobře osychá. Pokud však hrozí slítí povrchu půdy a vytvoření škraloupu, je samozřejmě lepší až jarní předset'ová příprava.

Pokud **vynecháme orbu**, je vhodné postupovat následujícím způsobem. Hned po sklizni předplodiny, například po ozimé pšenici, provedeme podmítku. Za tři až čtyři týdny následuje ošetření 2% roztokem **glyfosátu**. Úplně stačí 1,6 l/ha v 80 litrech vody. Za další tři až čtyři týdny provedeme **hluboké zpracování** půdy na hloubku 16 až 22 cm. V tomto případě doporučuji použít kypřič Tiger AS, ale velmi dobré zkušenosti mám i s kypřiči Tiger MT a Terrano FX. Na povrchu půdy by měly zůstat **mírné nerovnosti**, aby se povrch zvětšil a na jaře **dobře osychal**. Volba, zda provedeme další zpracování před setím, nebo jestli zasejeme bez přípravy, závisí na okamžitém stavu půdy. Oba způsoby používáme s úspěchem.

Často se preferuje **rychlé zasetí ještě v únoru** a dobří hospodáři ho opravdu s úspěchem uplatňují. Podmínkou je ovšem dobrý strukturální stav půdy. To znamená, že osivo se při setí „nezamazává“ a **půda je schopná přijmout ještě další vodu** v případě jarních dešť'ových srážek, aby se nerozplavila a následně se nevytvořil na povrchu škraloup.

Nejpreciznější setí máku, které znám, se dosahuje diskovým secím strojem **Pronto DC**, neboť jednotlivé secí botky jsou samostatně hloubkově vedeny kopírovacími kolečky. Osvědčilo se **nepoužívat zavlačovače**, které mohou za určitých podmínek prosušovat půdu kolem uloženého osiva. Díky velmi kvalitnímu uložení osiva do půdy si můžeme dovolit větší hloubku setí, tj. kolem **1,5 cm** a přítlak secích botek na stupni 2 – 2,5. Tímto způsobem se zajistí velmi dobrý **kontakt osiva s vlhkou půdou** a tudíž jeho rychlé vzcházení. Za každou botkou vznikají mírné drážky, které zachycují srážky a chrání vzešlé rostliny před nepřízní počasí. Zním jednoho uživatele, který zavlačovače při setí máku nevyřazuje a dává minimální přítlak. Hospodáři však na lehkých písčítých půdách a je spíše výjimkou. Pokud se seje mák běžnými taženými secími botkami, je výhodné používat nízkou pracovní rychlost, tj. maximálně kolem 6 až 7 km/hod. Při vyšší pracovní rychlosti totiž dochází k velkému pohybu půdy do stran a osivo zůstává nezakryté na povrchu a špatně vzchází.

Závěrem znovu zdůrazňuji, že secí stroj by měl především úspěšně dokončit celý proces přípravy uložení osiva do vlhde půdy. Co nezvládneme při přípravě, setím těžko vynahradíme.

Adresa autora: Ing. Jan Šabatka, Odborný poradce

ZÁSADNÍ POZNATKY K VÝŽIVĚ A HNOJENÍ MÁKU

Tomáš LOŠÁK

Mák řadíme do skupiny relativně méně náročných plodin, protože na výnos 1 t semene a odpovídající množství makoviny odčerpá v průměru podle Edelbauer a Stangel (1993) 70 kg dusíku, 26 kg fosforu (60 kg P₂O₅), 90 kg draslíku (108 kg K₂O), 79 kg vápníku (111 kg CaO), 15 kg hořčíku (25 kg MgO), 0,11 kg bóru, 0,2 kg zinku a 0,34 kg manganu. Podle údajů Richtera a Lošáka (2004) odčerpá také 18 kg síry. Při intenzivních technologiích pěstování máku bychom měli zajistit obsah pohotových živin odpovídající výnosu 2 t semene na ha. Vápníme na podzim po udržení půdní reakce (pH) mezi 6,3-7,2, fosforem, draslíkem a hořčíkem hnojíme buď na podzim nebo až před setím.

Vypočtená dávka příslušné živiny (N, P, K,..) v kg na ha by měla primárně vycházet ze součiny odběrového normativu (viz údaje výše) a plánovaného výnosu. Nicméně je vhodné přihlídnout k zásobě dané živiny v půdě a vypočtenou dávku korigovat (při velmi vysoké a vysoké zásobě hnojení vypustit; při dobré zásobě hnojit dle vypočtené hodnoty; v při vyhovující či nízké zásobě vypočtenou dávku povýšit o 25, resp. o 50 %). Rovněž je velmi vhodné před výsevem odebrat vzorek zeminy pro stanovení obsahu dusíku minerálního N_{min}, kdy 1 mg N_{min}/kg odpovídá cca 3 kg N/ha a korigovat dávku dusíku, kterou aplikujeme buď pouze jednorázově před setím (močovina, síran amonný, DAM 390 apod.) nebo je možno přihnojit ledkovými formami v počátcích vegetace (listová růžice) v dávce ca 20-30 kg N/ha.

Čerpání živin v průběhu vegetace je závislé od vývojových fází rostliny a ekologických podmínek, z nich nejdůležitější jsou srážky a jejich rozdělení a průběh teplot. Po zasetí máku vzcházejí rostliny v závislosti na vnějších podmínkách asi za 15-20 dnů. V tomto období jsou rostliny snadno zranitelné (půdní škraloup) a k vytvoření kořenového systému vyžadují značné množství vláhy, přístupného fosforu a vápníku v půdě. Růst vzešlých rostlin je velmi pomalý a k větším přírůstkům hmoty dochází až za 4 týdny od vzejití. Po vývinu pravých listů kořenový systém několikanásobně převyšuje hmotnost nadzemních částí. Dříve než mák vytvoří kulový kořen, který může dosáhnout až do hloubky 0,75 m, má malou osvojovací schopnost na živiny. Z tohoto důvodu musíme zajistit jejich obsah ve velmi přístupné formě, protože v období pozvolného růstu (do DC 25) je nízká produkce nadzemní biomasy a vysoký obsah živin. Do fáze DC 25, kdy rostliny mají 3-4 páry pravých listů, má mák největší nároky na draslík, dusík a vápník. Ve fázi DC 27-35 se zvyšuje průměrná hmotnost sušiny jedné rostliny 2-4x a rostlina také odčerpá na tvorbu sušiny více než 60 % N, P, K. Od fáze DC 35 (rostliny s vyvinutou listovou růžicí) se zvyšuje obsah síry, hořčíku a zinku. V tomto období roste i produkce sušiny, která je doprovázená zvyšujícím se odběrem živin. Odběr hořčíku a síry je v těchto fázích pozvolnější a maximální jejich spotřeba převládá v DC 41-49 (stonkování-butonizace). Z pohledu výživného stavu a tvorby výnosových prvků je fáze DC 35 až 41 rozhodující pro výnos semene. Analýzy rostlin v těchto fázích jsou vhodné z hlediska korekce výživného stavu. Do fáze tvorby malých květních poupat je potřeba zajistit i dobrý obsah bóru a zinku. Zvláště zinek je třeba podle Schreiera (2001) aplikovat do fáze pylových tetrad, u nichž nevybarvené květní lístky jsou na úrovni vrcholů tyčinek. V tomto směru se v systému výživy máku uplatňuje významně mimokořenová výživa. Mák velmi citlivě reaguje na ročníkové změny, což je hlavní příčinou rozdílných výnosů při přibližně stejných agrotechnických opatřeních. Nejkritičtější pro utváření výnosu jsou nízké srážky a vysoké teploty v době po odkvětu máku. V této fázi se utváří HTS, která může být silně redukována a tím ovlivní významně výnos semene.

Adresa autora: doc. Ing. Tomáš Lošák, PhD., Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, tomas.losak@mendelu.cz

OCHRANA MÁKU PROTI PLEVELŮM

FRANTIŠEK FIŠER

Úspěšné a šetrné ochraně proti plevelům v máku je vedle správného založení porostů a je jedním ze základů intenzivních pěstitelských technologií máku. Nedostatky nebo chyby v jednom z těchto článků pěstitelské technologie mohou mít zásadní dopad na výši sklizně a především také na kvalitu produkce. Klíčové postavení v rámci pěstitelské technologie je přitom dáno dvěma skutečnostmi. Mák má velmi pomalý počáteční růst a z toho vyplývající nízkou konkurenční schopnost. Výsledkem jsou závažné výnosové ztráty již při relativně nízké úrovni zaplevelení. Druhý zásadní dopad zaplevelení porostů máku souvisí s velmi podobnými vlastnostmi semen máku a některých plevelných druhů. Z těchto důvodů se pak tato semena ze sklizené produkce obtížně čistí a snižují pak technologickou jakost i cenu. Mák ze zaplevelených ploch může být i zcela neprodejný. Velmi často jsou tyto problémy způsobovány pozdním zaplevelením druhy, jako jsou laskavec ohnutý či merlík bílý. Problémy s pozdním zaplevelením se navíc v posledních letech zvyšují, jak dochází k posunu ztráty listové plochy máku do stále časnějšího termínu. Na této skutečnosti se podílí jednak narůstající tlak listových chorob (helminosporiíza, plíseň maková) s poměrně složitou ochranou (malý počet registrovaných fungicidů a nesnadné stanovení optimálního termínu ošetření), dále rozvoj škůdců způsobujících prořídnutí porostu (krytonosec kořenový), stále častější stres sucha a vysokých teplot v kritických růstových fázích a v některých případech také poškození nesprávnými aplikacemi herbicidů.

Specifický vývoj herbicidů do máku neprobíhá a s velkou pravděpodobností probíhat ani nebude vzhledem k celosvětově nízké rozloze pěstování máku. Proto budou využívány herbicidy, které byly vyvinuty do jiných plodin a teprve dodatečně registrovány do máku. To s sebou přináší řadu negativních dopadů, přičemž nejzávažnější jsou problémy se selektivitou vůči plodině. Zatímco u jiných plodin je již procesem vývoje zajištěna vysoká úroveň selektivity a podmínky při aplikaci mohou případně ovlivňovat pouze účinnost, u máku může být nepříznivými podmínkami v době okolo aplikace modifikována nejen účinnost, ale obvykle je zásadním způsobem ovlivněn také vznik projevů poškození porostu – fytotoxicity. Před aplikací herbicidů v máku je proto nezbytné v první řadě vyhodnotit dopad podmínek na plodinu a případné riziko poškození herbicidy. Přestože je spektrum herbicidů používaných v máku velmi úzké, je orientace ve vlivu podmínek poměrně náročná, protože se jedná o herbicidy s rozdílným mechanismem účinku a současně s odlišným termínem použití od preemergentních aplikací až po ošetření v 6 - 10 listu máku. Samotný chlortoluron lze aplikovat do fáze butonizace tj. objevení prvních pupat máku v porostu v dávce až do 3,0 l. ha⁻¹ Lentipur 500 FW, (Tolurex 500 SC, Toluron).

Adresa autora: Ing. František Fišer, CSc., Odborný poradce

DOPORUČENÍ PRO SPRÁVNÉ VEDENÍ POROSTU MÁKU SETÉHO Z HLEDISKA OCHRANY PROTI HOUBOVÝM CHOROBÁM

KAREL ŘÍHA

K základním a také k nejškodlivějším chorobám vyskytujícím se v období do šesti listů máku patří tyto:

Plíseň máku - napadené rostliny většinou odumírají a působí hlavně jako zdroj sekundární infekce.

Fyziologická spála rostlin -výběr lokality dle slévavosti a dalších vlastností půdy (propustnost, vododržnost, dostatek kyslík, větrná poloha, ...),

Hniloby vzcházejících rostlin, růžice, listů a stonků – helmintosporiová spála máku, méně sklerotinia a plíseň šedá,

Bakteriízy listů – ročníkový i lokální výskyt, ochrana stříbrnými ionty v listovém hnojení.

V roce 2012 zajistila a vyhodnotila společnost Labris, spolu s Ing. Říhou, pokus s ošetřením registrovanými přípravky Dithane DG Neotec, Caramba, Caramaba + Dithane DG Neotec a Prosaro 250 EC v plných dávkách, aplikovanými ve fázi růžice (6 listů) máku setého.

Cílem pokusu bylo omezení vlivu primární **infekce plísní makovou a zkrácení stonků** (hlavně aplikace Caramba).

Výsledek byl překvapující – po dlouhém suchém období **byla varianta s Carambou nejvyšší**. Správnou odpověď - PROČ! - ukázalo až ověření stavu kořenů. Caramba aplikovaná v 6-ti listech napomohla k výraznému zvětšení jejich mohutnosti.

- **To vedlo ke zlepšení příjmu vody i živin**
- **Byla ovlivněna jak výška rostliny (+12 cm)**

Proto je prvním úkolem pěstitelů přednostně podpořit rozvoj kořenů a omezit plíseň máku.

Ochrana:

- účinnými přípravky a Altronem Silver **mořené osivo**, organické hnojení půdy, aktivace organické hmoty před zapravením do půdy kapalným dusíkatým hnojivem nebo lépe močůvkou, kejdou, cukrovarskými řízkami, výpalky a podobně.
- aplikace fungicidů v rané vývojové fázi - Dithane DG Neotec v dávce 2 kg/ha (při výskytu více než 10% rostlinek napadených plísní máku) nebo přípravků Caramba v dávce 1 l/ha proti helmintosporiové skvrnitosti máku (zároveň ještě **omezuje** pozdní spálu a časnou infekci máku sklerotinií). V BBCH 19 má i značný pozitivní morforegulační účinek na vývoj kořenů (asi čtyřicetiprocentní nárůst celkové hmoty kořenů oproti kontrole).
- V případě, napadení porostu ve fázi 6-12 listů plísní máku nad 10% rostlin, aplikujte tankmix Caramby (1 litr) společně s Dithane DG Neotec v dávce 2 kg/ha.

