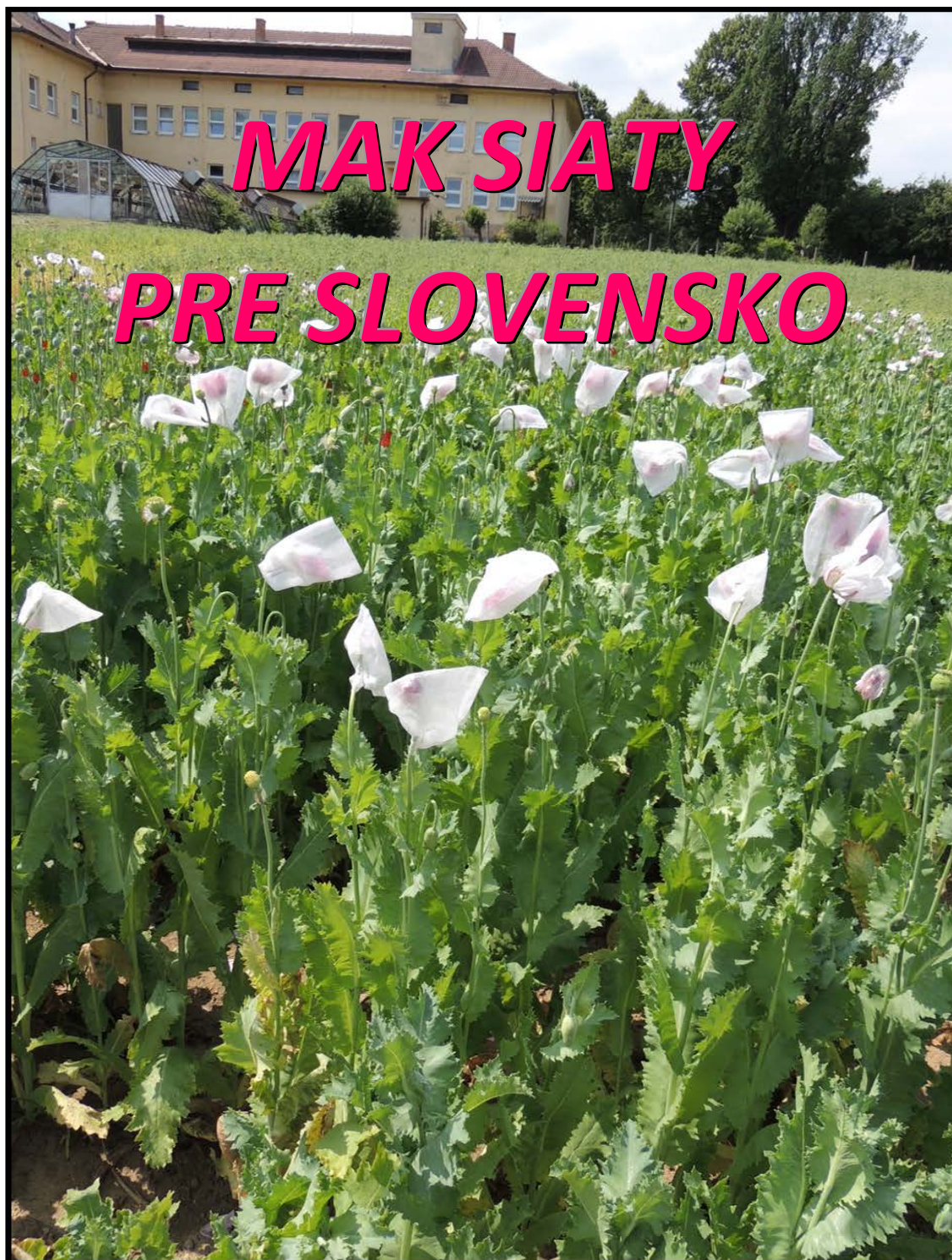




NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV RASTLINNEJ
VÝROBY



MAK SIATY PRE SLOVENSKO

**NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE A POTRAVINÁRSKE
CENTRUM
LABRIS, s.r.o.**

MAK SIATY PRE SLOVENSKO

Zborník zo 6. odborného seminára
Piešťany, 25. november 2014

Názov: Mak siaty pre Slovensko.

Zborník zo 6. odborného seminára, Piešťany, 25.11.2014

Autor: Kolektív autorov

Zostavovateľ: RNDr. Michaela Havrlentová, PhD., Ing. Jiří Čtvrtečka

Rukopisy neprešli odbornou ani jazykovou úpravou.

Za odborný obsah zodpovedajú autori.

© Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, 2014

ISBN 978-80-89417-59-9

Obsah

LANČARIČOVÁ, A. a kol.: Pestovateľský rok a jeho vplyv na obsah a kvalitu makového oleja-----	6
ČERTÍK, M. a kol.: Termická a oxidačná stabilita maku alebo prečo sa kazí mak-----	11
MALIAR, T. a kol.: Biologický potenciál genotypov maku siateho <i>in vitro</i> -----	18
ČTVRTEČKA, J.: Pěstiteľský rok 2014-----	25
ŠABATKA, J.: Založenie porastu maku-----	26
LOŠÁK, T.: Vybrané poznatky k racionálnej výžive a hnojeniu maku-----	28
ROTREKL, J.: Škodcovia maku v roku 2014-----	30
ŘÍHA, K.: Choroby máku setého – niekoľik doplnění pro agronomy-----	35
FIŠER, F.: Ochrana maku proti dvojkličnolistovým burinám-----	37

PESTOVATEĽSKÝ ROK A JEHO VPLYV NA OBSAH A KVALITU MAKOVÉHO OLEJA

**ANDREA LANČARIČOVÁ, DARINA MUCHOVÁ, MÁRIA LICHVÁROVÁ, ALŽBETA ŽOFAJOVÁ,
MICHAELA HAVRELETOVÁ**

Semeno maku siateho je nutrične bohatou surovinou pestovanou na Slovensku predovšetkým pre potravinársky priemysel. Obsahuje vysoký podiel oleja a nenasýtených mastných kyselín prospešných pre naše zdravie. Nielen z hľadiska chemického zloženia ale i z hľadiska dôležitých agronomických parametrov je pestovateľský rok veľmi dôležitým faktorom. Cieľom našej štúdie bolo stanoviť obsah oleja, detekovať hladiny mono- i poly-nenasýtených mastných kyselín a taktiež posúdiť kyslosť oleja, resp. hladinu voľných mastných kyselín, znižujúcich kvalitu oleja. Na druhej strane sme sa v danej štúdiu venovali vybraným agronomickým parametrom semena maku siateho. Použitým materiálom bolo 15 genotypov maku siateho pestovaných na plochách Výskumného ústavu rastlinnej výroby – Výskumno-šľachtiteľskej stanice Malý Šariš v troch rokoch (2011-2013). Naše výsledky poukázali, že najvyššia produkcia oleja bola dosiahnutá v roku 2013 v hodnote 47,8 %. Genotyp okrovej farby semena (Redy) obsahoval najvyšší obsah oleja v roku 2011 a 2012 (52,4 % a 45,3 %), zatiaľ čo bielosemenný genotyp Racek v roku 2013 v hodnote až 54,8 %. Kyseliny palmitová, olejová a linolová boli hlavné mastné kyseliny detekované v olejových vzorkách maku prístrojom GC-MS. Genotyp Buddha s vyšším obsahom morfínu obsahoval najvyššiu koncentráciu kyseliny palmitovej vo všetkých rokoch pestovania. Biela a okrová farba semena bola spojená s vyššou koncentráciou esenciálnej kyseliny linolovej v dvoch rokoch (71,6 % a 66,6 %) ale i s vyššou kyslosťou oleja odrážajúcou nižšiu stabilitu oleja voči potuchnutosti. Úroda semena varíovala od 0,59 t.ha⁻¹ v roku 2013 po 0,86 t.ha⁻¹ v roku 2011. Analýza rozptylu odhalila štatistický významný vplyv genotypu, ročníka a ich vzájomnej interakcie na sledované parametre. Vplyv roku pestovania bol silnejší ako vplyv genotypu. Na základe korelačnej analýzy sme potvrdili negatívny vzťah medzi olejnatosťou semien a úrodou semena ($p < 0,005$). Silný negatívny vzťah ($r = -0,925$) bol zistený medzi kyselinami olejovou a linolovou, ktorý je výsledkom biosyntetickej dráhy mastných kyselín v maku siatom.

Kľúčové slová: mak, úroda, olej, mastné kyseliny, kyslosť.

ÚVOD

Makový olej je mnohoúčelová potravinu využívaná v ľudskej výžive z dôvodu jeho jedinečnej chuti a vône. Vzhľadom k vysokému obsahu vápnika a horčíka je odborníkmi odporúčaný pri zlej kvalite vlasov, nechtoch, pri liečbe osteoporózy a bolestiach hlavy. Nakoľko má vynikajúcu chuť, odporúča sa využívať pri príprave studených jedál. V súčasnosti je často diskutovaným problémom civilizácie nadmerný príjem nasýtených tukov a s tým spojené riziko srdcovo-cievnych problémov a vážnych chorôb. Preto čoraz väčšiu pozornosť priťahujú u vedcov a výskumníkov, taktiež u odborníkov na výživu a širokej verejnosti mastné kyseliny. Obsah oleja v makovom semene sa vo všeobecnosti uvádza v hodnote 50 % (Singh a kol., 1990). Toto percento sa však mení v závislosti od typu odrody a farby semena (Eklund a Agreen, 1975). Azcan a kolektív (2004) potvrdili vyšší obsah oleja v odrodách bielej farby semena.

Kyselina linolová je esenciálna ω -6 masťná kyselina, ktorá nemôže byť syntetizovaná živočíšnym a ľudským organizmom a preto musí byť získaná z primárnych potravinových zdrojov (Kris-Etherton a kol., 2000).

Biosyntéza masťných kyselín v rastlinách je veľmi komplexný proces zahŕňajúci veľké množstvo enzýmov zapojených do viacerých biochemických dráh. Všetky rastliny produkujú masťné kyseliny prostredníctvom enzýmového komplexu syntetázy masťných kyselín, kde ako východzie metabolity sú acetyl-CoA a malonyl-CoA. Biosyntéza masťných kyselín je spojená vo všeobecnosti s dvoma typmi enzýmov. Desaturázy sú enzýmy, ktoré sú špecifické pre zavedenie dvojitej väzby medzi špecifické uhlíkové atómy acylov (Shanklin and Somerville, 1991). Dominantné kyseliny v makovom oleji sú olejová (C18:1, n-9) a linolová (C18:2, n-6). Nergiz a Ötles (1994) poukazujú, že kilogram oleja z maku obsahuje 891 g nenasýtených a 108 g nasýtených masťných kyselín, pričom olej obsahuje 50-60 % kyseliny linolovej, 30 % kyseliny olejovej, 6-9 % kyseliny palmitovej. Ako minoritné masťné kyseliny v oleji maku sú kyseliny stearová, arachidová a gadolejová. Jeden z mnohých problémov v potravinárskom priemysle je pokles nutričnej hodnoty v dôsledku nevhodnej horkej chuti. V dôsledku vysokého obsahu nenasýtených tukov sú makové semená a produkty z nich vyrobené veľmi náchylné k autooxidácii a to hlavne v prípade, že je semeno poškodené počas zberu. Tieto poškodenia uvoľňujú olej na povrch semena, pričom dochádza k degradácii masťných kyselín a tvorbe prchavých oxidovaných látok (Frankel, 1998). Číslo kyslosti je dôležitým ukazovateľom kvality použitého oleja. Udáva množstvo kyslých látok vznikajúcich opotrebovaním oleja a tým priamo určuje stupeň degradácie oleja. Cieľom nášho štúdia bolo stanoviť obsah oleja v semene, číslo kyslosti oleja a zloženie masťných kyselín. Zároveň boli stanovené agronomické parametre ako úrody semien, úrody makovic a hmotnosť tisícich semien. Použitím štatistickej analýzy bolo dôležitým krokom posúdiť vplyv pestovateľského roku a zhodnotiť vzájomné korelácie medzi jednotlivými znakmi.

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). Odroda Buddha je špecifická odroda charakteristická vysokým obsahom morfínu. Genotypy boli pestované na jednej lokalite VŠS Malý Šariš v troch rokoch (2011-2013). Poľný pokus bol založený na náhodnom usporiadaní parciel, každá odroda bola vysiatá v troch opakovaniach. Obsah oleja bol stanovený metódou extrakcie soxhletom n-hexánového typu (STN 461011-28). Metylestery masťných kyselín boli pripravené metódou Christophersona a Glassa (1969), ktoré sa následne použili na analýzu plynovým chromatografom s hmotnostným spektrometrom (GC-MS). Z hladín masťných kyselín boli vypočítané nasledovné parametre: sumy koncentrácií nasýtených (SFA), mono- (MUFA) a poly- (PUFA) nenasýtených masťných kyselín. Index nenasýtenia masťných kyselín bol vypočítaný podľa vzorca $UI = [(suma\ monoény) + 2 * (suma\ diény) + 3 * (suma\ triény)] / 100$ podľa Čertík a Šajbidor (1996). Pomer kyseliny olejovej ku linolovej bol vypočítaný pre posúdenie vzájomného vzťahu týchto masťných kyselín. Číslo kyslosti oleja bolo stanovené podľa AOCS (1998) alkalimetrickou titráciou KOH na fenolftaleín (vyjadrené ako množstvo

mg KOH potrebných na neutralizáciu voľných mastných kyselín na 1 g tuku resp. oleja) a ako percentuálne zastúpenie voľných mastných kyselín v oleji (prepočet na kyselinu olejovú). Agronomické parametre (úrody semien, makovic a hmotnosť tisícich semien) boli vyhodnotené a zaradené do štatistickej analýzy. Primárne údaje sme spracovali analýzou rozptylu a korelačnou analýzou pomocou programu Statgraphics X64.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najvyšší podiel oleja v semenách bol dosiahnutý v roku 2013 (47,8 %). Výrazne nízku olejnatosť sme zaznamenali v roku 2012 (43,5 %). Genotyp Redy obsahoval najvyššie percento oleja v prvých dvoch rokoch (2011, 2012), bielosemenný Racek v roku 2013 v hodnote až 54,8 %. Záverom je, že biela a okrová farba semena bola spojená s vyššou olejnatosťou vo všetkých rokoch pestovania, pričom v rokoch 2011 a 2012 aj s vyššou kyslosťou oleja. Najvyššie číslo kyslosti v hodnote 2,3 % voľných mastných kyselín mali genotypy v roku 2012. Genotypy bielej a okrovej farby semena (Albín a Redy) dosahovali najvyššiu kyslosť v prvých dvoch rokoch pestovania (2011, 2012), genotyp Maratón mal vo všetkých hodnotených odrôd najvyššiu kyslosť oleja v roku 2013. Nakoľko v danom roku obsahovali genotypy priemerne najmenej oleja, ale zároveň vysokú kyslosť predpokladáme poškodenie semien vplyvom nepriaznivých vplyvov počasia. Najvyššiu koncentráciu kyseliny palmitovej mali genotypy v roku 2013 (9,6 %), kyseliny olejovej v roku 2012 (21,0 %). Esenciálna kyselina linolová bola v najvyššej koncentrácii akumulovaná v genotypoch pestovaných v roku 2011, v priemernej hodnote 71,6 %. Genotyp Buddha obsahoval najvyššiu koncentráciu kyseliny palmitovej a olejovej vo všetkých troch rokoch pestovania. Genotyp Redy dosiahol najvyššie hladiny kyseliny linolovej ale iba v prvých dvoch rokoch pestovania (2011 a 2012). Kyselina stearová (C 18:0) bola minoritnou mastnou kyselinou v rozmedzí 2-3 %. Kyseliny arachidová (C 20:0), palmitolejová (C 16:1) a gadolejová (C 20:1) boli detekované v stopových množstvách. Hodnotený oleje mali prevahu nenasýtených mastných kyselín nad nasýtenými. Najvyššiu koncentráciu poly-nenasýtených mastných kyselín (PUFA) mali genotypy v roku 2011 (72,4 %), mono-nenasýtených mastných kyselín (MUFA) v roku 2012 a to v hodnote 21,3 %. Genotypy pestované v roku 2013 obsahovali najvyššie koncentrácie nasýtených mastných kyselín (SFA) v hodnote 13,7 %. Vysoký index nenasýtenia mastných kyselín preukázal vysokú nutričnú kvalitu oleja spojenú s preventívno-liečebným aspektom pre konzumenta. Vo všeobecnosti však vysoký stupeň nenasýtenia mastných kyselín v rastlinných olejoch spôsobuje vyššiu náchylnosť k oxidatívne poškodeniu. Úroda semena sa vyznačovala veľkou variabilitou v závislosti od pestovateľského roku, odrody ako aj ich interakčného pôsobenia. Celkovo najvýkonnejším genotypom v priemere za tri roky pestovania bol MS 423 s úrodou $0,937 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a najmenej úrodným odroda Aristo – $0,534 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Najnižšia úroda semien bola dosiahnutá v roku 2013 s nepriaznivými podmienkami pestovania (oneskorená sejba, suché počasie pri vzchádzaní, neskôr výdatné zrážky a podmáčanie porastov, zhoršenie zdravotného stavu). Najvyššia hmotnosť tisícich semien (HTS) bola dosiahnutá v roku 2013 (0,53 g). Najvyššie hodnoty HTS v jednotlivých rokoch pestovania mali šľachtiteľské línie (MS ZB-3 a MS 423) a okrový genotyp Redy. Na základe analýzy rozptylu sme zistili, že medzi farbami semien, ktorými sa odlišovali hodnotené genotypy boli štatistické rozdiely. Rok pestovania významne vplýval na všetky znaky. Podobne odroda bola významným zdrojom premenlivosti. Vo väčšine prípadov bola i interakcia rok x genotyp štatisticky významná. Na základe korelačnej analýzy sme zistili

silný pozitívny vzťah medzi úrodou semena a úrodou makovic ($r=0,783$), čo znamená, že vo väčších makoviciach bola dosiahnutá vyššia produkcia makového semena v porovnaní s menšími makovicami. Medzi úrodou semena, makovic a obsahom oleja bola zistená negatívna korelácia ($-0,840$). Silná negatívna korelácia ($r = -0,925$) bola nájdená medzi kyselinami olejovou a linolovou a týmpádom i medzi PUFA a MUFA.