K dalšímu zvýšení účinku a k doplnění živin lze do přípravků v této vývojové fázi doporučit tankmix s plnou dávkou Altronu Silver (je funkční i proti bakteriím listů i stonků).

Mezi fází 59 (poupě se vzpřimuje, je vzpřímené) a 60 (květ na hlavním stonku před otevřením) je třeba aplikovat fungicid. Zde bych doporučil vybírat z těchto přípravků Acanto a Discus. Jsou to výborné přípravky proti helmintosporioze máku s dlouhodobým účinkem a výrazným green efektem. V případě, že máte v porostu sekundární infekci plísní máku nad prahem škodlivosti (od 5% rostlin napadených), tak doporučuji spíše Acanto. Naopak při výskytu „bradavičnatých listů“ v těchto fázích (infekce helmintosporiem) je o něco vhodnější Diskus.

Samozřejmostí je použití lepidla!! (např. Agrovital) ne smáčedla!!, pro zlepšení a podporu účinnosti fungicidu na rostlině.

Adresa autora: **Ing. Karel Říha**, Odborný poradce, Brno, karel.riha.ing@seznam.cz

HMYZÍ ŠKŮDCI MÁKU SETÉHO A OCHRANA PROTI NIM

Jiří ROTREKL

Mák setý má řadu škůdců, kteří ho napadají od zasetí až do období dozrávání. V současné době se jedná o tyto škůdce: krytonosec kořenový (*Stenocarus ruficornis*), mšice maková (*Aphis fabae*), žlabatka stonková (*Timaspis papaveris*), krytonosec makovicový (*Neoglogianus maculaalba*) a bejlomorka maková (*Dasineura papaveris*). Jmenovaní škůdci se však nevyskytují na všech lokalitách, kde se mák pěstuje a záleží nejen na místě pěstování, ale i na průběhu povětrnostních podmínek během jednotlivých let.

Krytonosec kořenový je nosatcovitý brouk, který poškozují vzházející mák a jeho larvy svým žírem na kořenech oslabují rostliny (Obr. 1, Obr. 2). Může docházet až k úhynu větších rostlin a u starších rostlin máku k poléhání. V rámci ochrany je nutné porost máku sledovat v období vzházení až do fáze 4. až 5. listu, kdy jsou rostliny na žír brouků citlivé. Za kritický počet brouků jsou považováni 3 až 4 brouci na běžný metr řádku, kdy je nutné provést foliární ošetření (Nurelle D v dávce 0,6 l/ha, Cyperkill 25 v dávce 0,1 l/ha, Rapid v dávce 0,08 l/ha a Dursban Delta v dávce 2,25 l/ha). Při silnější tlaku škůdce je nutno v dalším období aplikaci opakovat i s přihlídnutím na ostatní škůdce máku (mšice maková). Nejvhodnější ochrana – insekticidní moření osiva neonokotinoidy – není od 1. prosince 2013 v zemích EU povolena.

Mšice maková je široce polyfágní škůdce a mák může napadat v období migrace partenogenetických samiček z primárních hostitelů až do období tvorby makovic. V letech s teplým a mírně vlhkým počasím se vyskytují ve větší početnosti a mohou poškodit mák. Na listech, lodyhách i makovicích vytváří početné kolonie (Obr. 3). Listy jsou deformované, žloutnou, vegetační vrcholy zasychají a semena nebo celé makovice se nedokonale vyvíjí. Monitoring provádíme vizuálním hodnocením výskytu mšic na jednotlivých rostlinách. Ochranné opatření se doporučuje, když je mšicí napadeno 5 a více procent rostlin. Z insekticidních přípravků lze použít Pirimor 50 WG v dávce 0,3 – 0,5 kg/ha, Nurelle D v dávce 0,6 l/ha, Cyperkill 25 v dávce 0,1 l/ha, Rapid v dávce 0,08 l/ha a Fury 10 EW v dávce 0,1 l/ha.

Žlabatka stonková je útlý blanokřídlý hmyz o velikosti asi 3 mm, jejíž larvy způsobují svým žírem ve stonku chodbičky. Při tomto žíru jsou cévní svazky poškozeny, což způsobuje částečné nebo úplné přerušení přívodu živin a vody do rostliny (Obr. 4). Napadení se projevuje předčasným žloutnutím a zasycháním makovic, při vyšším napadení může dojít k zasychání a předčasnému odumírání celé rostliny. Při rozhodování o termínu aplikace proti ní se řídíme kalendářním datem a vývojovým stádiem máku. Protože je nutné aplikovat postříkový přípravek před kladením vajíček je vlastní zásah zaměřen na dospělce (Obr. 5). Největší část vajíček kladou samičky do spodních internodií, proto období prodlužovacího růstu je vhodné vývojové stádium máku pro aplikaci, což obvykle odpovídá kalendářnímu termínu první dekády června. Lze využít postříkový přípravek Cyperkill 25 EC v dávce 0,1 l/ha.

Krytonosec makovicový klade vajíčka do nejmladších makovic a jeho larvy se vyvíjí uvnitř makovic (Obr. 6). Po dokončení vývoje si prokoušou otvor v makovici a opouští ji (Obr. 7). Škodí larvy svým žírem v makovici a žír brouků i výlezové otvory od larev v makovici otvírají bránu pro infekci houbovými patogeny a usnadňují kladení vajíček bejlomorče makové. Práh škodlivosti není znám a vlastní ošetření se provede při výskytu brouků v období háčkování až do výskytu prvních, ojedinele se vyskytujících mladých makovic v porostu. Pro ochranu máku před tímto krytonoscem aplikujeme Mospilan 20 SP v dávce 150 g/ha, Rapid v dávce 0,08 l/ha, Cyperkill 25 EC v dávce 0,1 l/ha, Biscaya 240 OD v dávce 0,3 l/ha, Proteus 110 OD v dávce 0,5 – 0,75 l/ha a Decis Mega v dávce 0,15 l/ha.

Bejlomorka maková je drobný komárek, jehož oranžově červené larvy se vyvíjí uvnitř makovic, kde vysávají pletiva vnitřních stěn mladých makovic (Obr. 8). Vlivem sání jsou makovice zakrnělé a dávají méně hodnotná semena, při silném napadení, kdy je v makovici několik desítek larev dochází k likvidaci celé makovice. Ochrana před bejlomorkou se provádí ve stejném termínu a stejnými přípravky jako u ošetření před krytonoscem makovicovým.

Adresa autora: **Doc. Ing. Jiří Rotrekl, CSc.**, Zemědělský ústav, spol. s r.o. Troubsko, rotrekl@vupt.cz



Obr. 1. Krytonosec kořenový



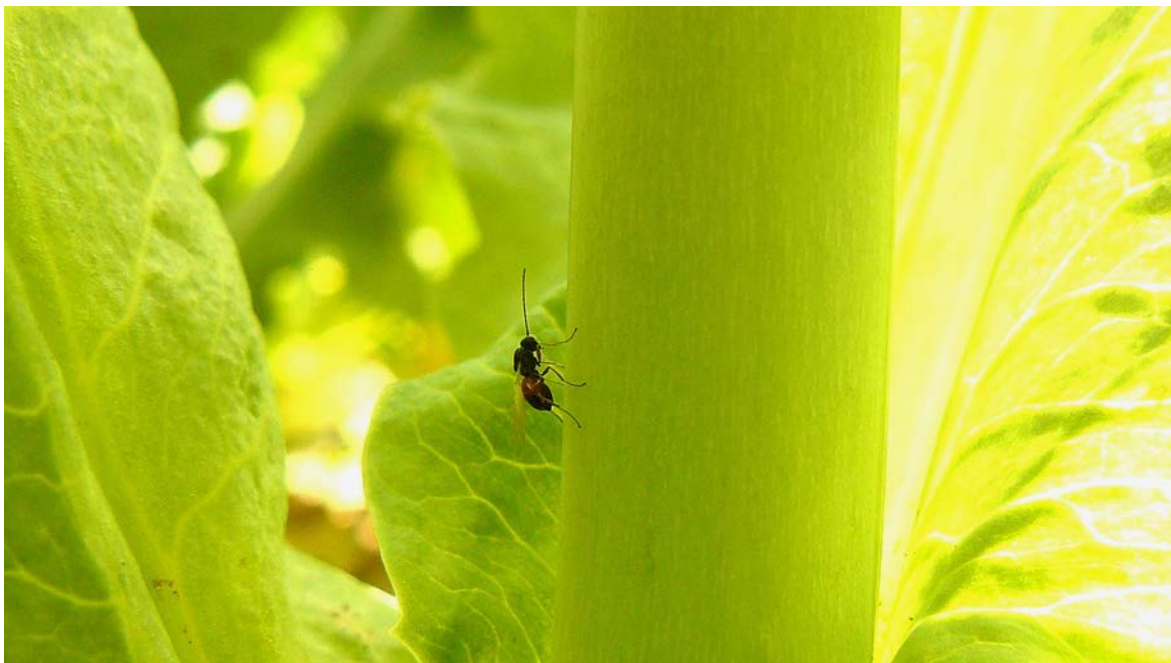
Obr. 2. Larvy krytonosce kořenového



Obr. 3. Mšice maková na máku



Obr. 4. Larvy žlabatky stonkové



Obr. 5. Žlabačka klade vajíčka



Obr. 6. Larvy krytonosce makovicového



Obr. 7. Krytonosec makovicový s požerky na makovici



Obr. 8. Bejlmorka maková

MÍCHANÍ POTRAVINÁŘSKÉHO MÁKU S TECHNICKÝM MÁKEM A MOŽNOSTI ZAMEZENÍ JEHO MÍCHANÍ

OTAKAR KRÁSNÝ

Za mák potravinářský je možno považovat veškeré máky (bílý, opálový, modrý a šedý) s obsahem morfinu do 0,8 %. Veškerý ostatní mák s vyšším morfinu je mák technický, pěstuje se výhradně za účelem sběru tobolek. Největším pěstitelem potravinářského máku v Evropě je ČR. Státy jako je Francie, Španělsko, Turecko spolu s Afgánistánem a Tasmánií pěstují výhradně mák technický, protože mají vyhovující klimatické podmínky. Technický mák vyžaduje dlouhou vegetační dobu s vysokými teplotami a nízkými srážkami především během zrání. U potravinářského máku je hlavním produktem semeno máku, sekundárním produktem je potom maková sláma. Vzhledem k tomu, že producenti technického máku k dosažení vyššího zisku prodávají mimo tobolek i semeno. Které je většinou nedozrálé, protože se tobolky sklízí při maximálním obsahu morfinu. Tento mák je tedy z hlediska dietetického naprosto nevhodný ke konzumaci pro svůj nižší obsah oleje, malý obsah vápníku. A jeho chuť není pro mák charakteristická. Obchodníci pak tento mák kupují za cenu výrazně nižší. Míchají tento mák s mákem potravinářským s průměrnou nižší cenou. Tento mák nazývají evropským mákem s původem výroby Evropa a dodávají ho v 25 kg pytlích, tím si podstatně zvyšují zisk při prodeji máku. Problém je v tom, že by nešlo ani tak o zvýšení zisku, ale daleko nebezpečnější je tento stav z hlediska absolutní spotřeby potravinářského máku ve světě, protože zákazník velmi rychle pozná sníženou kvalitu výrobků vyrobených z tohoto máku. A tím nutně omezí spotřebu. Při tom výrobky vyrobené z potravinářského máku lze považovat za cukrářské lahůdky.

Abychom účinně zamezili tomuto nebezpečnému počínání obchodníků, je nutné vyřešit tyto úkoly:

- Minimálně v rámci EU zakázat prodej technických máků za potravinářskými účely.
- Optimální metodou definovat potravinářský a ne-potravinářský mák.
- Ve spolupráci s CVRV Piešťany vyřešit analytickou metodu k rozlišení těchto skupin.
- Provéřit vinařskou metodu určování půdou vína z jednotlivých lokalit (metoda magnetické rezonance vody – Čejkovice).
- Maximálně podporovat přímí prodej potravinářského máku spotřebiteli (drobný a lokální prodej).
- Na národní úrovni definovat pojem mák (český mák, slovenský mák).
- Zavedení systému registračních značek a plomb.

Adresa autora: **Ing. Otakar Krásný**, LABRIS, s.r.o., Deštné, krasny@atlas.cz; tel.: +420 606 650 341

VYBRANÉ LIPIDY SEMIEN MAKU SIATEHO PESTOVANÉ NA SLOVENSKU

Andrea HLINKOVÁ, Michaela HAVRELETOVÁ, Adriána BEDNÁROVÁ, Darina MUCHOVÁ,
Jana ŠUPOVÁ, Milan ČERTÍK

Makový olej je nutrične bohatou zložkou semena maku. Obsahuje esenciálne poly-nenasýtené mastné kyseliny, kyselinu linolovú a alfa-linolénovú, ktoré zvyšujú jeho pozitívny vplyv na ľudský zdravie. S cieľom posúdiť vplyv genetických a pestovateľských faktorov na koncentrácie vybraných lipidov bolo 15 genotypov maku siateho bielej, okrovej a modrej farby semena (12 odrôd registrovaných v Listine registrovaných odrôd SR a 3 šľachtiteľské materiály vyvíjané na pracovisku Výskumno-šľachtiteľskej stanice Malý Šariš) pestovaných v dvoch po sebe nasledujúcich rokoch (2011, 2012) na dvoch lokalitách (Malý Šariš, Vígľaš-Pstruša). Naše výsledky potvrdili, že genotyp, lokalita ale taktiež ich vzájomná interakcia boli štatisticky významným zdrojom premenlivosti a to v prípade takmer všetkých hodnotených parametrov. Lokalita Výskumno-šľachtiteľskej stanice Malý Šariš sa prejavila ako vhodnejšia na pestovanie maku siateho, semená vzoriek sa vyznačovali vyššími koncentraciami kyselín linolovej a palmitovej, diacylglycerolov a voľných sterolov a nižším číslom zmydelnenia oleja. Odrody maku bielej a okrovej farby semena obsahovali vyšší obsah oleja s vyššou koncentráciou kyseliny linolovej v semene v porovnaní s modro-semennými odrodami. Zvyšovaním úrody semien a makovic došlo k poklesu obsahu oleja a kyseliny linolovej, zároveň vyššia koncentrácia kyseliny linolovej bola spojená s vyššou odolnosťou voči helmintosporiíze, nie však voči plesni makovej.