ZÁVER

Najvyšší podiel oleja v semenách bol dosiahnutý v roku 2013 (47,8 %). Naopak najnižší obsah oleja a najvyššiu kyslosť oleja dosiahli genotypy v roku 2012. Okrový genotyp Redy obsahoval najviac oleja v semene prvé dva roky pestovania (2011 a 2012), Racek v roku 2013. Odrody inej farby semena dosiahli najvyššiu koncentráciu voľných mastných kyselín v dvoch rokoch pestovania. Genotyp Buddha akumuloval najvyššiu hladinu kyselín olejovej a palmitovej. Racek a Redy boli genotypy dominantné v koncentráciách kyseliny linolovej v prvých dvoch rokoch pestovania. Kyselina stearová (C 18:0) bola minoritnou kyselinou v rozmedzí 2-3 %. Kyseliny arachidová (C 20:0), palmitolejová (C 16:1) a gadolejová (C 20:1) boli detekované v stopových množstvách. Z hľadiska produkcie semena bol najvýkonnejším genotypom MS 423 s úrodou $0,937 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a najmenej úrodným odroda Aristo – $0,534 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Vplyv genotypu, roka a ich interakcie bol štatisticky významný. Bola zistená pozitívna korelácia medzi úrodou semena a úrodou makovic ($r=0,783$), naopak medzi úrodou semena a obsahom oleja bola zistená negatívna korelácia ($-0,840$). Silná negatívna korelácia ($r = -0,925$) bola nájdená medzi kyselinami olejovou a linolovou.

Podakovanie: Práca bola podporená projektom MŠVVaŠ Slovenskej republiky - APVV-0248-10.

LITERATÚRA

- AOCS, OFFICIAL METHODS: Acid value. In Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, fifth edition, AOCS Press, Champaign, IL (USA) 1998, official method Cd 3d-63.
- AZCAN, N., ÖZTURK, K.B., KARA, M.: Investigation of Turkish Poppy seeds and seed oils. In *Chemistry of Natural Compounds*, vol. 40, 2004, s. 322-324.
- ČERTÍK, M., ŠAJBIDOR, J. 1996: Variability of fatty acid composition in strains *Mucor* and *Rhizopus* and its dependence on the submersed and surface growth. In *Microbios*, vol. 85, 1996, s. 151-160.
- EKLUND, A., AGREEN, G.: Nutritive value of poppy seed protein. In *J. Am. Oil Chem. Soc.*, vol. 52, 1975, s. 188-190.
- FRANKEL, F.N.: Methods to determine the extent of oxidation. In *Lipid Oxidation*. Ed. E. N. Frankel, AOCS Press, Champaign, IL (USA), 1998, s. 79-98.
- CHRISTOPHERSON, S.W., GLASS, R.L.: Preparation of milk fat methyl esters by alcoholysis in an essentially nonalcoholic solution. In *J. Dairy Science*, vol. 52, 1969, s. 1289-1290.
- KRIS-ETHERTON, P.M., TAYLOR, D.S., YU-POTH, S., HUTH, P., MORIARTY, K., FISHELL, V., HARGROVE, R.L., ZHAO, G., ETHERTON, T.D.: Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. In *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 71, 2000, s. 179-188.

NERGIZ, C., ÖTLES, S.: The proximate composition and some minor constituents of poppy seeds. In *J. Sci. Food Agricult.*, vol. 66, 1994, s. 17-120.

SINGH, S.P., KHANNA, K.R., DIXIT, B.S., SRIVASTAVA, S.N.: Fatty acid composition of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) seed oil. In *Ind. J. Agricult. Sci.*, vol. 60, 1990, s. 358-359.

SLOVAK TECHNICAL NORM STN 461011-28 (461011) Publication date: 1.4.1988. Testing of cereals, legumes and oil-bearing crops. Oil-bearing crop testing. Fat content determination (n-hexane type).

SHANKLIN, J., SOMERVILLE, C.: Stearoyl-acyl - carrier – protein desaturase from higher plants is structurally unrelated to the animal and fungal homologs. In *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, vol. 88, 1991, s. 2510-2514.

Adresy autorov: RNDr. Andrea Lančaričová, PhD., RNDr. Darina Muchová, PhD., Ing. Mária Lichvárová, Ing. Alžbeta Žofajová, PhD., RNDr. Michaela Havrlentová, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská 122, 92168, Piešťany. Email: lancaricova@vurv.sk, muchova@vurv.sk, lichvarova@vurv.sk, zofajova@vurv.sk, havrlentova@vurv.sk.

TERMICKÁ A OXIDAČNÁ STABILITA MAKU ALEBO PREČO SA KAZÍ MAK

MILAN ČERTÍK, ZUZANA CIBULKOVÁ, MARTA BRLEJOVÁ, TIBOR DUBAJ, TATIANA
KLEMPOVÁ

Práca je zameraná na štúdium termooxidačnej stability rôznych odrôd maku a na popis potenciálnych rizík spôsobujúcich termické a oxidačné zmeny v makových semenách. 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.

Kľúčové slová: mak siaty, termická a oxidačná stabilita maku, glykoproteíny

ÚVOD

Mak je stará plodina a ako kultovú rastlinu ho uctievali Sumeri už okolo roku 3000 pred našim letopočtom, jej liečivé účinky poznali starí Gréci, Indovia, Arabi aj Číňania. Z tohto obdobia je známy účinok sušiny mliečnej šťavy, vytekajúcej z narezaných nezrelých toboliek, obsahujúcich ópium, ako aj pradávny recept na nespavosť pomocou makového odvaru. Okrem toho sa mak používal na tíšenie bolesti či ako anestetikum pri rôznych zákrokoch. V novej histórii sa mak siaty stal typickou slovanskou i slovenskou plodinou. Mak nachádza široké uplatnenie v rôznych odvetviach, od tradičného využitia v potravinárstve cez medicínu a farmáciu, sú popísané aj možné aplikácie maku ako alternatívneho paliva.

ZLOŽENIE SEMIEN MAKU, JEHO OLEJA A ICH APLIKÁCIE

Semená maku obsahujú pomerne veľa lipidov (40-50%), sacharidov (20-30%), bielkovín (až do 20%) a vlákniny (až do 20%). Okrem týchto dominantných látok sú semená maku bohaté na minerálne (najmä *vápnik, horčík, fosfor, železo, zinok*), glykoproteíny, fenolové zlúčeniny, vitamíny (E, B1, B12), fytosteroly, tokoferol a alkaloidy (morfín, narkotín, kodeín, papaverín a pod.). Z minerálií je treba osobitne vyzdvihnúť *vápnik, kde jeho obsah (do 1,5%) je najvyšší zo všetkých potravín*. Podľa najnovších výskumov je využiteľnosť vápnika z rastlinných zdrojov oveľa vyššia ako z mlieka a mliečnych výrobkov, v ktorých je vápnik viazaný na kazeín. Pravidelná konzumácia maku môže preto významne prispieť k prirodzenej prevencii pred vznikom a rozvojom osteoporózy – ochorenia z nedostatku vápnika, ktoré vo vyspelých krajinách nadobúda charakter epidémie. Mak má pozitívny vplyv na psychiku, eliminuje podráždenosť a ukladňuje myseľ a emócie a pomáha aj pri fyzickej námahe. Mnohí ľudia tiež poznajú jeho priaznivý vplyv na zdravotný stav vlasov, nechťov a zubov, podporuje krvotvorbu a pôsobí proti anémii a stresu, tlmí migrénu alebo reumu.

Mak sa začína používať aj vo forme oleja. Keďže zrelé semeno maku neobsahuje ópium, netreba sa obávať konzumácie makového oleja, ktorý ma svetložltú až oranžovožltú farbu a makovú arómu, ktorá sem tam pripomína aj vôňu lieskového orecha. Má však

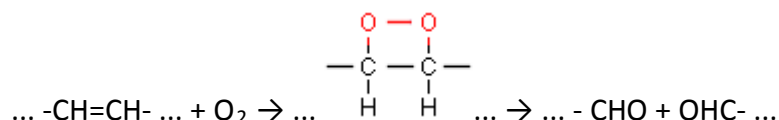
zdraviu prospešné vlastnosti a účinky, pretože obsahuje aj veľké množstvo esenciálnych mastných kyselín, vápnika, železa a vitamínu E. Tento elixír je doslova predurčený na využitie v starostlivosti o kožu, vlasy, nechty i kosti. Esenciálne mastné kyseliny vyživujú a hydratujú pokožku a zároveň ju chránia a regenerujú, čím ju robia hebkú už na dotyk. Makový olej je vhodný na suchú, praskajúcu pleť, či pleť poškodenú ekzémami, zápalmi a výrazne pomáha aj pri lupienke. Preto sa makový olej pridáva do pleťových krémov, vlasových balzamov a kondicionérov, vhodný je do masážnych a aromaterapeutických zmesí. Olej pôsobí upokojujúco na psychiku, nervovú sústavu, pomáha pri neurózach, duševnej rovnováhe a strese i fyzickej námahe. Uvoľňuje svalové kŕče a spazmy hlbokého svalstva, tlmí bolesti hlavy a podporuje dobrý spánok. V kombinácii s liekmi predpísanými od lekára ho možno užívať na stabilnú prácu srdca, dobré účinky má pri angíne, anémii, reumatických ochoreniach, migréne, chronickej únave, odporúča ho pri strese, psychickej i fyzickej námahe. Vhodný je aj počas tehotenstva a dojčenia. Alergie na makový olej sú veľmi zriedkavé.

PREČO SA KAZÍ MAK?

Z pohľadu potravinárskych aplikácií je dôležité poznať oxidačnú a 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 antioxidačnej stabilite makových semien. Je takmer zarážajúce, že napriek snahe zvyšovať spotrebu maku v domácnostiach a v iných odvetviach, štúdie venované termooxidačným a antioxidačným stabilitám makov sa v literatúre takmer nevyskytujú. Prečo sa teda kazí mak a čo je podstatou oxidácie lipidov?