Kľúčové slová: mak siaty, olej, lipidy, mastné kyseliny

ÚVOD

Z celosvetového hľadiska je mak siaty (*Papaver somniferum* L.) plodinou pestovanou na semeno s bohatým obsahom oleja a taktiež na ópium (*Latex papaveris*) získané z narezaných toboliek nezrelých makovic. Zatiaľ čo alkaloidy ópia (deriváty fenantrénu alebo benzylizochinolínu) zohrávajú nenahraditeľnú úlohu ako silné analgetiká vo farmaceutickom priemysle, semená sú výrazne používanou surovinou v potravinárstve. Makový olej slúži ako pomocná látka pri príprave masť a emulzií, taktiež nachádza uplatnenie ako technický olej i vo výrobe fermeží, náterov, farieb, mydiel a podobne. Obsah oleja v semene varíruje od 45 % do 50 % (Bozan a Temelli, 2008). Mnohí odborníci sa zhodujú v kompozícii mastných kyselín zastúpených v makovom oleji, hlavné sú kyseliny linolová (C18:2, ω -6), olejová (C18:1, ω -9) a palmitová (C 16:0); menšie zastúpenie predstavujú kyseliny alfa-linolénová (C 18:3, ω -3) a stearová (C 18:0) (Erinç a kol., 2009; Azcan a kol., 2004). Z dôvodu vysokého obsahu oleja sú semená, olej, ale i produkty zo semena veľmi náchylné k autooxidácii. V dôsledku poškodenia semena dochádza k uvoľneniu oleja na povrch semena, následne nastáva degradácia mastných kyselín a tvorba prchavých oxidovaných látok spôsobujúcich pokles nutričnej hodnoty a defekty chuti a vône. Oxidatívne a chemické zmeny v oleji počas uskladnenia sú charakterizované zvýšením čísla kyslosti, resp. zvýšením obsahu voľných mastných kyselín v oleji a zároveň poklesom celkovej nenasýtenosti oleja (Perkins, 1992). Číslo kyslosti je ukazovateľom kvality a zároveň použiteľnosti oleja na bežné účely a relatívne vysoké číslo zmydelnenia oleja poukazuje na vysoký potenciál využitia oleja v priemysle, najmä pri výrobe mydiel a v kozmetike (Akbar, 2009).

V súčasnosti je počet štúdií hodnotiacich vplyv prostredia a genotypu na hladiny lipidických látok v semene maku siateho minimálny. Vedeckým cieľom bolo stanoviť obsah oleja, koncentrácie mastných kyselín, nepolárnych lipidov (di- a triacylglyceroly, voľné steroly a voľné mastné kyseliny), chemické vlastnosti oleja (číslo kyslosti a číslo zmydelnenia) vo vybraných vzorkách semien maku a chemometrickými metódami posúdiť vplyv genotypu a prostredia (lokalita, rok) na hladiny sledovaných deskriptorov. Veľký dôraz sa kládol na vyhodnotenie vzájomných vzťahov medzi chemickými a agronomickými parametrami.

MATERIÁL A METÓDY

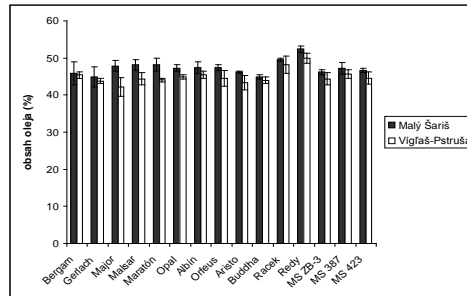
V práci bolo hodnotených 15 genotypov maku, z toho osem odrôd je zapísaných v Listine registrovaných odrôd SR (Albín, Opal, Gerlach, Bergam, Major, Maratón, Malsar a Orfeus), štyri boli odrody iného pôvodu (Aristo, Buddha, Racek a Redy) a tri boli šľachtiteľské línie programu VŠS Malý Šariš (MS-ZB-3, MS-387, MS-423). V práci boli hodnotené štyri varianty farby semena – biela (Albín, Racek), okrová (Redy), šedá (Malsar) a modrá (ostatné genotypy). Genotypy boli pestované na dvoch lokalitách – VŠS Malý Šariš a VŠS Vígľaš-Pstruša v roku 2011 a v roku 2012 iba na lokalite Malý Šariš. Obsah oleja bol stanovený metódou extrakcie soxhletom n-hexánového typu (STN 461011-28). Metylestery mastných kyselín sa následne analyzovali plynovým chromatografom GC-6890 N (Agilent Technologies) podľa Čertíka a Ješka (2008). Záznamy boli vyhodnotené pomocou

ChemStation 10.1 (Agilent Technologies) a kvantifikované na základe retenčných časov známych štandardov mastných kyselín (Sigma, USA). Číslo kyslosti bolo stanovené alkalimetrickou titráciou 0,1 M KOH na fenolftaleín (AOCS, 1998), číslo zmydelnenia zahrievaním oleja v silne zásaditom prostredí a následnej titrácií 0,5 M HCl na fenolftaleín (ASTM D 464, 1996). Nepolárne lipidy vo vzorkách oleja boli identifikované metódou tenkovrstvovej chromatografie a kvantifikované denzitometricky prostredníctvom softvéru UN-SCAN-IT 6.0 podľa Čertíka a Shimizu (2000). Na chemometrické vyhodnotenie získaného súboru dát boli okrem základnej štatistiky použité aj metódy viacrozmernej analýzy dát akými sú analýza hlavných komponentov a zhuková analýza.

VÝSLEDKY

Vzťahy lokality pestovania k sledovaným deskriptorom kvality semena i oleja

Hodnoty obsahu oleja v rôznych genotypoch maku pestovaných na dvoch lokalitách v jednom roku sú znázornené na Obr. 1. Genotyp Redy špecifický okrovou farbou semena obsahoval spomedzi genotypov pestovaných na oboch lokalitách najvyšší obsah oleja v hodnotách 49,9 % a 52,4 %. Lokalita Malý Šariš sa vyznačovala vyšším obsahom oleja v hodnotených genotypoch (47,3 %) ako lokalita Vígľaš-Pstruša (45 %).



Obr. 1: Priemerný obsah oleja (%) v genotypoch maku pestovaných na dvoch lokalitách Malý Šariš a Vígľaš-Pstruša v jednom roku

Na základe analýzy voľných mastných kyselín v oleji sme dospeli k záveru, že najvyšším číslom kyslosti sa v oboch lokalitách vyznačovali bielo-semenné odrody Albín (2,4 %) a Racek (2,8 %). Genotypy Malsar a Maratón reprezentovali odrody s najvyšším číslom zmydelnenia oleja (204,7 a 199,4 mg KOH/g oleja). Hodnoty koncentrácií (g/kg semena) hlavných mastných kyselín v oleji makových semien sú znázornené v Tab. 1.

Tabuľka 1: Priemerné koncentrácie dominantných mastných kyselín (g/kg semena) v genotypoch maku pestovaných na dvoch lokalitách

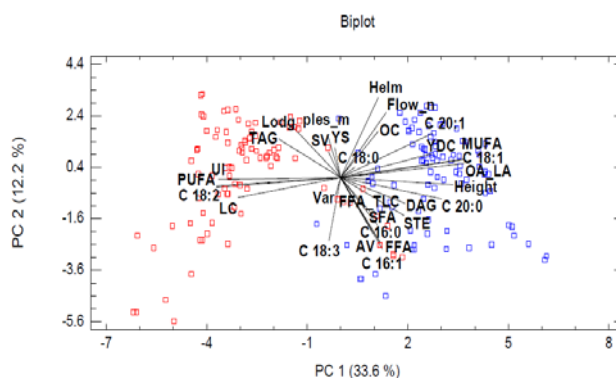
Deskriptor	Kyselina palmitová (16:0)		Kyselina olejová (18:1)		Kyselina linolová (18:2)	
	Malý Šariš	Vígľaš-Pstruša	Malý Šariš	Vígľaš-Pstruša	Malý Šariš	Vígľaš-Pstruša
Bergam	39,7±2,6 ^b	37,9±0,8 ^b	75,9±6,1 ^b	94,2±2,8 ^b	326,9±22,4 ^b	306,7±5,4 ^b
Gerlach	38,3±2,4 ^b	36,4±0,7 ^b	70,1±4,2 ^b	84,9±1,5 ^b	325,0±20,4 ^b	301,0±4,9 ^b
Major	42,4±1,2 ^b	36,6±2,1 ^b	81,8±1,6 ^b	82,9±5,0 ^b	338,2±12,7 ^b	287,9±16,7 ^b
Malsar	43,3±1,3	39,7±1,5	77,1±2,7 ^b	85,3±3,3 ^b	344,3±10,9 ^b	302,9±11,2 ^b
Maratón	42,0±1,5 ^b	37,5±0,7 ^b	76,8±4,5 ^b	84,2±1,0 ^b	346,9±12,2 ^b	303,9±3,7 ^b
Opal	38,9±0,6	36,6±0,9	76,0±1,8 ^b	85,4±1,4 ^b	341,9±7,0 ^b	311,1±5,2 ^b
Orfeus	40,0±0,9	37,2±2,1	76,4±2,3 ^b	83,9±3,1 ^b	341,9±5,7 ^b	308,1±14,8 ^b
Aristo	43,2±0,3 ^b	39,1±1,8 ^b	78,1±1,1 ^b	81,5±4,6 ^b	324,0±1,7 ^b	297,5±12,1 ^b
Buddha	45,4±0,7 ^b	43,4±1,2 ^b	87,1±1,3 ^b	103,1±4,1 ^b	300,4±4,9 ^b	278,0±3,7 ^b
Albín	43,1±1,4 ^b	39,9±0,9 ^b	66,0±2,9 ^b	75,2±4,1 ^b	349,6±10,7 ^b	325,1±9,1 ^b
Racek	44,9±1,1 ^b	42,7±2,4 ^b	66,0±9,3 ^b	78,8±4,1 ^b	366,5±7,2 ^b	343,9±16,0 ^b
Redy	45,1±0,7	42,3±1,2	71,4±2,0 ^b	81,3±1,6 ^b	389,7±6,6 ^b	357,4±11,9 ^b
MS ZB-3	42,0±0,7 ^b	38,7±1,4 ^b	72,3±7,6 ^b	82,6±5,2 ^b	331,8±8,2 ^b	306,9±10,2 ^b
MS 387	42,3±1,6	40,5±0,9	86,1±4,3	91,1±7,4	327,8±10,8 ^b	309,5±4,0 ^b
MS 423	41,2±0,5 ^b	38,7±1,4 ^b	76,2±2,1 ^b	84,8±3,4 ^b	333,8±4,3 ^b	306,4±11,3 ^b

^bstatisticky významné odlišnosti ($p < 0.05$) medzi lokalitami Malý Šariš a Vígľaš-Pstruša pre jednotlivé genotypy testované pomocou Mann-Whitney testu.

V oleji makových vzoriek sme identifikovali a kvantifikovali nepolárne lipidové frakcie – diacylglyceroly (DAG), steroly, voľné mastné kyseliny (FFA) a triacylglyceroly (TAG). Najvyššie hladiny diacylglycerolov mali genotypy Aristo v lokalite Malý Šariš (4,5 %) a MS 423 v lokalite Vígľaš-Pstruša s vyššou hodnotou (5,7 %). Priemerný obsah voľných sterolov vo všetkých genotypoch maku bol 2,4 % v lokalite Malý Šariš a 1,7 % v lokalite Vígľaš-Pstruša. Genotypy Buddha a MS 423 sa vyznačovali najvyššou hladinou FFA v oleji (3,4 % a 4,1 %) v lokalitách Malý Šariš a Vígľaš-Pstruša. Z výsledkov štatistických testov vyplýva, že faktory *lokalita* a *genotyp* boli štatisticky významné ($p < 0,05$) pre väčšinu deskriptorov pre každú kategóriu genotypu a lokality individuálne. Najvyššia negatívna korelácia bola pozorovaná medzi kyselinou olejovou (C 18:1) a linolovou (C 18:2). Pozitívne alebo negatívne vzťahy medzi mastnými kyselinami sú spôsobené ich vzájomnou konverziou v biosyntetickej dráhe. Korelácia medzi úrodou semena (YS) a úrodou suchých makovic (YDC) bola očakávané štatisticky významná a pozitívna (0,76). Diacylglyceroly (DAG) pozitívne korelovali so sterolmi (0,74) a voľnými mastnými kyselinami (FFA, 0,60), avšak silne negatívne s triacylglycerolmi (TAG, -0,86). Z výsledkov PCA analýzy a taktiež zhlukovej analýzy je zrejme prirodzené grupovanie vzoriek vzhľadom na ich lokalitu pestovania s výnimkou genotypov bielej a okrovej farby semena a taktiež odrody Buddha.