Oxidácia tukov je proces oxidácie dvojitých väzieb nenasýtených mastných kyselín oleja vzdušným kyslíkom. Výsledkom tohto procesu sú nežiaduce produkty, hlavne aldehydy a ketóny, ktoré výrazne menia organoleptické vlastnosti oleja spojenú s chuťovým prejavom a vôňou potravín obsahujúcich nenasýtené mastné kyseliny. Následkom je čiastočne alebo úplne znehodnotenie potraviny. Oxidácia maku a jeho oleja predstavuje vážny problém nielen z hľadiska technologického, ale aj z hľadiska zdravotného. Oxidácia spôsobuje negatívny dopad na kvalitu maku, na jeho čas skladovateľnosti a na jeho atraktivitu pre konzumenta. Podobne aj z hľadiska zdravotného oxidácia predstavuje predovšetkým vznik zdraviu škodlivých látok.

Chemická podstata oxidácie oleja je adícia molekuly O₂ vzdušného kyslíka na dvojitú väzbu mastnej kyseliny za vzniku peroxidu, s následkom štiepenia uhlíkového reťazca za vzniku dvoch koncových aldehydových skupín:



Olej je znehodnocovaný autooxidáciou mastných kyselín s nenasýtenými dvojitými väzbami a zároveň aj hydrolýzou oleja. Ktoré faktory sú teda najčastejšou príčinou oxidácie maku alebo hydrolýzy oleja? Autooxidácia olejov môže byť katalyzovaná svetlom, teplotou, enzýmami, kovmi, metaloproteínmi a mikroorganizmami. Na väčšine oxidačných reakcií sa zúčastňujú rôzne typy voľných radikálov a superoxidové anióny. Autooxidácia olejov prebieha nezávisle od enzýmových systémov a je rapidne urýchlená pôsobením

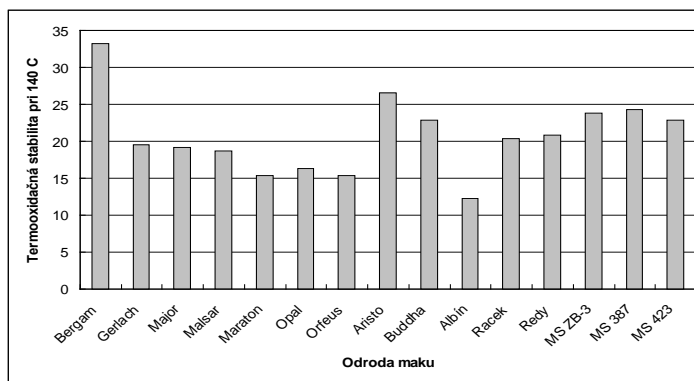
ultrafialového žiarenia. Na druhej strane hydrolýza tukov je proces, v priebehu ktorého sa mastné kyseliny odštiepujú z triacylglycerolov a vytvára sa zmes di- a monoacylglyceroly a nakoniec až voľných mastných kyselín a glycerolu. K odštiepeniu môže dôjsť počas spracovania tukov za vyšších teplôt a prítomnosti katalyzátorov, alebo enzymaticky za nižších teplôt. Pri bežných teplotách je práve významná enzymová hydrolýza, kde lipázy (hydrolytické enzýmy) sa nachádzajú aj v samotnom maku alebo ich produkuje kontaminujúca mikroflóra. Pre lipázami katalyzovanú hydrolýzu lipidov je charakteristické, že prebieha aj v prostredí s nižším obsahom vody, až do -30°C . Pri neenzymovej hydrolýze je reakcia katalyzovaná oxidmi, alebo hydroxidmi kovov druhej skupiny a prebieha za vysokej teploty, prípadne aj za vysokého tlaku.

Ochrana maku pred enzýmami katalyzovanou hydrolýzou spočíva v eliminácii enzýmov (lipáz) napr. skadovaním maku v suchých priestoroch. Taktiež je potrebné dbať na to, aby nedošlo k kontaminácii maku s mikroorganizmami. Skladovanie pri nízkych teplotách v suchom prostredí do značnej miery potlačí metabolickú aktivitu kontaminujúcich mikroorganizmov. Podobne je dôležité, aby bol mak skladovaný pri bežných alebo nižších teplotách bez prístupu svetla a vzduchu, čím sa výrazne zamedzí autooxidačným zmenám makového oleja.

AKÁ JE TERMOOXIDAČNÁ STABILITA MAKU?

Z pohľadu technologického a spracovateľského, ale aj kvôli lekárskeým a farmaceutickým aplikáciám maku je preto potrebné študovať nielen termooxidačnú stabilitu makov ale zároveň naším zámerom bolo aj popísať potenciálne skupiny látok zapojených do termickej a oxidačnej stabilizácie makových semien.

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 senzorických 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: Termooxidácia stability rôznych odrôd maku pri 140 °C.

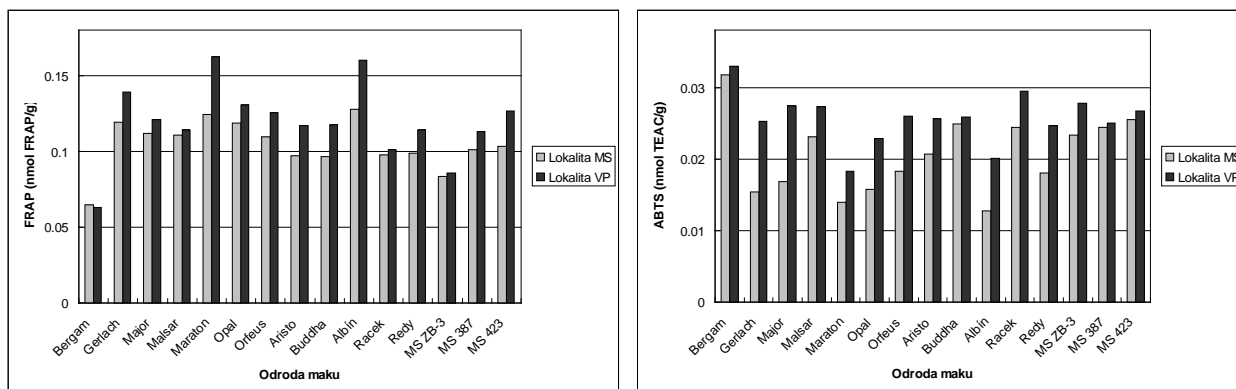
GLYKOPROTEÍNY - ELIXÍR TERMOOXIDAČNEJ STABILITY MAKU?

Jedna z významných skupín látok zapojených do termooxidácie stability maku sú ich glykoproteíny. Doposiaľ glykoproteíny z maku neboli na svete študované a až naše merania ukázali, že charakterizácia týchto látok môže vďaka ich vlastnostiam mať široké uplatnenie v praxi. Izolované a purifikované glykoproteíny z rôznych odrôd maku boli 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. 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 je dané ich odlišnými princípmi merania). Treba zdôrazniť, že zatiaľ čo sa vo FRAP metóde využíva iónovo-redukčný systém (železitý - tripyridiltriazínový 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. 2), 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.

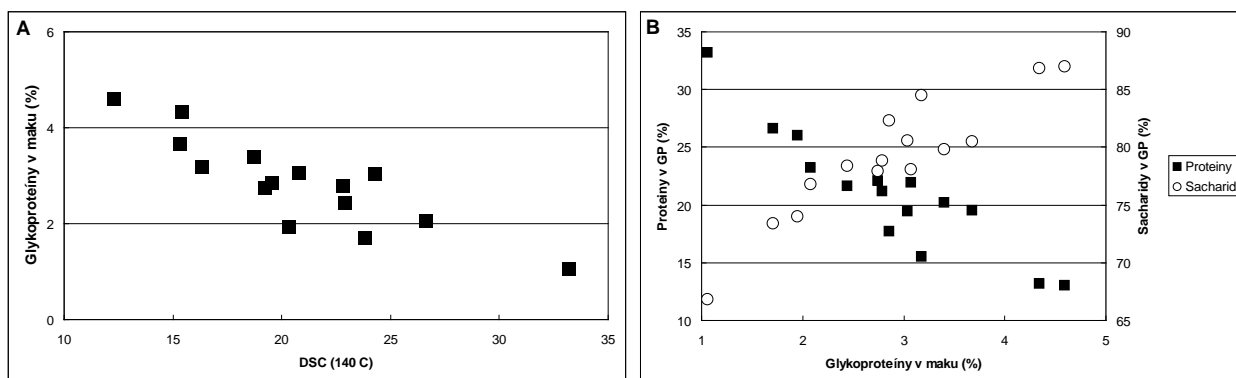
Tu je dôležité poznamenať, že aj keď sa vlastnosti glykoproteínov menili v závislosti od použitej odrody maku, ich zastúpenie v makoch ako aj antioxidačné aktivity jednotlivých glykoproteínov sa veľmi nemenili od lokality ich pestovania. Tento fakt indikuje, že biosyntéza proteínovej a sacharickej zložky 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.