Vplyv roku pestovania na hladiny lipidových a agronomických deskriptorov

Genotypy pestované v roku 2011 mali vyšší obsah oleja ako genotypy pestované v nasledujúcom roku (2012). Genotyp Redy s okrovou farbou semena sa vyznačoval najvyšším obsahom oleja v roku 2011 (52,4 %), ale i v roku 2012, kde sme ale zaznamenali oveľa nižší obsah oleja (45,3 %). Najvyššie číslo zmydelnenia mal genotyp Maratón v roku 2011 (199,4 mg KOH/g oleja) a Gerlach v roku 2012 (195,5 mg KOH/g oleja). Naše výsledky ďalej poukázali, že Albín mal v roku 2011 najvyššie číslo kyslosti v hodnote 2,4 % voľných mastných kyselín. V roku 2012 sa najvyšším číslom kyslosti vyznačoval genotyp Maratón. Jeho hodnota bola 2,7 %. Genotyp Buddha obsahoval najvyššiu koncentráciu kyseliny palmitovej v oboch rokoch (45,4 a 43,0 g/kg semena), podobne obsahoval v roku 2011 i najvyššiu koncentráciu kyseliny olejovej (87,1 g/kg semena). Na druhej strane, genotyp MS 387 obsahoval najvyššiu koncentráciu kyseliny olejovej v roku 2012 (101,7 g/kg semena). Najvyššiu koncentráciu kyseliny linolovej obsahoval genotyp Redy v oboch rokoch pestovania, v roku 2011 s koncentráciou 389,7 g/kg semena a v roku 2012 s koncentráciou 314,4 g/kg semena. Naše výsledky potvrdili, že faktor *genotyp* bol štatisticky významným ($p < 0,05$) pre väčšinu deskriptorov pre obe kategórie *roka* a taktiež faktor *rok* bol štatisticky významným pre väčšinu sledovaných deskriptorov ($p < 0,05$). V grafickom výstupe PCA bolo zrejme zhľukovanie vzoriek vzhľadom na rok ich pestovania (Obr. 2).



Obr. 2: PCA bi-plot znázorňujúci vzájomný vzťah pôvodných premenných spolu so skupinami vzoriek maku, ktoré sú označené podľa roku pestovania (modré objekty pochádzajú z roku 2011, červené predstavujú pestovateľský rok 2012)

Pozitívna korelácia bola nájdená medzi obdobím kvitnutia a odolnosťou voči helmintosporiôze ($r=0,50$). Ďalej, výška rastliny negatívne korelovala s odolnosťou voči poliehaniu (-0,47), obsahom oleja (-0,66), s kyselinou linolovou (C 18:2) (-0,72). Na druhej strane sme potvrdili silnú pozitívnu koreláciu medzi výškou rastliny a úrodou suchých makovic (0,55) a kyselinou olejovou (C 18:1) (0,73). Korelačná analýza potvrdila významnú negatívnu koreláciu medzi odolnosťou voči plesni makovej a kyselinou *alfa*-linolénovou (C 18:3) (-0,44). Literárne známa negatívna korelácia medzi úrodou makovic a obsahom oleja bola potvrdená aj v našej štúdiu (-0,56). Z výsledkov korelačnej

analýzy vyplývalo, že odolnosť voči helmintosporiíze štatisticky významne korelovala s úrodami semien a suchých makovic (0,41). Na základe meteorológie oboch hodnotených rokov predpokladáme, že vyššia teplota a menej zrážok na konci vegetácie vyvolali pokles oleja v semene, nižšie hladiny kyseliny linolovej, vyššiu výšku rastliny, vyššiu odolnosť voči helmintosporiíze ale pokles v odolnosti voči plesni makovej. Taktiež vyššia teplota na konci vegetácie mala za následok vyšší obsah sterolov a diacylglycerolov. Na druhej strane negatívne ovplyvnila hladiny triacylglycerolov.

ZÁVER

Semená maku siateho hodnotené v tejto štúdií sa vyznačujú pomerne vysokým obsahom oleja. Tento parameter je silným genotypickým znakom, je však taktiež ovplyvnený farbou semena. Bielo-semenné odrody obsahujú viac oleja ako modro-semenné. Okrová odroda Redy vyniká vysokým obsahom oleja ale i esenciálnej kyseliny linolovej v oboch rokoch pestovania. Na druhej strane genotyp Buddha obsahuje najvyššie koncentrácie mono-nenasýtených mastných kyselín. Šľachtiteľské línie hodnotené v tejto štúdií poskytujú perspektívny obraz na zaradenie do štátnych odrodových skúšok (najmä materiál MS 423). Makový olej je zdrojom poly-nenasýtených mastných kyselín a fytosterolov, ktoré chránia organizmus pred vznikom srdcovo-cievnych a zápalových ochorení. Nízke koncentrácie diacylglycerolov a voľných mastných kyselín (reprezentované číslom kyslosti), a pomerne vysoké číslo zmydelnenia oleja svedčia o vysokej kvalite makového oleja. Triacylglyceroly sú absolútne dominantné nepolárne lipidy vo všetkých makových vzorkách. Faktory rok a lokalita pestovania výrazne ovplyvňujú koncentrácie lipidov v semene maku.

Pod'akovanie: Autori ďakujú pracovníkom Výskumno-šľachtiteľských staníc Malý Šariš a Viglaš-Pstruša za poskytnutie rastlinného materiálu a projektu APVV-0248-10 za finančnú podporu.

LITERATÚRA

- Akbar, E. - Yaakob, Z. - Kamarudin, S.K. - Ismail, M. - Salimon, J. 2009. Characteristic and composition of *Jatropha curcas* oil seed from Malaysia and its potential as biodiesel feedstock feedstock,” In *European Journal of Scientific Research*. 2009, 29, s. 396–403.
- AOCS Official Methods: Acid value Cd 3d-63. 1998. In *Official Methods and Recommended Practices of the American oil chemists society*, fifth edition, AOCS Press, Champaign, IL (USA).
- ASTM D 464. 1996. Saponification Number of Naval Stores Products Including Tall Oil and Other Related Products. PCTM 16.
- Azcan, N. - Öztürk, K.B. - Kara, M. 2004. Investigation of Turkish Poppy seeds and seed oils. In *Chemistry of Natural Compounds*. 2004, 40, s. 322-324.
- Bozan, B. - Temelli, F. 2008. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. In *Bioresource Technology*. 2008, 99, s. 6354–6359.
- Čertík, M. - Shimizu, S. 2000. Kinetic analysis of oil biosynthesis by an arachidonic acid-producing fungus, *Mortierella alpina* 1S-4. In *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2000, 54, s. 224-230.
- Čertík, M. - Ješko, D. 2005. Profil mastných kyselín ako marker kategorizácie rôznych druhov ovsa. In *Zborník z XV. medzinárodnej konferencie LABORALIM*. Banská Bystrica, 2005, s. 37-44.
- Eringç, H. - Tekin, A. - Özcan, M.M. 2009. Determination of fatty acid, tocopherol and phytosterol contents of the oils of various poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds. In *Grasas y Aceites*. 2009, 60, s. 375-381.
- Perkins, E. G. 1992. in A. J. St. Angelo, ed., *Lipid Oxidation in Food*, American Chemical Society, Washington, D.C., 1992, s. 310-321.
- Slovak Technical Norm STN 461011-28 (461011). 1988. Testing of cereals, legumes and oil-bearing crops. Oil-bearing crop testing. Fat content determination (n-hexane type).

Adresy autorov

RNDr. Andrea Hlinková, PhD., RNDr. Michaela Havrlentová, PhD., Mgr. Jana Šupová, RNDr. Darina Muchová, PhD. - CVRV Piešťany – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany,
Mgr. Adriána Bednárová, PhD. - Katedra chémie, Fakulta prírodných vied, UCM Trnava,
doc. Ing. Milan Čertík, PhD. - Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, STU Bratislava.
hlinkova@vurv.sk

ANALÝZA LÁTOK OVPLYVŇUJÚCICH OXIDAČNÚ A TERMICKÚ STABILITU MAKU

Milan ČERTÍK, Zuzana CIBULKOVÁ, Marta BRLEJOVÁ, Tibor DUBAJ, Tatiana KLEMPOVÁ

Práca je zameraná na štúdium termooxidačnej stability rôznych odrôd maku a na popis potenciálnych skupín látok zapojených do termickej a oxidačnej stabilizácie makových semien. Odroda Bergam vykazovala najvyššiu termooxidačnú stabilitu, naproti tomu je odroda Albín najmenej termostabilná. Bola pozorovaná nepriama korelácia medzi množstvom glykoproteínov v makoch a ich termooxidačnou stabilitou pri 140 °C. Štandardne najnižšie hladiny glykoproteínov boli detegované u odrody Bergam, naproti tomu odrody Maraton a Albín akumulovali najviac glykoproteínov. Proteínová zložka glykoproteínov je pravdepodobne priamo zapojená do zvyšujúcej sa termooxidačnej stability makov pri 140 °C. Práca pojednáva aj o profile fenolových látok v makových semenách.

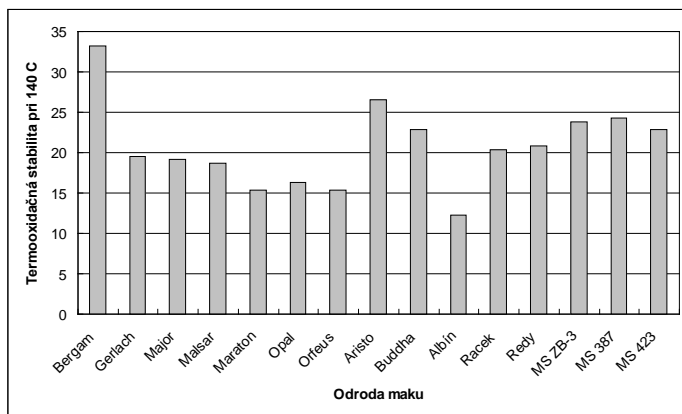
Kľúčové slová: mak siaty, termická stabilita, antioxidanty, glykoproteíny, fenolové látky

ÚVOD

Mak nachádza široké uplatnenie v rôznych odvetviach, od tradičného využitia v potravinárstve cez medicínu, farmáciu až po alternatívne palivá ako náhrada tradičných palív. Z pohľadu potravinárskych aplikácií je dôležité poznať termooxidačnú stabilitu jednotlivých odrôd maku. Keďže mak obsahuje 40-50% oleja s vysokým obsahom ľahko oxidovateľných nenasýtených mastných kyselín, je preto potrebné mať informácie o antioxičnej stabilite makových semien. Z tohto pohľadu, ale aj kvôli lekárske a farmaceutickým aplikáciám maku je zase potrebné študovať, ktoré látky sú zodpovedné za jeho antioxičnú stabilitu. Je takmer zarážajúce, že napriek snahe zvyšovať spotrebu maku v domácnostiach a v iných odvetviach, štúdie venované termooxidačným a antioxičným stabilitám makov sa v literatúre takmer nevyskytujú. Preto bolo našim zámerom sledovať nielen termooxidačnú stabilitu makov ale zároveň aj popísať potenciálne skupiny látok zapojených do termickej a oxidačnej stabilizácie makových semien.

TERMOOXIDAČNÁ STABILITA MAKU

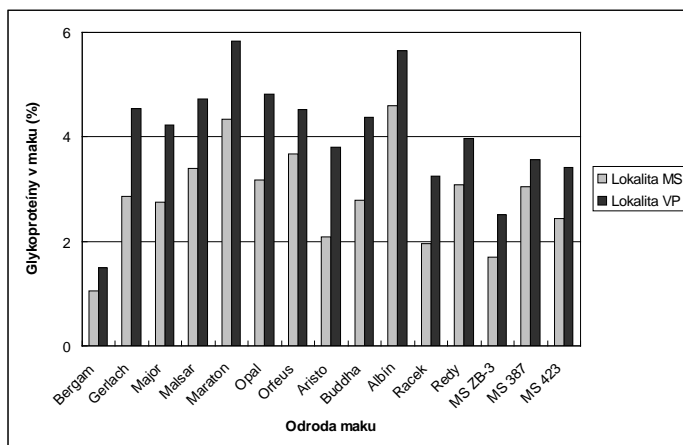
Vhodná metóda sledovania termooxidačnej degradácie maku je potrebná na popis správania sa makových semien pri rôznych teplotách. Samotná termodegradácia maku vo všeobecnosti prebieha v dvoch stupňoch. Prvým štádiom je tzv. indukčná perióda, počas ktorej zdanlivo neprebíha žiadna chemická reakcia. Na konci indukčnej periódy dochádza k samotnej oxidácii materiálu sprevádzanej náhlymi zmenami vo fyzikálnych, chemických a sensorických vlastnostiach materiálu. Našmu kolektívu sa len nedávno ako prvému na svete podarilo pomocou diferenčnej kompenzačnej kalorimetrie popísať a aplikovať určenie dĺžky indukčnej periódy v maku, pomocou ktorej je možné spoľahlivo detegovať mieru termooxidačnej stability rôznych makových semien (1). Aplikovaním tejto metódy bolo zistené, že medzi odrodami maku sú značné rozdiely v ich termooxidačnej stabilite (2). Napríklad pri teplote 25 °C je najstabilnejšou odrodou maku odroda Gerlach, a Bergam, ako najmenej stabilne pri tejto teplote sa javili odrody Orfeus a Albín. Pri teplote 140 °C, ktorá predstavuje zvýšenú teplotnú záťaž, bola odroda Bergam najstabilnejšia, naopak, biela odroda Albín vykazovala najnižšiu oxidačnú stabilitu (obr. 1).



Obrázok 1: Termooxidačné stability rôznych odrôd maku pri 140 °C.

GLYKOPROTEÍNY MAKU

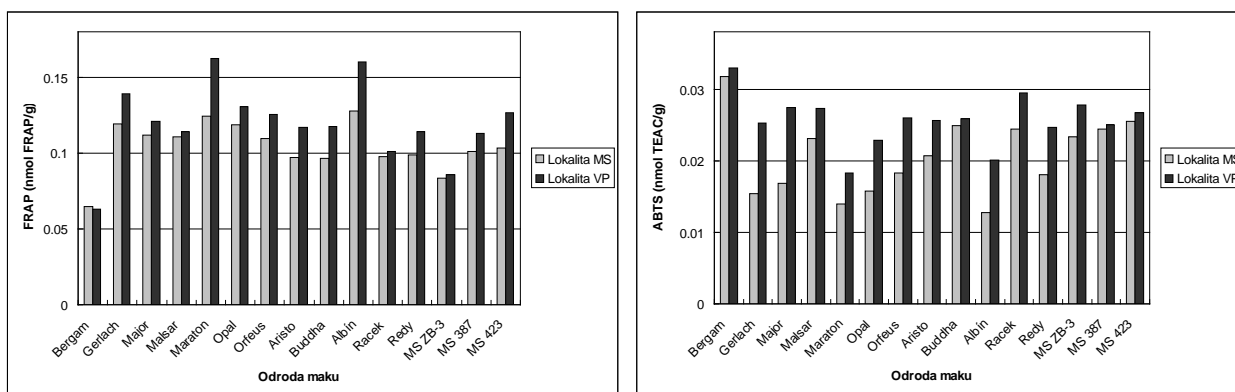
Doposiaľ glykoproteíny z maku neboli študované a tak charakterizácia týchto látok môže vďaka ich vlastnostiam môže mať široké uplatnenie v praxi. Na základe vyvinutej a optimalizovanej metódy ich izolácie boli pripravené glykoproteíny z rôznych odrôd maku a následne analyzované jednak na obsah proteínovej a sacharidovej zložky, ako aj na štúdium ich antioxidačných vlastností ABTS testom a FRAP metódou. Obsah glykoproteínov v maku kolísal v rozmedzí 1.1 – 5.8% v závislosti od odrody maku ale aj od lokality ich pestovania. Štandardne najnižšie hladiny glykoproteínov boli detegované u odrody Bergam, naproti tomu odrody Maraton a Albín akumulovali najviac glykoproteínov (obr. 2).



Obrázok 2: Obsah glykoproteínov u rôznych odrôd maku.

Analýzy chemického zloženia glykoproteínov ukázali, že sacharidy boli ich majoritným komponentom v porovnaní s ich proteínovou zložkou. Čo sa týka jednotlivých odrôd, vysoké hodnoty zastúpenia sacharidov v glykoproteínoch boli typické pre Maraton, Albín a Opal (okolo 86%), nízke hladiny sacharidov v glykoproteínoch boli charakteristické pre odrodu Bergam (cca 66%).

Ďalej boli detegované zásadné rozdiely v antioxidačných vlastnostiach glykoproteínov jednak v jednotlivých odrodách a jednak v závislosti od použitej metódy (čo môže byť dané ich odlišnými princípmi merania). Treba zdôrazniť, že zatiaľ čo sa vo FRAP metóde využíva iónovo-redukčný systém (železitý - tripyridiltriázínový komplex je redukovaný na železnatú formu v prostredí s nízkym pH a za prítomnosti antioxidantu), pri ABTS teste je to protón-donorový systém (schopnosť zhášať kation-radikál $ABTS^+$ antioxidantom, ktorý sa chová ako donor vodíka a oxiduje sa na ABTS). Z výsledkov vyplýva (obr. 3), že odroda Bergam obsahovala glykoproteíny s najnižšími „FRAP“ antioxidačnými aktivitami, naproti tomu glykoproteíny z odrôd Maraton a Albín vykazovali najvyššie „FRAP“ antioxidačnými vlastnosti. Je zaujímavé, že opačné výsledky boli detegované pre ABTS merania; t.j. glykoproteíny z odrody Bergam boli typické s najvyššími „ABTS“ hodnotami, zatiaľ čo „ABTS“ aktivity glykoproteínov boli pomerne nízke u odrôd Maraton a Albín.

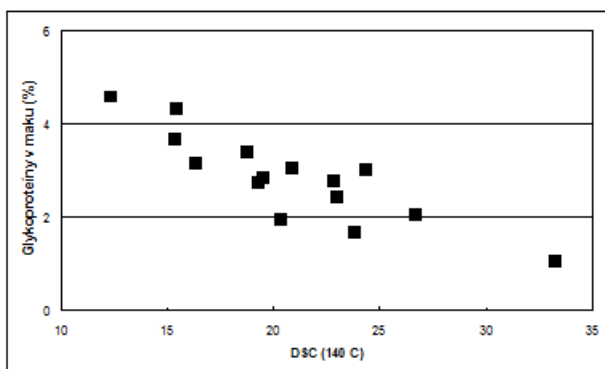


Obrázok 3: Antioxidačné vlastnosti glykoproteínov izolovaných z rôznych odrôd maku.

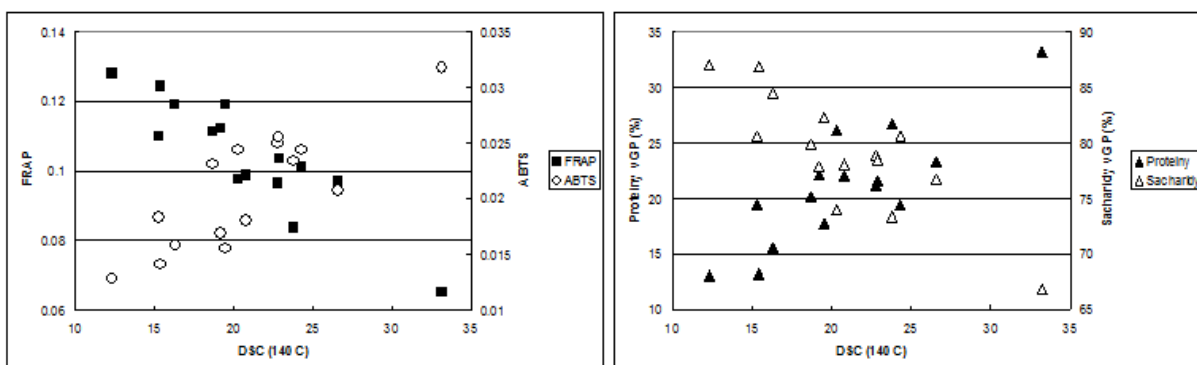
Ako je zrejmé z obrázkov 2 a 3, aj keď sa vlastnosti glykoproteínov menili v závislosti od použitej odrody maku, ich zastúpenie v makoch ako aj antioxidačné aktivity jednotlivých glykoproteínov sa veľmi nemenili od lokality ich pestovania. Tento fakt indikuje, že biosyntéza proteínovej a sacharickej zložky glykoproteínov u danej odrody maku je geneticky stabilná. Takáto geneticky podmienená stabilita tvorby a antioxidačných vlastností glykoproteínov u jednotlivých odrôd môže byť základom pre ich dodatočnú vnútorodovú taxonomickú kategorizáciu.

VLASTNOSTI GLYKOPROTEÍNOV A TERMOOXIDAČNÁ STABILITA MAKU

Zaujímavé výsledky boli získané porovnaním a hľadaním súvislosti medzi jednotlivými nameranými parametrami. Je zrejmé, že antioxidačné „FRAP“ vlastnosti sa klesajú so znižovaním obsahu proteínov v glykoproteínoch a zvyšujú sa s narastaním sacharidovej zložky v glykoproteínoch. Opačné súvislosti boli zistené pre obsah sacharidovej/proteínovej zložky v makových glykoproteínoch a ich „ABTS“ antioxidačnými aktivitami, t.j. hladina proteínov v glykoproteínoch je úmerná „ABTS“ antioxidačnými hodnotami. Podobne, obr. 4 indikuje nepriamo úmernú koreláciu medzi množstvom glykoproteínov v makoch a ich termooxidačnou stabilitou pri 140 °C. Veľmi prekvapivé je aj zistenie, že termooxidačná stabilita makov pri 140 °C je priamoúmerná s „ABTS“ antioxidačnými aktivitami a zároveň klesá so zvyšujúcimi sa „FRAP“ vlastnosťami (obr. 5). Tento obrázok zároveň aj poukazuje na pravdepodobne zapojenie sa proteínovej zložky glykoproteínov do zvyšujúcej sa termooxidačnej stability makov pri 140 °C.



Obrázok 4: Termooxidačná stabilita glykoproteínov izolovaných z rôznych odrôd maku.



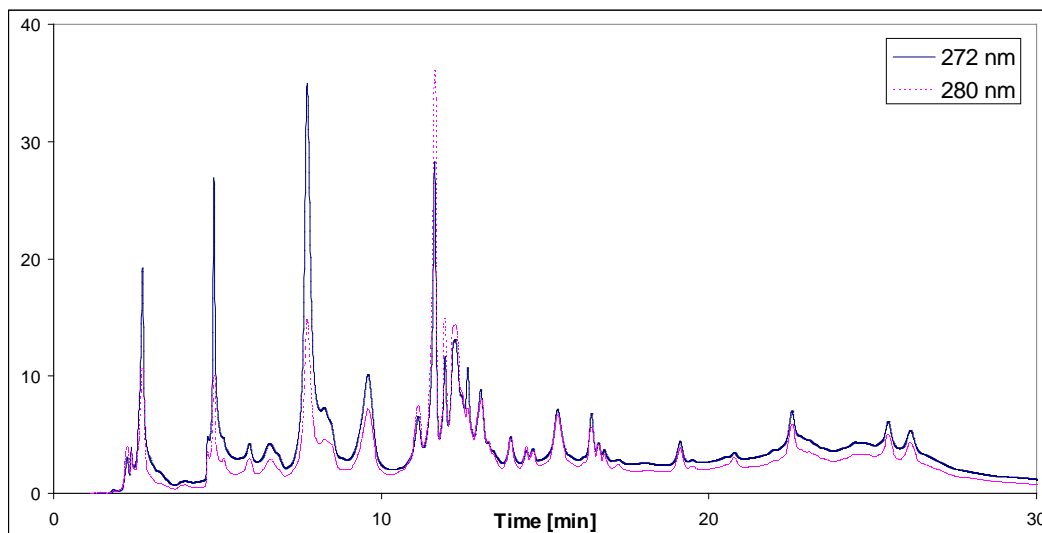
Obrázok 5: Termická stabilita a antioxidačné vlastnosti glykoproteínov izolovaných z rôznych odrôd maku.

FENOLOVÉ LÁTKY MAKU

Fenolové kyseliny a ich deriváty sú odvodené od kyseliny škoricovej (s výnimkou kyseliny galovej, ktorá je tvorená priamo zo šikimátu). Fenolové kyseliny sú známe antibakteriálnymi, antivírusovými, antioxidačnými, imunostimulačnými a antizápalovými vlastnosťami. Ich antioxidačný účinok závisí od množstva a polohy hydroxylových skupín v molekule, od rozlohy konjugovaného systému, od prítomnosti substituentov ochotných poskytovať alebo viazať elektrón ale aj od prítomnosti metoxyskupín. Z toho dôvodu majú vyššiu antioxidačnú aktivitu hydroxyškoricové kyseliny (obsahujú $-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ skupinu) v porovnaní s hydroxybenzoovými kyselinami (obsahujú $-\text{COOH}$ skupinu). Hydroxyškoricové kyseliny (najmä kyselina ferulová a *p*-kumarová) sú viazané esterickými väzbami na polysacharidy bunkových stien, pričom vznikajú tzv. hydroxyškoricové diméry. Fenolové kyseliny môžu zamedziť oxidačnému poškodeniu, môžu

vychytávať voľné radikály a viazať kovy, ktoré katalyzujú prooxidačné reakcie do komplexov, vystupujú ako redukčné činidlá a zhášače singletového kyslíka.

Napriek pomerne dobre popísaným typom a vlastnostiam fenolových látok v rastlinných materiáloch, zmienky o fenolových látkach z maku sú veľmi limitované (3,4). Naše merania taktiež ukázali, že fenolové látky sa v maku nachádzajú vo voľnej a esterifikovanej forme, pričom ich voľné formy boli detegované v množstvách 1-5 mg/g maku a celkové množstvá neprekračovali hladinu 20 mg/g maku. Naproti tomu v literatúre nie je žiadna zmienka o štruktúre fenolových látok izolovaných z makových semien. Na obr. 6 je zrejme prvý dostupný HPLC záznam analýzy fenolových látok z komerčne dostupného maku. Aj keď profil fenolových látok bol podrobený kompletnej HPLC/DAD-UV-VIS analýze, štruktúrnou analýzou sa nám zatiaľ nepodarilo identifikovať jednotlivé píky fenolových látok.



Obrázok 6: HPLC záznam analýzy fenolových látok z maku pri vlnových dĺžkach 272 a 280 nm.

ZÁVER

V práci sú popísané medzi značné rozdiely v termooxidačnej stabilite rôznych odrôd maku, kde odroda Bergam je najstabilnejšia, naproti tomu ako najmenej termostabilná je odroda Albín. Bola pozorovaná nepriama korelácia medzi množstvom glykoproteínov v makoch a ich termooxidačnou stabilitou, kde proteínová zložka glykoproteínov je pravdepodobne zapojená do zvyšujúcej sa termooxidačnej stability makov pri 140 °C. Zdá sa, že hladiny proteínovej a sacharickej zložky glykoproteínov u danej odrody maku sú geneticky stabilná. Práca ukazuje aj profil fenolových látok v makových semenách.

Pod'akovanie: Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore projektu APVV-0248-10.

LITERATÚRA

1. Cibulková, Z., Čertík, M., Dubaj, T.: Thermooxidative stability of poppy seeds studied by non-isothermal DSC measurements. Food Chemistry (prijaté na publikovanie 01.11. 2013).
2. Cibulková, Z., Čertík, M., Dubaj, T. Thermooxidative stability of poppy seeds studied by DSC. Chemické Listy, 106(6), 2012, 582.
3. Bozan B, Temelli F. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. Bioresource Technology, 99, 2008, 6354–6359.
4. Ishtiaque, S., Khan, N., Siddiqui, M.A., Siddiqi, R., Naz, S.: Antioxidant Potential of the Extracts, Fractions and Oils Derived from Oilseeds. Antioxidants, 2, 2013, 246-256.