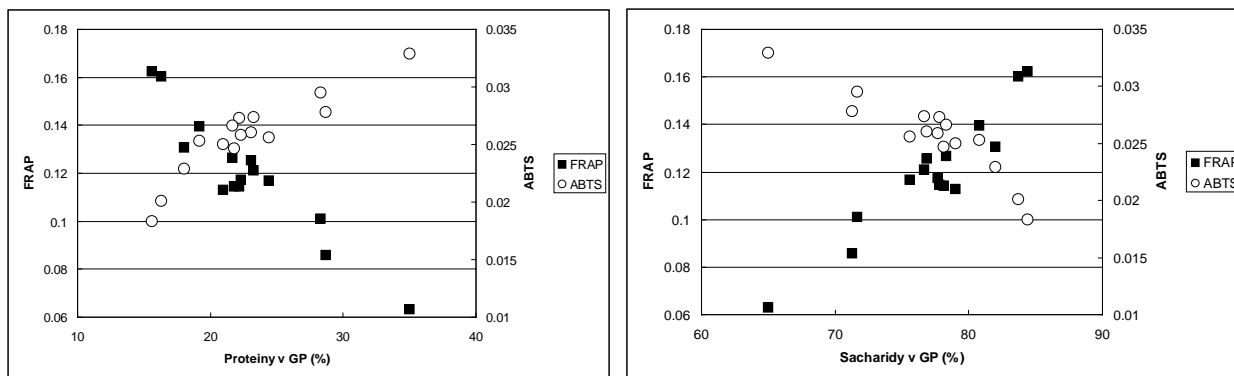
Obrázok 2: Antioxidačné vlastnosti glykoproteínov izolovaných z rôznych odrôd maku

TERMOOXIDAČNÉ VLASTNOSTI GLYKOPROTEÍNOV MAKU

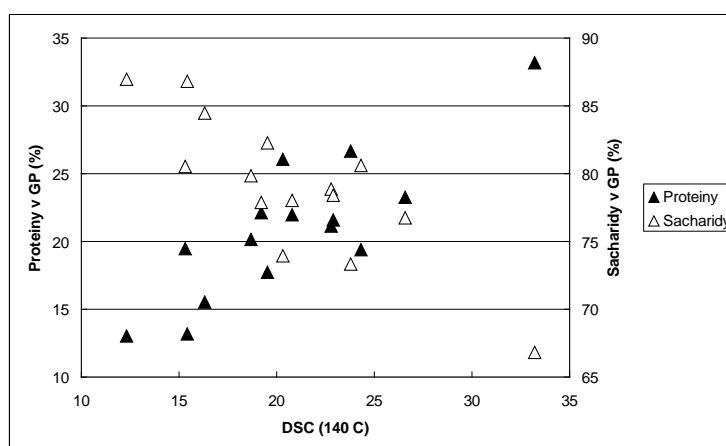
Glykoproteíny maku vykazujú rôznu termooxidačnú stabilitu (obr. 3A) a zároveň sa líšia obsahom proteínovej a sacharidovej zložky (obr. 3B). Ďalšie zaujímavé výsledky boli získané porovnaním a hľadáním súvislosti medzi jednotlivými nameranými parametrami. Je zrejmé, že antioxidačné „FRAP“ vlastnosti sa klesajú so znižovaním obsahu proteínov v glykoproteínoch a zvyšujú sa s narastaním sacharidovej zložky v glykoproteínoch (obr 4). 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. 5 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. To zároveň aj poukazuje na pravdepodobne zapojenie sa proteínovej zložky glykoproteínov do zvyšujúcej sa termooxidačnej stability makov pri 140 °C.



Obrázok 3: Termooxidačná stabilita glykoproteínov izolovaných z rôznych odrôd maku (A) a obsah proteínov a sacharidov v glukoproteínoch maku (B).



Obrázok 4: Závislosť antioxidantných vlastností glykoproteínov maku meraných metódou FRAP a ABTS od obsahu ich proteínovej a sacharidickej zložky.



Obrázok 5: Termooxidatívne vlastnosti glykoproteínov maku pri 140 °C v závislosti od obsahu ich proteínovej a sacharidovej zložky.

ZÁVER

Práca pojednáva o príčinách kazení sa maku a analyzuje ich termooxidatívne vlastnosti. Boli zistené značné rozdiely v termooxidatívnej 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 termooxidatívou stabilitou, kde proteínová zložka glykoproteínov je pravdepodobne zapojená do zvyšujúcej sa termooxidatívnej stability makov pri 140 °C. Zdá sa, že hladiny proteínovej a sacharidickej zložky glykoproteínov u danej odrody maku sú geneticky stabilné. Tieto vlastnosti antioxidantných vlastností glykoproteínov môžu byť využité pre ich cieľových aplikáciách práve v takých technologických procesoch, ktoré spôsobujú nežiadúce zmeny v termickej a oxidatívnej stabilite maku v závislosti od typu oxidatívnej reakcie.

Podakovanie: 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*, 150, 2014, 296-300
2. Cibulková, Z., Čertík, M., Dubaj, T. Thermooxidative stability of poppy seeds studied by DSC. *Chemické Listy*, 106(6), 2012, 582.

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

BIOLOGICKÝ POTENCIÁL GENOTYPOV MAKU SIATEHO *IN VITRO*

TIBOR MALIAR, ERIK KROŠLÁK, MIROSLAV ONDREJOVIČ, DANIELA CHMELOVÁ, MÁRIA MALIAROVÁ, ANDREA LANČARIČOVÁ

Mak je známou plodinou, pestovanou od pradávna, ktorý by pri správnom výbere odrody mohol byť predmetom funkčných potravín. Za týmto účelom prebehol vývoj a hodnotenie vybraných účinkov genotypov potravinárskych odrôd maku siateho *Papaver somniferum* L., konkrétne biologickej aktivity na úrovni *in vitro*, s cieľom dokázať prospešný účinok vybraných odrôd maku a navrhnúť ich pre využitie v pekárskom a cukrovinkárskom odvetví. Kolekcia 15 odrôd maku siateho bola hodnotená na 5 vybraných kompozitných parametrov (deskriptorov), 5 parametrov antioxidačnej aktivity v hydrofilnom i lipofilnom prostredí a 5 inhibičných aktivít na vybrané proteínázy. Z hľadiska antioxidačnej aktivity sa genotyp Major preukázal ako najúčinnjší. Z hľadiska kompozitných parametrov sa dá odroda Redy charakterizovať ako najhodnotnejšia a medzi genotypy so schopnosťou inhibovať proteínázy možno zaradiť genotypy Redy a MS 423. Funkčné potraviny s obsahom maku by mohli za určitých okolností preventovať ochorenia s hyperaktivitou týchto enzýmov, konkrétne artritídy, reumatitídy, foriem pankreatitídy, trombotické ochorenia a progresiu nádorových ochorení

Kľúčové slová: mak, extrakty, antioxidačná aktivita, inhibičná aktivita na vybrané enzýmy, PCA, CA analýza, distribučné histogramy, Gausova funkcia, funkčné potraviny,

ÚVOD

Mak je známou plodinou, pestovanou od pradávna a využíva sa 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 však využíva i 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 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 benzylochinolínu (papaverín a narkotín) a fenantrénu (morfín, kodeín a tebaín). Ópiový mak obsahuje viac ako 50 alkaloidov. Medzi ďalšie sekundárne metabolity maku patria flavonoidy, i keď existuje len niekoľko odborných a vedeckých prác v predmetnej téme. (Beliaeva a Evdokimova, 2004) zistili v semenách maku prítomnosť kaempferolu a kvercetínu, Jain a kolektív (1996) identifikovali dva flavonoly (rutín a kvercetín) a dva izoflavóny (2-metoxyformonetín a dihydroxyzoflavón) (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, na jednej strane ponúka prehľad konkrétnych komponentov maku, pričom odborná literatúra sa prakticky takmer 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*, z čoho možno odhadnúť vplyv na fyziológiu konzumenta. 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 na druhej strane tkzv. bioaktívne látky – látky s biologickým účinkom rozpustené v lipidickej frakcii, kam radíme celú skupinu tokoferolov, tokotrienolov, eventuálne karotenoidov a zeaxantínov. K týmto skupinám látok môžeme nepochybne priradiť antioxidantný účinok a oxidačný stres organizmu, ktorý je spoločným prvkom, prakticky všetkých patológií. Aj na základe tohto predpokladu (plus vysoký obsah nenasýtených, mastných kyselín, vápnika a ďalších makroelementov a mikroelementov) možno konzumáciu cereálnych a cukrovinárskych výrobkov s obsahom makovej posýpky, alebo makovej plnky chápať ako funkčnú potraviny.

MATERIÁL A METÓDY

Použité chemikálie a reagenty: dimetylsulfoxid, metanol p.a., etanol p.a., 2-propanol, p.a. (Mikrochem, SR), deionizovaná voda (vlastné zdroje), trypsín z hovädzieho pankreasu, trombín z hovädzej plazmy, uPA z ľudských, obličkových buniek, elastáza z prasačieho pankreasu, katepsín B z hovädzej sleziny, dithiobis-(2-nitrobenzoová kyselina), Z-L-Lyzín-tiobenzylester hydrochlorid, Tris-HCl, Folin–Ciocalteuova reagentia, uhličitan sodný, TPTZ (2,4,6 – Tripyridyl-s-Triazín), kvercetín, kyselina gálová, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetrametylchroman-2-karboxylová kyselina – Trolox, AlCl₃ · 6H₂O, DPPH, ABTS, kyselina linolénová, beta-karotén, FeCl₃ (všetko Sigma-Aldrich, USA).

Použité 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 genotypov, potravinárskych odrôd maku siateho *Papaver somniferum* L. bol získaný z Centra výskumu rastlinnej výroby CVRV Piešťany, Výskumno-šľachtiteľskej stanice Malý Šariš.

Súbor genotypov s uvedením bližšej špecifikácie je uvedený v Tabuľke 1.