Adresy autorov

Doc. Ing. Milan Čertík, PhD., Ing. Zuzana Cibulková, PhD., Ing. Marta Brlejšová, PhD., Ing. Tatiana Klemková, PhD., Ing. Tibor Dubaj, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, milan.certik@stuba.sk

POTENCIÁLNE LIEČIVÉ ÚČINKY MAKU SIATEHO

Tibor MALIAR, Erik KROŠLÁK, Miroslav ONDREJOVIČ, Daniela CHMELOVÁ, Mária MALIAROVÁ, Gabriela SLABÁ, Andrea HLINKOVÁ

Mak je známou plodinou, pestovanou od pradávna, ktorý by pri správnom výbere odrody mohol byť predmetom funkčných potravín. Za týmto účelom boli realizované experimenty prípravy komplexných vzoriek na testy biologickej aktivity na úrovni in vitro, konkrétne optimalizácie extrakčného solventu. Ako optimálny postup prípravy sa ukazuje extrakcia zmesou destilovaná voda: 98%-ný etanol strednej polarity s následnou „lipid freezing drying“ purifikačnou technikou. Skríning biologickej aktivity, vyjadrený prítomnosťou biologicky cenných látok (kompozitné deskriptory TPF, TPFA, TFL) i samotnou biologickou aktivitou na úrovni in vitro, poukázala na odlišnosti a príbuznosti jednotlivých odrôd maku siateho, a výraznú odlišnosť technického maku. Odrody Aristo, Gerlach, zbierkové odrody MS 387, MS 423, ale predovšetkým odroda Major sa javia ako perspektívne pre uplatnenie v potravinárskom priemysle so zaradením do takzvaných funkčných potravín, nakoľko ich biologicky a terapeutický potenciál je preukázateľný.

Kľúčové slová: mak, extrakty semena maku siateho, kompozitné deskriptory, aktivné deskriptory, PCA, CA analýza

ÚVOD

Mak je známou plodinou, pestovanou od pradávna. Mak sa využíva už niekoľko tisíc rokov. Najstaršie stopy dokladajúce jeho využívanie pochádzajú zo 6. tisícročia pred Kr. z oblasti Stredomoria. O tisíc rokov neskôr sa v Mezopotámii využíval ako zdroj pre ópium.

Pestovanie maku siateho (*Papaver somniferum* L.) má na Slovensku dlhú históriu. I napriek tomu, že Slovensko patrí ku krajinám, kde sa mak pestuje a šľachtí, jeho pestovateľské plochy sa v porovnaní s inými krajinami vyznačujú malou výmerou. Takmer všetka produkcia je určená pre potravinárstvo, makovina (makovica) sa využíva vo farmácii. Mak sa široko používa predovšetkým pri príprave makového pečiva. Viac než 4/5 produkcie je exportovanej, predovšetkým do slovanských krajín, kde je mak tradičnou pochúťkou. V západných štátoch sa makové produkty často považujú za nevhodné, pretože sa čiastočne mylne predpokladá, že obsahujú návykové látky (morfín a kodeín).

Najznámejšími sekundárnymi metabolitmi semena maku sú alkaloidy, ktoré sú predmetom 99% odborných publikácií. Po chemickej stránke sú alkaloidy predovšetkým deriváty benzylozochinolínu (papaverín a narkotín) a fenantrénu (morfín, kodeín a tebaín). Ópiový mak obsahuje viac ako 50 alkaloidov. Medzi ďalšie sekundárne metabolity maku patria flavonoidy (Beliaeva a Evdokimova, 2004) zistili prítomnosť kaempferolu a kvercetínu, Jain a kolektív (1996) identifikovali dva flavonoly (rutín a kvercetín) a dva izoflavóny (2-metoxiformonetín a dihydroxyizoflavón) (Acheson a kol., 1962). Z kategórie sterolov sú zastúpené β -sitosterol, kampesterol, stigmasterol, a 5-avenasterol (Erinc a kol., 2009). Analýzou tokoferolov, Bozan a Temelli (2008) zistili najvyššiu hladinu γ -tokoferolu, minoritne aj α -tokoferolu a stopy plastochromanolu.

Analytický pohľad ponúka prehľad konkrétnych komponentov maku, pričom sa prakticky jednostranne venuje alkaloidom. Naproti tomu existuje komplexný pohľad na účinok maku, testovaním extraktov maku vo vhodných modeloch, ideálne na úrovni *in vivo*, za predpokladu určitej relácie i na úrovni *in vitro*. Akékoľvek testovanie vzoriek extraktov maku, či už na úrovni *in vivo*, alebo *in vitro* však ponúka odraz biologickej aktivity danej vzorky, ktorá je pripravená istým postupom, tým pádom extrakčná metóda limituje výsledok testovania danej vzorky. Semeno maku siateho je komplexná prevažne lipidová matrica s obsahom proteínov a sacharidov, ktorá v sebe komprimuje ako polárne metabolity akými sú polyfenolové kyseliny, ďalej flavonoidy a ich glykozidy tak i bioaktívne látky – látky s biologickým účinkom rozpustené v lipidickej frakcii, kam radíme celú skupinu tokoferolov, tokotrienolov, eventuálne karotenoidov, zeaxantínov, nepolárnych chinónov a pod.

MATERIÁL A METÓDY

Použité chemikálie a reagenty: DMSO (dimetylsulfoxid) (Mikrochem, SR), etanol p. a. (Mikrochem, SR), deionizovaná voda, trypsín z hovädzieho pankreasu – CAS číslo 9002-07-7 (Sigma-Aldrich, USA), N- \square -benzoyl-Arginín-4-nitroanilid hydrochlorid (Sigma-Aldrich, USA), katepsín B z hovädzej sleziny – CAS číslo 9047-22-7 (Sigma-Aldrich, USA), dithiobis(2-nitrobenzoová kyselina) (Sigma-Aldrich, USA), Z-L-Lysin-tiobenzylester hydrochlorid (Sigma-Aldrich, USA), 0,05M Tris-HCl, pH 7,6, 0,05M Tris-HCl, pH 7,0

Použitie prístroje a zariadenia: Spektrofotometer Opsys MicroplateReader-Dynex (USA), analytické váhy Kern ALS 120-4 (GER), vortex IKA®MS 3basic (USA), rotačná odparka Büchi (GER), environmentálny shaker – Incubator ES-20 Biosan (LT).

Rastlinný materiál: semená vybraných odrôd maku siateho *Papaver somniferum* L. bol získaný z Centra výskumu rastlinnej výroby CVRV Piešťany, Výskumno-šľachtiteľskej stanice Malý Šariš.

Na testovanie antioxidačnej aktivity, celkových polyfenolov, celkových flavonoidov, celkových polyfenolových kyselín boli použité odrody maku siateho, súbor genotypov je uvedený v Tabuľke 1.

Tabuľka 1. Odrody maku siateho použité na testovanie.

Bergam 1/I. VP 2011	Buddha 9/I. VP 2011
Gerlach 2/I. VP 2011	Albín 10/I. VP 2011
Major 3/I. VP 2011	Racek 11/I. VP 2011
Malsar 4/I. VP 2011	Redy 12/I. VP 2011
Marton 5/I. VP 2011	MS ZB-3 13/I. VP 2011
Opal 6/I. VP 2011	MS 387 14/I. VP 2011
Orfeus 7/I. VP 2011	MS 423 15/I. VP 2011
Aristo 8/I. VP 2011	Technický mak Labris 2013

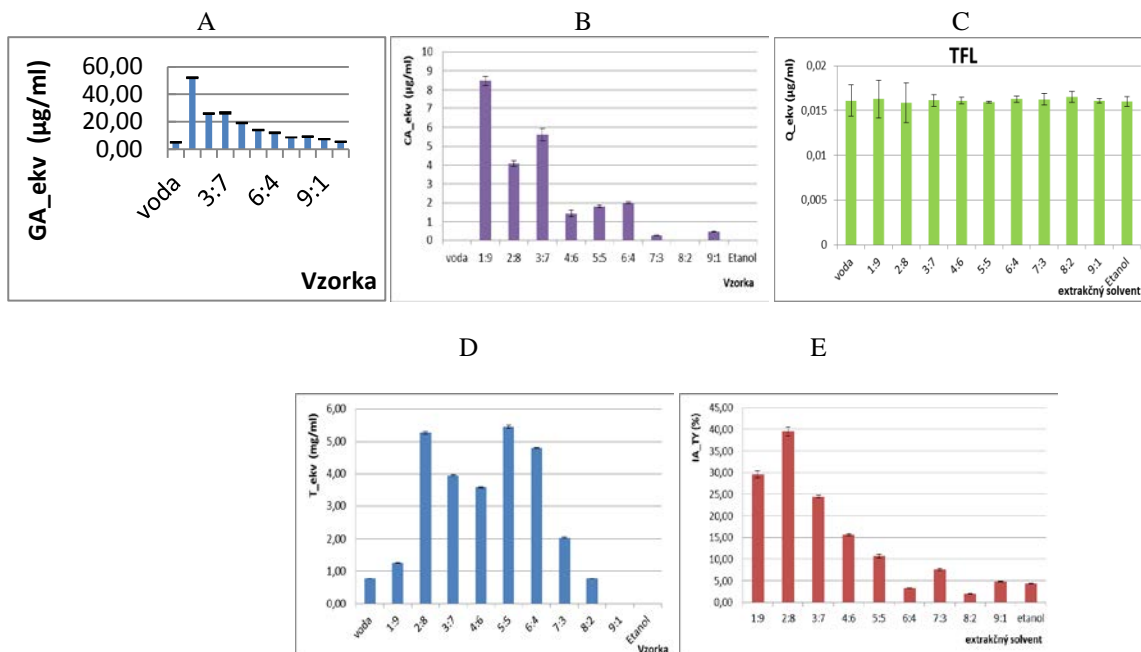
Semená maku boli extrahované ako natívny, ne- dezintegrovaný materiál pre dva podstatou odlišné experimenty. Ako prvý bol realizovaný experiment optimalizácie extrakčného solventu za nasledovných podmienok: SLR = 1:20, extrakčné činidlá destilovaná voda, zmes destilovanej vody a 98%-ného etanolu v pomeroch 1:9, 1:4, 3:7, 2:3, 1:1, 3:2, 7:3, 4:1, 9:1 a čistý etanol, pod dobu 24 hodín pri teplote 25°C v tme.

Vzorky pre základný skrining biologickej aktivity boli pripravené nasledovným postupom: SLR = 1:5, extrakčné činidlá – zmesi destilovanej vody a 98%-ného etanolu v pomere 3:7 a 1:1, pod dobu 24 hodín pri teplote 25°C v tme. Po uplynutí doby extrakcie bol extrakt vložený na 60 minút do mrazničky pri -13°C s cieľom eliminovať lipidy technikou „*lipid freezing drying*“, následne bolo odobraté 2 ml extraktu a prefiltrované cez Milipore filter 0,45µm do ependorfovej skúmavky so závitom. Vzorky boli pre opakované testovanie uschované v chladničke pri +3°C.

Uvedená kolekcia pripravených vzoriek bola podrobená testom na stanovenie 3 kompozitných deskriptorov – stanovenie obsahu celkových polyfenolov /TPF/ metódou reakcie s Folinovou reagensiou podľa Singletona a Rossiho (1965), ďalej stanovenie celkových polyfenolových kyselín /TPFA/ reakciou s Arnovou reagensiou podľa Gawlik-Dziki a kol., 2009 a celkových flavonoidov, reakciou s metanolicným roztokom AlCl₃ podľa Quettier-Deleua a kol. (2000). Ďalej bola hodnotená antioxidačná aktivita /DPPH/, hodnotením schopnosti zhasať radikál DPPH podľa Brand-Williensa a kol., (1995) a inhibičná aktivita na trypsín /IA_TY/ a inhibičná aktivita na katepsín /IA_CTSB/ podľa Maliar, 2004.

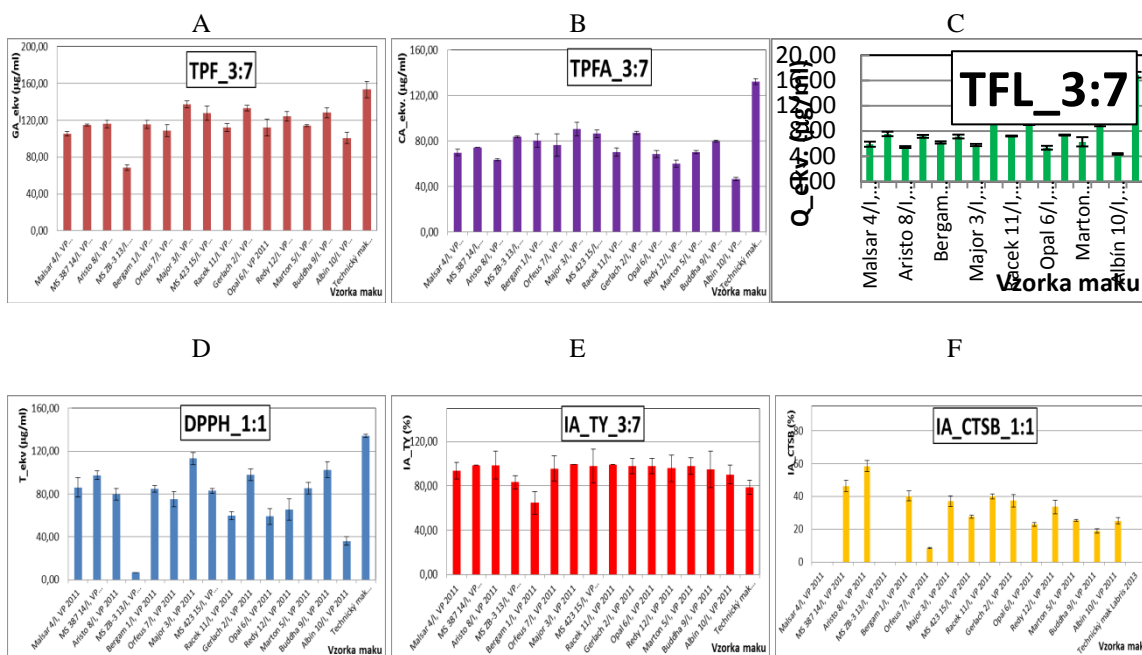
VÝSLEDKY A DISKUSIA

V prvej etape bolo realizované hodnotenie vzoriek, pripravených za podmienok, popísaných v časti Materiál a metódy s varírovaním polarita extrakčného solventu plynulou zmenou pomeru zložiek extrakčnej zmesi destilovaná voda: 98%-ný etanol od čistej vody, cez zmesi oboch zložiek až po 98%-ný etanol. Ako výstupné parametre boli hodnotené 3 kompozitné (TPF, TPFA, TFL) a 2 aktivitné parametre (DPPH, IA_TY). Výsledky odozvy na meniace sa parametre extrakčného solventu prezentujú nasledovné grafy na Obrázku 1.