Semená maku boli extrahované ako dezintegrovaný materiál zmesou destilovanej vody a 98%-ného etanolu v pomere 1:1, pod dobu 24 hodín pri teplote 25°C v tme. Po uplynutí doby extrakcie, extrakt bol vložený na 60 minút do mrazničky pri -13°C s cieľom eliminovať lipidy technikou „*lipid freezing filtration*“, 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.

Tabuľka 1. Odrody maku siateho použité na testovanie.

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

Uvedená kolekcia pripravených vzoriek bola podrobená testom na stanovenie 5 kompozitných deskriptorov – stanovenie obsahu celkových polyfenolov /TPF/ metódou reakcie s Folinovou reagensiou (Slinkard a Singleton, 1977), ďalej stanovenie celkových polyfenolových kyselín /TPFA/ reakciou s Arnovou reagensiou (Gawlik-Dziki a kol., 2009), celkových flavonoidov, reakciou s metanolickým roztokom $AlCl_3$ (Rakotoarison a kol., 1997), celkových amínov /TA/ reakciou s ninhydrínom (Kaiser a kol., 1970) a celkových tiolov /TT/ reakciou s Ellmanovou reagensiou – s ditiobis-(2-nitrobenzoovou kyselinou) (Ellman, 1959). Ďalej bola hodnotená antioxidačná aktivita jednak metódami antioxidačného účinku v hydrofilnom prostredí /metódy DPPH, ABTS, FRAP/ (Yen a Chen, 1995, Milner a kol., 1993, Benzie a Strain, 1996), na druhej strane metódou hodnotenia antioxidačného účinku v lipofilnom prostredí /metóda BCLM/ (Wettasinghe a Shahidi, 1997) Nakoniec bola hodnotená inhibičná aktivita pripravených vzoriek extraktov na nasledovné, vybrané proteínázy: trypsin – promótor pankreatitídy, trombín – promótor vazokoagulačných ochorení, plazmín a plazminogénov aktivátor urokinázového typu –promótor patológií, spojených s deštrukciou ExtraCelulárneho Matricu /ECM/, elastáza, katepsín, kolagenáza - promótor artritíd a reumatitíd so spoločným chromogénnym substrátom Z-Lys_SbzI.2HCl (Coleman a Green, 1981).

Získané výsledky podrobené analýze hlavných komponentov /principal component analysis/ (PCA) a zhlukovej analýze /cluster analysis/ (CA).

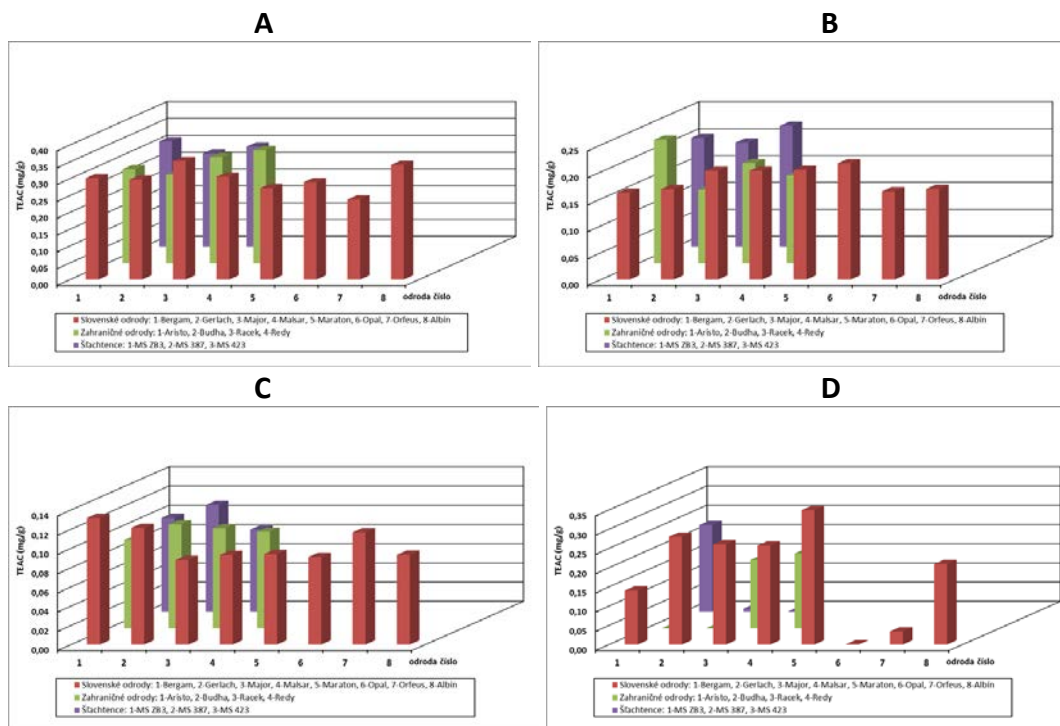
VÝSLEDKY A DISKUSIA

V rámci riešenia tejto časti výskumného projektu bol uplatnený, komplexný prístup na biologické hodnotenie vzoriek extraktov 15 genotypov, potravinárskych odrôd maku siateho na uvedené kompozitné parametre, ďalej na aktivitné parametre: antioxidačná aktivita metódami v hydrofilnom v lipofilnom prostredí a inhibičná aktivita na vybrané proteínázy s potenciálne patofyziologickým prejavom.

Z veľkého množstva dosiahnutých výsledkov prezentuje nasledovná časť v detaile výsledky antioxidačnej aktivity pripravených vzoriek extraktov 4 metódami – DPPH, ABTS, FRAP a BCLM vo väzbe na spôsob prípravy extraktov – tzv. „lipid freezing filtration“ techniku, ktorá kompiluje do jednej vzorky extraktu ako hydrofilné látky (polyfenolové kyseliny) tak i látky lipofilné (tokoferoly a tokotrienoly). Výsledky prezentujú grafy na nasledovnom Obrázku 1.

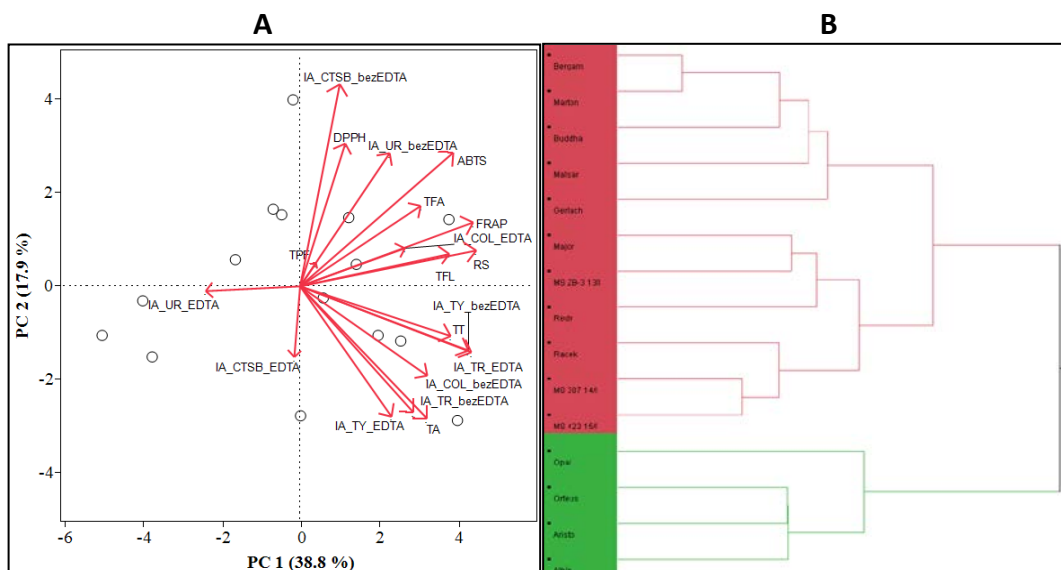
Hodnoty antioxidačnej hodnoty metódami DPPH, ABTS a FRAP sú jednak relatívne vzájomne porovnateľné, na druhej strane rozdiely v antioxidačnej aktivite jednotlivých odrôd sú

minimálne, tým pádom sa nedá jednoznačne interpretovať porovnanie slovenských odrôd k zahraničným odrodám a aktivite šľachtencov touto metódou. Na druhej strane hodnoty antioxidačnej hodnoty metódou BCLM sú odlišné, v lipofilnom prostredí slovenské odrody vykázali signifikantne vyššiu antioxidačnú aktivitu touto metódou ako vzorky zahraničných odrôd a vzorky šľachtencov, čo poukazuje na vyšší obsah látok v extraktoch, schopných preventovať proces lipoperoxidácie.



Obrázok 1. Antioxidačná aktivita 15 vzoriek potravinárskych odrôd extraktov maku, viď legenda, metódami DPPH /A/, ABTS /B/, FRAP /C/ a BCLM /D/, vyjadrená parametrom TEAC na 1g natívnej hmoty dezintegrovaných semien maku.

Realizovaný bol ďalej skrínig 15 vzoriek extraktov genotypov, potravinárskych odrôd maku siateho na nasledovné parametre: kompozitné parametre - obsah celkových polyfenolov (TPF), celkových polyfenolových kyselín (TPFA), celkových flavonoidov (TFL), celkových amínov (TA), celkových tiolov (TT) a na nasledovné aktivitné parametre: antioxidačná aktivita metódami v hydrofilnom prostredí (DPPH, ABTS, RS, FRAP), v lipofilnom prostredí (BCLM) a inhibičná aktivita na vybrané proteínazy s potenciálne patofyziologickým prejavom: (trypsin –TY, trombín-TR, plazminogénový aktivátor urokinázového typu-uPA, katepsín B - CTSB). Pre multifaktoriálne posúdenie „váhy“ všetkých, testovaných parametrov je nutný multifaktoriálne, chemometrické zhodnotenie získaných údajov. Obrázok 2 prezentuje jednak analýzu hlavných komponentov (PCA analysis) /A/, tak i zhukovú analýzu (cluster analysis) /B/ – analýzu podobnosti/odlišnosti, jednotlivých hodnotených genotypov, ako aj fragmentáciu na majoritnú podmnožinu testovanej kolekcie genotypov /červeným/ a od nej odčlenenej podmnožiny výrazne individuálne odlišných odrôd /zeleným/.



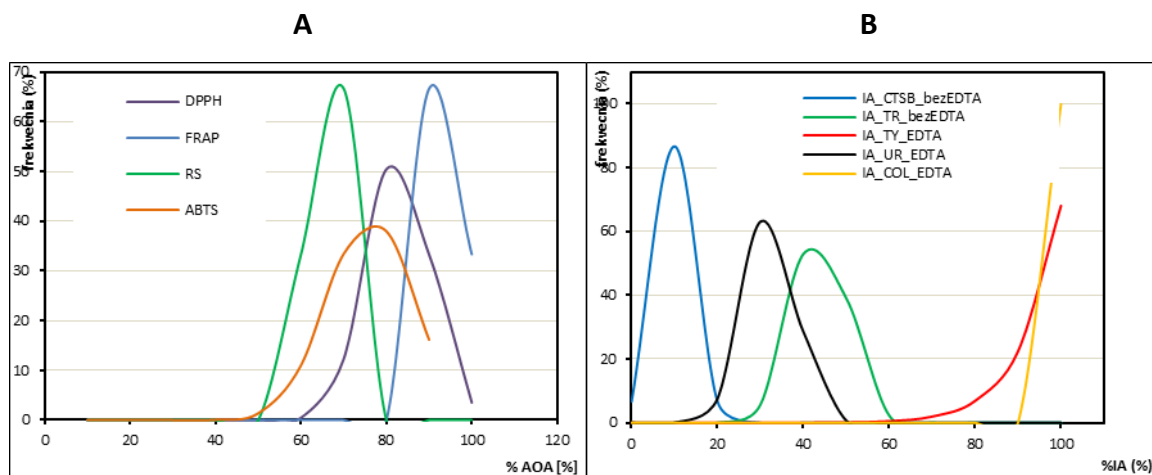
Obrázok 2. Primárna PCA analýza súboru extraktov genotypov maku siateho, (A), primárna klastrová analýza (B) súboru extraktov odrôd maku siateho, kde boli aplikované všetky stanovované kompozitné i aktivitné parametre.

Ako je zrejme z Obrázku 2, chemometrické spracovanie získaných údajov o kompozícii extraktov a ich biologickej aktivite *in vitro* pomohlo vyselektovať odrody, ktoré sa líšili od majoritnej podmnožiny potravinárskych genotypov maku siateho, konkrétne sa jednalo o genotypy Opál, Orfeus, Aristo, Albín, Racek, Albín.

S cieľom prezentovať celkové zhodnotenie biologického potenciálu množiny vzoriek extraktov potravinárskych odrôd maku siateho sa ako vhodné javí prezentovanie Gaussových kriviek, fitujúcich distribučné histogramy rozdelenia danej biologickej vlastnosti v rámci celej kolekcie hodnotených vzoriek. Gaussova krivka, preložená distribučným histogramom poskytuje cenné informácie o štatistike významu (výskytu a váhy) danej vlastnosti v rámci danej plodiny, cennejšiu informáciu poskytuje toto zobrazenie pre viaceré príbuzné parametre v jednom grafickom prevedení, vid'. Obrázok 3.

Konštanta „b“ Gaussovskej funkcie lokalizuje polohu maxima Gaussovskej krivky, tým pádom pozíciu krivky pozdĺž osi x. Krivky s vyššou hodnotou parametra „b“ indukujú väčšiu váhu hľadanej vlastnosti v rámci množiny testovaných vzoriek maku siateho. Z Obrázku 3 je evidentné, že v prípade antioxidantnej aktivity rôznymi metódami, nie je pozícia kriviek veľmi odlišná, to znamená, že testovaná kolekcia sa v testovaných parametroch líši minimálne. Tento fakt vyplýva zo skutočnosti, že všetky štyri metódy stanovenia antioxidantnej aktivity odrážajú potenciál vzoriek v hydrofilnom prostredí. V rámci pokračovania tohto výskumu budú dopracované aj antioxidantné aktivity v lipofilnom prostredí (BCLM, TBARS, Racimátový test).

Na rozdiel od antioxidantných aktivít v prípade parametrov IA na proteínázy boli pozorované výrazné rozdiely. V potravinárskych odrodách maku siateho možno očakávať inhibičný účinok na kolagenázu, trypsín, ďalej v menšej miere na trombín, urokinázu a relatívne najmenej na katepsín B. Tým pádom funkčné potraviny s obsahom maku by mohli za určitých okolností preventovať ochorenia s hyperaktivitou týchto enzýmov, konkrétne artritídy, reumatitídy, foriem pankreatitídy, trombotické ochorenia a progresiu nádorových ochorení.



Obrázok 3. Gaussove krivky, fitujúce distribučné histogramy, prezentujúce normálové rozdelenie vybraných parametrov: antioxidačná aktivita (A), inhibičná aktivita na vybrané proteínázy (B).

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 polarity s následnou „lipid freezing drying“ purifikačnou technikou.

Z hľadiska antioxidačnej aktivity sa genotyp Major preukázal ako najúčinnější. Z hľadiska kompozitných parametrov sa dá odroda Redy charakterizovať ako najhodnotnejšia a medzi genotypy so schopnosťou inhibovať proteínázy možno zaradiť genotypy Redy a MS 423.

Funkčné potraviny s obsahom maku by mohli za určitých okolností preventovať ochorenia s hyperaktivitou týchto enzýmov, konkrétne artritídy, reumatitídy, foriem pankreatitídy, trombotické ochorenia a progresiu nádorových ochorení. Dôkaz takejto biologickej hodnoty pekárskeho výrobku s prídavkom plnky, či posýpky vybraných genotypov maku bude predmetom ďalšieho výskumu v najbližšom období.

Podakovanie: Táto práca vznikla s podporou projektov APVV-VV-0248-11 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.
- Benzie I.F.F., Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, **239**:70 –76.
- 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.

- Coleman, P.L. and Green G.D.J. 1981. A sensitive, coupled assay for plasminogen activator using a thiol ester substrate for plasmin. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **370**: 617-626.
- Ellman G.L. 1959. Tissue sulfhydryl groups. *Arch. Biochem. Biophys.* **82**(1): 70–77.
- 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. *LWT - Food Science and Technology* **42**:137–143.
- Jain L., Tripathi M., Pandey V.B., Rucker G. 1996. Flavonoids from *Eschscholtzia californica*. *Phytochemistry*, **41**:661-662.
- Kaiser E., Colescott R.L., Bossinger C.D. Cook P.I.: 1970. Color test for detection of free terminal amino groups in the solid-phase synthesis of peptides. *Analytical Biochemistry*, **34**: 595-598.
- 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.
- Milner, N.J., Rice-Ewans C., Davies M.J., Gopinathan V., Milner A. 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, **84**: 407–412.
- Rakotoarison, D., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dyne T., Luyckx M., Vasseur J., Cazin M., Cazin J.C., Pinkas M. 1997. Antioxidant activities of polyphenolic extracts from flowers, in vitro callus and cell suspension cultures of *Crataegus monogyna*. *Pharmazie*, **1**:60-63.
- Slinkard, K., Singleton, V.L. 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, **28**: 49-55.
- 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.
- Wettasinghe, M., Shahidi, F., 1997. Antioxidant activity of preformed cooked cured-meat pigment in a β -carotene/linoleate model system. *Food Chemistry*, **58**:203-207.
- Yen, G.C., Chen, H.Y., 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their anti-mutagenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **43**: 37-32.

Adresy autorov:

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

PĚSTITELSKÝ ROK 2014

ING. JIŘÍ ČTVRTEČKA

Mák je pěstitelsky poměrně náročná plodina. Proto se snažíme pěstitelům přinášet aktuální informace, aby bylo možné některým problémům předcházet. Dne 15.5.2014 jsme se zúčastnili s našimi odbornými poradci polního setkání DEŇ MAKOVÉHO POĽA 2014 v Jarnej. V České republice v rámci systému poradenství v oblasti pěstování máku jsme v této sezóně začali s monitorováním makových polí v rámci některých lokalit v ČR. První návštěvu jsme naplánovali ve fázi dvou pravých listů máku, a to hlavně kvůli monitoringu výskytu Krytonosce kořenového. A další tři návštěvy jsme připravili již veřejně pro pěstitel máku. Lokality jsme se snažili vybrat odlišné, aby naše doporučení pro další ošetření byla co nejvíce komplexní (Studenec v okrese Třebíč, Praha Ďáblice, Senice okres Nymburk a Bučina okres Ústí nad Orlicí).

V roce 2015 připravujeme další zlepšení komunikace za účelem dosažení ještě lepších výnosových výsledků. Je před námi nová cesta v pěstitelské technologii, kterou ověřujeme již druhým rokem. Hlavně, co se týká kvality osiva, ošetření osiva a systému založení porostu máku setého.