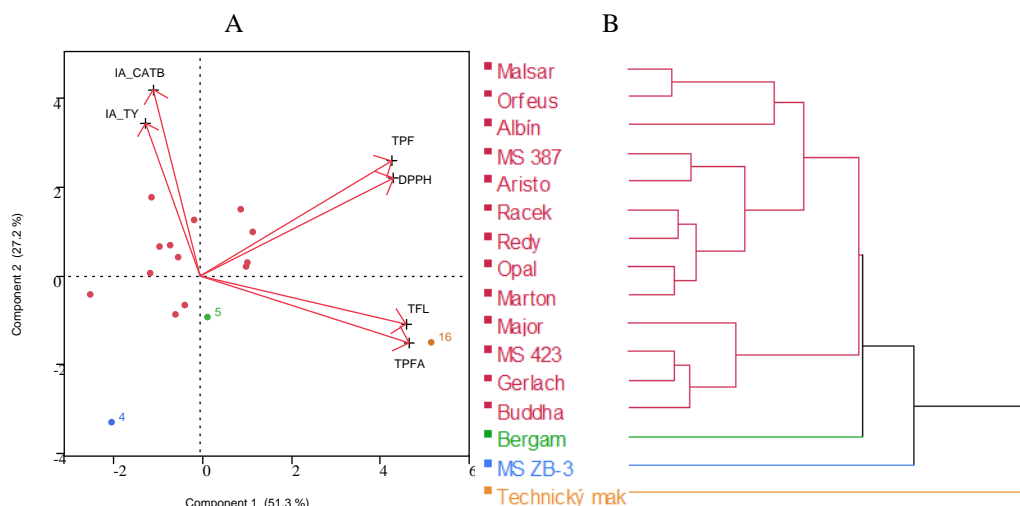
Obrázok 1. Odozva miery kompozitných deskriptorov A - TPF, B- TPFA, C-TFL a aktivných deskriptorov D-DPPH a E-IA_TY na zloženie extrakčného solventu, destilovaná voda, 98/-ný etanol, zmesi voda: etanol pri vzorkách extraktov modelovej odrody Bergam.

Ako je z Obrázku 1 zrejmé, obsah celkových polyfenolov, obsah celkových polyfenolových kyselín a inhibičná aktivita vo vzorkách extraktov je výrazne závislá od zloženia extrakčného činidla, preferujúce polárne zmesi s pomerom destilovaná voda: 98%-ný etanol. Obsah flavonoidov bol vo vzorkách extraktov maku veľmi nízky a nízkou odozvou na zloženie extrakčného činidla. Antioxidačná aktivita vzoriek extraktov maku siateho vykazuje minimálne dvojfázový priebeh indikujúci existenciu minimálne dvoch skupín antioxidačne účinných látok. Pre skríningové hodnotenie pripravenej kolekcie extraktov maku siateho boli vybrané nasledovné zloženia extrakčnej zmesi: destilovaná voda: 98=%ný etanol, 3:7 pre nasledovné deskriptory TPF, TPFA, TFL a IA_TY a zmes 98=%ný etanol, 1:1 pre aktivný deskriptor DPPH a inhibičnú aktivitu na katepsín B (IA_CTSB). Výsledky skríningu prezentujú nasledovné grafy na Obrázku 2.



Obrázok 2. Skríning biologickej aktivity 16 vzoriek extraktov maku, kompozitných deskriptorov: A - TPF, B- TPFA, C-TFL a aktivných deskriptorov: D-DPPH, E-IA_TY a F- IA_CTSB, príprava vzoriek extraktov maku za uvedených extrakčných podmienok.

Ako je z Obrázku 2 zrejmé, testované vzorky extraktov sa líšia čo do kompozitných parametrov (TPF, TPFA, TFL), ale najmä čo do miery aktívnych deskriptorov (DPPH, IA_CTSB)s výnimkou inhibičnej aktivity na trypsin (IA_TY), kde bola pozorovaná istá vyrovnanosť odozvy. Pre komplexné posúdenie biologickej hodnoty, biologického terapeutického potenciálu, ktorý by bral do úvahy všetky parametre bola vykonaná analýza hlavných komponentov (PCA) a klusterová analýza (CA) získanej množiny dát pre 16 odrôd maku, 15 potravinárskych odrôd a 1 vzorku extraktu technického maku. Výsledky prezentuje Obrázok 3 a Tabuľka 2.



Obrázok 3. Grafické výstupy pre analýzu hlavných komponentov A -PCA a klusterovú analýzu B- CA.

Tabuľka 2. Primárne dáta pre analýzu hlavných komponentov (PCA) a klusterovú analýzu (CA).

P.č.	Odroda	DPPH	TPF	TFL	TPFA	IA_TY	IA_CATB
1	Malsar	86,20	105,32	5,90	69,79	93,68	0,00
2	MS 387	97,52	114,73	7,53	74,08	98,54	46,19
3	Aristo	79,49	115,93	5,48	63,53	98,66	58,38
4	MS ZB-3	6,78	68,53	7,17	83,64	83,35	0,00
5	Bergam	84,67	115,74	6,19	80,34	64,76	40,29
6	Orfeus	75,08	108,84	7,14	76,38	95,63	8,54
7	Major	113,15	137,32	5,78	90,56	99,51	36,96
8	MS 423	82,94	127,66	11,29	86,27	97,93	27,73
9	Racek	59,92	112,17	7,20	70,12	99,15	39,92
10	Gerlach	97,90	133,46	9,84	86,93	97,57	37,33
11	Opal	59,06	112,36	5,37	68,47	97,57	22,93
12	Redy	65,48	124,48	7,36	60,23	95,87	33,64
13	Marton	85,43	113,91	6,30	70,12	97,81	25,52
14	Buddha	102,70	128,44	9,52	79,68	94,77	18,87
15	Albín	36,04	100,78	4,39	46,71	90,16	25,15
16	Technický mak	134,35	153,34	16,91	132,10	78,49	0,00

Na základe výsledkov analýz možno konštatovať nasledovné:

- vybraná množina potravinárskych odrôd maku sa javí relatívne heterogénna,
- vzorka technického maku je výrazne odlišná od potravinárskych odrôd maku,
- z potravinárskych odrôd maku sa ako odlišné a málo výrazne, vzhľadom na kompozitné i aktívne parametre javia odrody MS-ZB-3 a Bergam,

- množina odrôd, označená červeným sa ukázala ako cenná z pohľadu obsahu biologicky cenných látok, eventuálne z pohľadu aktivít,
- špecificky odrody Aristo, Gerlach, zbierkové odrody MS 387, MS 423, ale predovšetkým odroda Major.
- z hľadiska hodnotených parametrov boli nájdené úzke korelácie medzi TFL a TPFA, ďalej medzi TPF a DPPH a nakoniec medzi IA_TY a IA_CATB.

ZÁVER

Vo všeobecnosti možno konštatovať, že príprava účinných vzoriek extraktov semena maku siateho si vyžaduje špecifický prístup. Ako optimálny postup prípravy sa ukazuje extrakcia zmesou destilovaná voda: 98%-ný etanol strednej polarita s následnou „*lipid freezing drying*“ purifikačnou technikou. Skrining biologickej aktivity, vyjadrený prítomnosťou biologicky cenných látok (kompozitné deskriptory TPF, TPFA, TFL) i samotnou biologickou aktivitou na úrovni *in vitro*, poukázala na odlišnosti a príbuznosti jednotlivých odrôd maku siateho, a výraznú odlišnosť technického maku. Odrody Aristo, Gerlach, zbierkové odrody MS 387, MS 423, ale predovšetkým odroda Major sa javia ako perspektívne pre uplatnenie v potravinárskom priemysle so zaradením do takzvaných funkčných potravín, nakoľko ich biologicky a terapeutický potenciál je preukázateľný. Výsledky budú prezentované verbálne na odbornom seminári.

Pod'akovanie: Táto práca vznikla s podporou projektov APVV-VV-0248-10 a VEGA1/1188/12.

LITERATÚRA

- Acheson, R. M., Jenkins, C. L., Harper, J. L., Mcnaughton, I. H. 1962. Floral Pigments in Papaver and Their Significance in the Systematics of the Genus. *New Phytologist*, **61**: 256-260.
- Beliaeva R.G., Evdokimova L.I. 2004. Variability of flavonol contents during floral morphogenesis in Papaver somniferum L.. *Ontogenesis*, **35**: 16-22.
- Bozan B., Temelli F. 2008. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology*, **99**(14): 6354-6359.
- Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci. Technol.* **28**(1): 1 - 162.
- Erinc, H., Tekin, A., Ozcan, M.M. 2009. Determination of fatty acid, tocopherol and phytosterol contents of the oils of various poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds. *Grasas y Aceites*, **60**: 375-381.
- Gawlik-Dziki U., Dziki D., Baraniak B., Lin R. 2009. The effect of simulated digestion in vitro on bioactivity of wheat bread with Tartary buckwheat flavones addition. *Food Sci. Technol.* **42**:137-143.
- Jain L., Tripathi M., Pandey V.B., Rucker G. 1996. Flavonoids from *Eschscholtzia californica*. *Phytochemistry*, **41**:661-662.
- Kim K.H., Tsao R., Yang R., Cui S.W. 2006. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food chemistry*, **95**(3): 466-473.
- Maliar T. Dizertačná práca. Molekulové bioinžinierstvo inhibítorov farmaceuticky zaujímavých patofyziologických proteínáz. Modra, 2004.
- Quettier-Deleu C., Gressier B., Vasseur J. Dine T., Brunet C., Luyckx M., Cazin M., Cazin J.C., Bailleul F.& Trotin F. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *J. Ethnopharmacol.* **72**: 35-42.
- Singleton V.L. and Rossi J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* **16**: 144-158.
- Turnbull T., Cullen-drill M., Smaldone A. 2008. Efficacy of Omega-3 Fatty Acid Supplementation on Improvement of Bipolar Symptoms: A Systematic Review. *Archives of Psychiatric Nursing*, **22**(5): 305-311.

Adresy autorov

Ing. Tibor Maliar, PhD, Bc. Erik Krošlák, RNDr. Miroslav ONDREJOVIČ, PhD, RNDr. Daniela CHMELOVÁ, Ing. Mária MALIAROVÁ, RNDr. Gabriela SLABÁ, FPV UCM v Trnave, Hlavná 418, Špačince, 919 50, Email: tibor.maliar@ucm.sk

POROVNANIE OBSAHU PRVKOV V SEMENÁCH MAKU SIATEHO A TECHNICKOM MAKU

Mária KOREŇOVSKÁ, Jana SÁDECKÁ

V práci sme sa zamerali na stanovenie obsahu prvkov Hg, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mo, Na, Ni, Pb a Zn v odrodách pestovaných v Malom Šariši pre potravinárske účely (Bergam, Gerlach, Major, Malsar, Maraton., Opal, Orfeus, Aristo, Buddha, Albin, Racek, Redy, MSZB- 3, MS – 387 a MS – 423) a vo vzorke technického maku s cieľom ich porovnania. Pri diferenciacii maku siateho podľa odrody kroková štatistika vyčlenila ako významné diskriminátory toxické prvky Hg, Pb, rizikové prvky Ni, Cr a nutričné Ca, Mg, Na a K. Na výraznú separáciu technického maku od potravinárskych odrôd maku mal vplyv najmä obsah niklu v technickom maku, ktorý bol desaťkrát vyšší ako v ostatných odrodách a tiež najväčšie množstvo Cr, Na, Mg a najmenšie množstvo Zn a Fe. Potvrdil sa najvyšší obsah vápniku v odrode Albín a zistil sa nižší obsah Ca v technickom maku. Správnosť druhovej klasifikácie odrôd maku podľa profilu prvkov bola veľmi vysoká a dosiahla až 98,4%.

Kľúčové slová: mak siaty, odrody, technický mak, toxické prvky, rizikové prvky, nutričné prvky

ÚVOD

V roku 2013 sme pokračovali v plnení vytýčeného cieľa, ktorý bol zameraný na posúdenie kvalitatívnych znakov semien makov rôznych odrôd dopestovaných na Slovensku. Analyzovali sme preto odrody dopestované na poličkách v Malom Šariši, ktoré boli pestované pre potravinárske účely (Bergam, Gerlach, Major, Malsar, Maraton., Opal, Orfeus, Aristo, Buddha, Albin, Racek, Redy, MSZB- 3, MS – 387 a MS – 423) a vzorku technického maku na obsah prvkov, ktoré boli vytýčené v roku 2011 na začiatku riešenia projektu APVV – 0248 – 10 pod názvom: „ Rastliny maku siateho produkujúce semeno s lepšími vlastnosťami pre potravinársky priemysel“.

Naším cieľom bolo zistiť koncentračné hladiny toxických prvkov (kadmium, olovo, ortuť), rizikových (chróm, nikel, molybdén) a minerálnych prvkov (sodík, vápnik, horčík, draslík, železo, meď, zinok) v makových semenách týchto odrôd, porovnať ich a vyhľadať markery druhovej autentifikácie maku.

MATERIÁL A METÓDA

Analyzovali sme vzorky semien maku 15 odrôd, ktoré boli vysiate na pokusných poličkách A, C vo Výskumno-šľachtiteľskej stanici Malý Šariš v roku 2012 a vzorku technického maku dodanú CVRV Piešťany. Na stanovenie prvkov sme použili metódu atómovej absorpčnej spektrometrie v grafitovej piecke a na plameni (Perkin Elmer 4100, HGA700, Norwalk, USA). Vzorky maku sme pred samotným meraním mineralizovali v prostredí kyseliny dusičnej vo vysokotlakovom mikrovlnom systéme Milestone 1200 MEGA 2000 (Soriso, Taliansko). Použili sme program na rozklad semien maku: 250 W (1min), 0 W (1 min), 250 W (5 min), 400W (5 min) a 650 W (5 min). Mineralizáty sme kvantitatívne preliali do 10 ml odmernej banky a doplnili po značku deionizovanou vodou. Mineralizáty sme ďalej riedili podľa potreby, vzhľadom k obsahu stanovovaného prvku a potreby pridávať ionizačné tlmivé roztoky. Správnosť metódy sme potvrdili metódou výťažnosti meraného prvku prídavkom do matrice pred mineralizáciou vzorky na dvoch koncentračných hladinách, nakoľko sme nemali CRM danej matrice. Výťažnosť sledovaných prvkov sa pohybovala v rozmedzí 96 – 105 %. Ortuť sme merali na jednoúčelovom ortuťovom analyzátore AMA 254 (Altech, Praha, ČR) priamo bez predchádzajúceho rozkladu. Správnosť metódy sme potvrdili meraním CRM: ZC73013 spinage a BCR 150 milk.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V tabuľke 1 a 2 sú priemerné obsahy sledovaných prvkov v odrodách maku dopestovaných na poličku A, C v Malom Šariši a technickom maku, ktoré boli vyhodnotené multivariačnými štatistickými metódami pomocou programu Unistat® v. 5.6 (Unistat Ltd., 4 Shirland Mews, London W9 3DY, England). V odrodách dopestovaných na poličku A a C sme zistili štatisticky významné rozdiely v obsahu prvkov Hg, Cd, Cr, Cu, K, Na, Mg, a štatisticky nevýznamné rozdiely v obsahu prvkov Pb, Ni, Mo, Zn Fe a Ca. Štatisticky významné rozdiely boli najmä medzi odrodami dopestovanými na poličkách A, C a technickým makom pre obsah prvkov Ni, Hg, Cd, Zn, Na, Mg, a Cr, tabuľka 3. Pri porovnaní štatistickej významnosti ($P < 0,05$) obsahov prvkov v odrodách dopestovaných v roku 2011 a 2012 v Malom Šariši sme zistili, že okrem Cd boli vo všetkých obsahoch sledovaných prvkoch

štatisticky významné rozdiely v odrodách pestovaných makov, čo súvisí s rozdielnymi hydrometeorologickými a agrochemickými podmienkami v daných rokoch pestovania odrôd makov. Na Obr. 1 sú vizualizované data získané metódou hlavných komponentov PCA (Principal Component Analysis), ktoré majú tendenciu separácie vzoriek maku podľa príslušnosti dopestovania na poličku A a C (v hornej a dolnej polovici grafu hlavných komponentov), ale aj výraznú separáciu technického maku a druhu Albín od ostatných vzoriek maku. Na tieto odlišnosti medzi vzorkami najviac vplyvajú koncentrácie Ni, Cd a Zn v prvej komponente a Fe, K v druhej komponente. Pri diferenciacii maku siateho podľa odrody (15 odrôd + technický mak, v roku 2012) kroková štatistika vyčlenila až 8 prvkov ako významných diskriminátorov: toxické prvky Hg, Pb, rizikové prvky Ni, Cr a nutričné Ca, Mg, K a Na. Podobne aj kanonická diskriminačná analýza použila v diskriminačných funkciách tieto prvky ako najsilnejšie diskriminátory a klasifikátory (Obr. 2). V tomto prípade správnosť druhej klasifikácie odrôd maku bola veľmi vysoká a dosiahla až 98,4% správnosť zatriedenia vzoriek maku do 16 druhov. Nesprávne zaradená pri klasifikácii bola iba odroda Major.

Tabuľka 1: Priemerné obsahy prvkov (mg/kg) v odrodách maku dopestovaných v Malom Šariši na poličku A

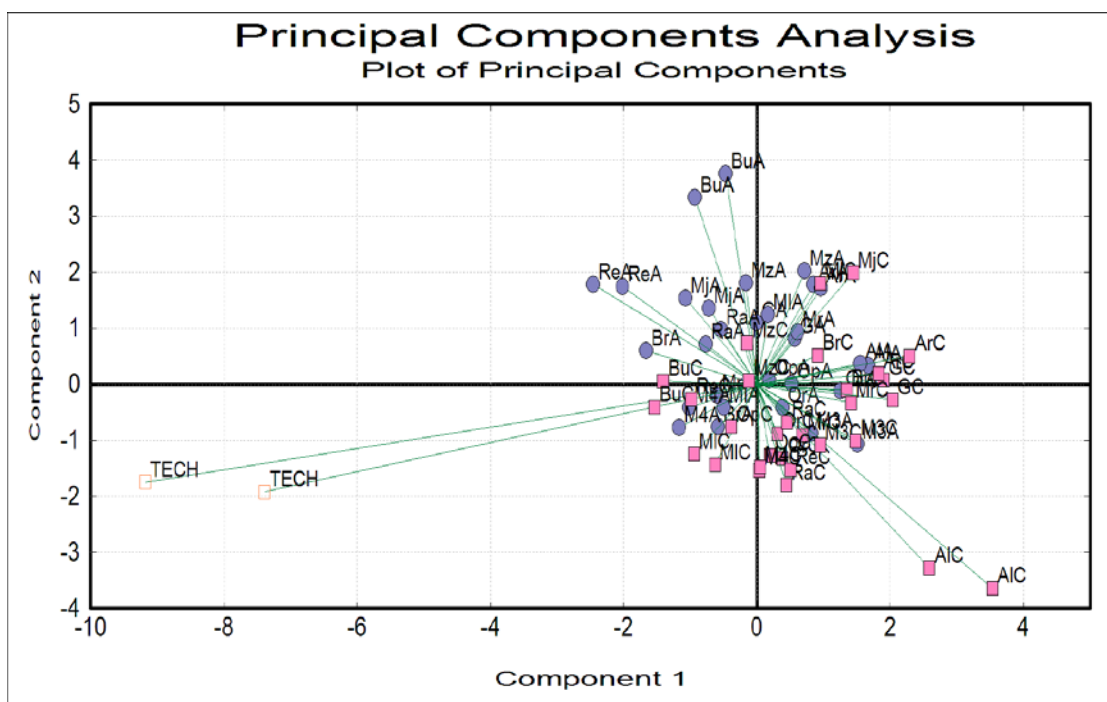
Odroda	Hg	Cd	Cr	Pb	Mo	Ni	Cu	Zn	Fe	K	Na	Ca	Mg
A/Bergam	0,0097	0,258	0,168	0,100	1,33	1,53	9,6	76,4	76,3	8643	142	14555	3471
A/Gerlach	0,0091	0,273	0,079	0,333	1,16	1,44	8,82	80,1	78,3	8217	118	13245	3502
A/Major	0,0107	0,242	0,097	0,235	1,02	1,42	12,2	74,4	64,3	8958	118	13390	3417
A/Malsar	0,0091	0,273	0,096	0,174	1,00	2,11	11,6	78,5	70,3	8467	100	13225	3337
A/Maraton	0,0108	0,287	0,140	0,197	1,12	2,20	11,6	80,2	74,5	8548	144	13765	3293
A/Opal	0,0100	0,267	0,092	0,109	0,98	1,41	7,86	78,4	65,6	8076	100	14775	3312
A/Orfeus	0,0094	0,272	0,081	0,120	1,45	1,53	11,1	78,6	78,6	8340	109	13875	3267
A/Aristo	0,0091	0,285	0,094	0,249	1,00	1,90	10,3	81,5	112	8798	128	14295	3161
A/Buddha	0,0113	0,269	0,090	0,139	0,82	1,76	9,45	70,8	95,9	9416	119	12380	3229
A/Albín	0,0101	0,286	0,105	0,128	0,92	1,82	12,1	85,6	93,6	8306	121	14700	2722
A/Racek	0,0088	0,249	0,109	0,152	1,09	1,94	10,2	77,3	86,5	8398	107	13375	3400
A/Redy	0,0086	0,241	0,180	0,142	0,95	2,04	9,85	70,8	85,2	8944	101	11660	2981
A/MS-ZB3	0,0101	0,289	0,102	0,158	0,72	1,97	8,36	78,4	84,4	8821	133	13745	2997
A/MS-387	0,0103	0,280	0,104	0,189	1,25	1,28	11,7	78,5	84,5	7895	151	15605	3225
A/MS-423	0,0083	0,279	0,157	0,200	0,89	1,82	11,0	63,9	76,0	7957	197	14370	3225
Technicky	0,0068	0,202	0,155	0,143	0,77	23,6	11,4	51,5	64,0	8605	199	12410	3528

Tabuľka 2: Priemerné obsahy prvkov v (mg/kg) v odrodách maku dopestovaných v Malom Šariši na poličku C

Druh	Hg	Cd	Cr	Pb	Mo	Ni	Cu	Zn	Fe	K	Na	Ca	Mg
C/Bergam	0,0097	0,284	0,087	0,183	1,12	1,34	11,9	78,4	76,7	8711	110	15340	3191
C/Gerlach	0,0094	0,302	0,072	0,315	1,10	1,08	13,6	80,9	77,5	8246	104	14870	3218
C/Major	0,0103	0,286	0,076	0,278	0,88	1,79	10,5	81,5	98,7	8479	119	13835	3216
C/Malsar	0,0078	0,297	0,102	0,116	0,93	1,99	10,9	70,9	67,0	8054	131	13725	3348
C/Maraton	0,0100	0,285	0,079	0,182	1,14	1,27	11,2	74,7	72,5	7935	122	14105	3035
C/Opal	0,0086	0,282	0,087	0,131	1,12	1,68	10,1	76,0	74,3	8006	139	13540	3200
C/Orfeus	0,0085	0,285	0,090	0,168	1,17	1,41	12,0	77,4	71,0	8395	135	14890	3253
C/Aristo	0,0087	0,302	0,092	0,288	1,28	1,81	14,2	89,4	96,0	8887	124	14715	3082
C/Buddha	0,0103	0,285	0,106	0,087	0,88	1,73	17,2	70,8	74,0	9059	182	12780	3345
C/Albín	0,0095	0,300	0,100	0,072	1,47	2,28	14,8	93,4	72,4	7586	135	16445	2805
C/Racek	0,0084	0,274	0,080	0,065	1,19	1,88	17,2	81,4	82,6	8283	119	12760	3090
C/Redy	0,0083	0,287	0,113	0,129	1,00	2,10	12,6	78,0	66,1	8359	123	12450	2833
C/MS-ZB3	0,0093	0,252	0,092	0,221	0,87	1,68	14,5	72,0	84,2	8242	129	13410	2942
C/MS-387	0,0093	0,287	0,123	0,215	0,88	0,95	11,5	81,8	87,3	7922	153	16250	2971
C/MS-423	0,0086	0,303	0,087	0,212	0,77	1,35	139	68,9	65,3	7849	138	13740	3033
Technicky	0,0068	0,202	0,155	0,143	0,77	23,6	11,4	51,5	64,0	8605	199	12410	3528

Tabuľka 3 Štatistické porovnanie významnosti ($P < 0,05$) rozdielov obsahu prvkov v potravinových odrodách maku siateho na poličku A a C a technického maku, rok 2012

Prvok	A vs. C	A vs. Techn.	C vs. Techn.
Hg	0,0156	0,0001	0,0006
Cd	0,0007	0,0001	0,0001
Cr	0,0093	-	0,0041
Pb	-	-	-
Ni	-	0,0001	0,0001
Cu	0,0001	-	-
Mo	-	-	-
Zn	-	0,0001	0,0001
Fe	-	-	-
K	0,0476	-	-
Na	0,0475	0,0001	0,0001
Ca	-	-	-
Mg	0,0205	-	0,0072



Obr. 1 Diferenciácia odrôd maku siateho na základe projekcie obsahov prvkov metódou hlavných komponentov (Tech- technický mak, A modré -odrody dopestované na poličku A-, C červené- odrody dopestované na poličku C), rok 2012.

Názov: **Mak siaty pre Slovensko.**
Zborník z 5. odborného seminára.

Autor: Kolektív

Zostavovateľ: Ing. Mária Lichvárová, RNDr. Darina Muchová, PhD., Ing. Jiří Čtvrtečka, Ing. Jan Šabatka, CSc., Ing. Tomáš Lošák PhD., Ing. František Fišer, CSc., Ing. Karel Říha, Doc. Ing. Jiří Rotrekl, CSc., Ing. Otakar Krásný, RNDr. Andrea Hlinková, PhD., doc. Ing. Milan Čertík, Ph.D., Ing. Tibor Maliar, Ph.D., RNDr. Mária Koreňovská

Typografia/technická úprava: Jarmila Poništová

Vydanie: prvé

Vydavateľ: Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany
Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany

Rok vydania: 2013

Počet strán: 41 strán

Tlač: CVRV Piešťany

Formát: A4

Náklad: 20 ks

Nepredajné/Určené pre vlastnú potrebu.

ISBN 978-80-89417-50-6