Na základě tříletých výsledků (2011-2013) z ÚKZÚZ Vám přinášíme členění jednotlivých odrůd dle vhodnosti pro pěstování v různých oblastech. Výsledky jsou průměrem tří let, ve kterých nás postihlo ročníkově jak suché období, tak i značně vlhké období. Výsledky jsou ze čtyř odlišných výrobních oblastí. Z výsledků vyplývá, že nejplastičtější odrůda je Maratón, která je vhodná do všech výrobních oblastí. Do horších podmínek potom obstála i odrůda Bergam.

Sklizeň máku s makovinou

Průměrný dosavadní hektarový výnos makoviny je různý. Může se pohybovat od 250 do 400 kg/ha. Mlátičku je třeba nastavit tak, aby každá tobolka byla rozdělena v ideálním případě na tři části (snadnější vyklepání semen máku ze sklizené drtě). Je třeba co nejvíce stonků a jejich úlomků odstranit již v kombajnu od tobolek (zachovat je co možná nejdelší, aby bylo zabráněno jejich propadnutí sítím zpět k tobolkám).

V této problematice podnikáme další kroky a připravujeme různé varianty ošetření máku za účelem zvýšení obsahu morfinu. Dále se snažíme dopracovat k nižším sklizňovým ztrátám.

Skladování a čištění máku

Makovina tvoří přirozenou ochranu před nežádoucím poškozením olejnatého semene máku. Z toho vyplývá, pokud bude mák sklizen s makovinou je poměrně dobře chráněn. A to jak mechanicky, tak tvorbou dobře prodyšné směsi (jednodušeji se provětrává, stabilizuje) až do separace, která obvykle nastává před prodejem máku.

Za makovinu se považuje maková sláma, která obsahuje částice větší než 4 mm. K tomuto je třeba přihlídnout při posklizňové úpravě. Další frakcí jsou ostatní úlomky 4 mm-1,5 mm. Pro čištění máku se většinou používají vrchní síta o průměru 1,3 mm až 1,5 mm dle tvaru otvorů a aktuální velikosti semen.

Adresa autorov: Ing. Jiří Čtvrtečka, LABRIS, s.r.o., Dobré 51, 517 93 Dobré

ZALOŽENIE PORASTU MAKU

ING. JÁN ŠABATKA, CSC.

Zpracování půdy není možné chápat pouze jako jeden konkrétní zásah pro založení porostu, ale jako soubor agrotechnických operací upravujících půdní poměry. Prvotní je stanovení úkolů, které musí zpracování půdy plnit:

- Přerušit kapilaritu
- Umožnit vyklíčení plevelů a výdrolu předplodiny
- Zapravit posklizňové zbytky
- Zajistit prostor pro jemné kořeny
- Odstranit utužení půdy a vytvořit prostor pro hluboké kořeny
- Podpořit hospodaření s humusem
- Zamezit splavování jílovitých částic do spodních částí ornice
- Urychlit odbourávání herbicidů
- Zajistit uložení a rozmístění hnojiv
- Vytvořit předpoklady pro výsev a optimalizovat vývoj v raných stádiích růstu

Neméně důležitým úkolem je uvedení půdy do výborného strukturálního stavu, protože jenom taková půda umožňuje bezproblémové založení porostu a jeho vývoj. A co je možná nejdůležitější, taková půda je obdělávatelná i za horších klimatických podmínek.

Zpracovatelnost půdy závisí na celé řadě faktorů. V odborné literatuře bylo napsáno hodně o vlivu fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy, ale také o vlivu konstrukce strojů. Půda je zpracovatelná jenom v určitém rozpětí vlhkosti. Samozřejmě, velmi těžké půdy mají to rozpětí podstatně menší než půdy lehčí. Čistě z praktického hlediska to znamená, že čím je půda těžší, tím máme méně času na její obdělávání. Jestliže na podzim je lehká půda zpracovatelná v průměru 35 dnů, tak velmi těžká půda možná jen dnů pět.

Pokud bude struktura půdy nějakým způsobem poškozena, například její reakce pH a další chemické a biologické vlastnosti, nebo bude nadměrně utužena, bude na obdělávání půdy ještě méně času, než bylo uvedeno výše. Otázkou je, co tedy dělat. Nereálné je spoléhat se na to, že stihneme obdělávat celou výměru půdy v podniku za příznivých podmínek. Hospodaříme totiž pod otevřeným nebem. Prvním krokem proto musí být uvedení půdy do dobré kondice. V první řadě pod tím rozumím úpravu reakce pH půdy a vyrovnanou bilanci organické hmoty. Teprve pak se můžeme zaměřit na vlastní zpracování půdy. Každý zásah do půdy musí být dělán s vědomím, že slouží k prodloužení zpracovatelnosti. To znamená zabránění jejího vysychání, když neprší a naopak jejího rozplavení pokud se srážky dostaví.

Založení porostu máku by nemělo být problémem, pokud zpracování půdy splní všechny úkoly, které jsem popsal výše. Mák je olejnína, a přestože má velmi malá semena potřebuje k jejich nabobtnání dostatek vláhy. Tudíž kolem semínka by měla být vyzrálá a vlhká půda s dostatečným přísunem kapilární vody. Pokud se tyto podmínky dodrží, tak mák vzchází i z hloubky 1,5 cm. Nejčastější chybou je, pokud se mák uloží do prosušené vrchní vrstvy půdy, vzniklé nešetrou předseťovou přípravou. Zvláště na těžších půdách je to velký problém, neboť se potom k semínku nedostane vláha z půdní zásoby a k vzejití často nestačí ani následných 10 mm srážek. Dokonce jsem sledoval, že mák nevzešel, i když byl uložený na vlhkou půdu, neboť kolem osiva byla půda naprosto suchá. Vodu, která byla pod osivem, totiž suchá půda rychle za dva dny přímo „vysála“. Často pozoruji snahu sít už na konci

února. Nic proti tomu, pokud je půda v dobrém strukturálním stavu. V takovém případě na tom vyděláme. Pokud je však půda příliš mokrá a osivu chybí dostatek vzduchu, tak si na vzejití počkáme i celý měsíc. Otázkou je, zda používat zavlažovače za secími botkami. Mě se osvědčilo setí bez nich. Půda se v povrchové vrstvě nevysušuje, osivo se ukládá na vláhu a dobře se udrží hloubka setí.

VYBRANÉ POZNATKY K RACIONÁLNEJ VÝŽIVE A HNOJENIU MAKU PŘÍZNAKY NEDOSTATKŮ BIOGENNÍCH PRVKŮ U MÁKU

PROF. ING. TOMÁŠ LOŠÁK, PHD.

Při nedostatku **dusíku** v půdním prostředí se jeho obsah v rostlině silně snižuje. Rostliny se omezeně vyvíjí, je slabý vývin hlavní lodyhy i postranních lodyh, porosty jsou na pohled nevyrovnané, s omezeným počtem světlých a malých listů. Podle stupně nedostatku N se mění barva listů od bledě zelené po žlutou. Při nedostatku dusíku je snížen počet semen v tobolce a HTS. V makovině je omezená tvorba morfinu.

Jednorázové přehnojení dusíkem vede naopak k nežádoucímu větvení, čímž se zvyšuje počet malých tobolek na rostlině, rostliny dosahují větší výšky a stonky jsou méně pevné. Použitím regulátoru růstu v období butonizace se sníží nebezpečí polehnutí, rostliny jsou nižší a zesílí se stěny stonku.

Nedostatek **fosforu** se projevuje zpočátku nenápadně omezeným růstem kořenů a pomalejším vývinem rostlin v důsledku nedostatku energie pro metabolické procesy. Projevem toho je snížená hmotnost rostliny, menší velikost listů a zvyšuje se nebezpečí poléhání rostlin. Tyto jevy se pak promítají do velikosti květních poupat a bývá ovlivněn počet tyčinek v květu. Vizualní příznaky nedostatku P projevující se hyperchlorofylací (fialovění) jako je tomu u jiných rostlin nejsou zpravidla obvyklé. Na rostlinách se objevují spíše skryté příznaky nedostatku P (pokles jeho obsahu pod 0,3 %).

Při nedostatku **draslíku** je výrazně ovlivněn metabolismus cukrů v rostlině a je také snížené zabudování dusíku do bílkovin. Tím je ovlivněna produkce sušiny. Současně při nedostatku draslíku se snižuje odolnost rostlin proti suchu a zvyšuje se riziko poléhání případně i lámání stonku. Projevem skryté deficiencie draslíku nejsou ve většině případů habitusové změny na rostlinách, ale pouze výrazný pokles jeho obsahu v sušině rostlin v závislosti na vývoji rostlin.

Nedostatek **vápníku** v půdě negativně působí na fyzikální, biologické, fyzikálně chemické a chemické vlastnosti půdy. Snižuje pufrovací schopnost půd a vede k okyselování půdy. Tím ovlivňuje rozpustnost cizorodých prvků v půdě a přispívá k jejich zvýšenému příjmu do rostliny. U rostlin máku je nutný pro tvorbu a rozvoj kořenového systému a zvyšuje odolnost rostlin proti poléhání a lámání lodyh větrem. Nedostatek vápníku se u máku projevuje ohýbáním a lámáním vegetačního vrcholu. Je nezbytně nutný i pro tvorbu pylu.

Nedostatek **hořčíku** se projevuje slabě zeleným vybarvením listů v důsledku omezené tvorby chlorofylu. Typické příznaky jeho nedostatku se na rostlinách neprojevují nerovnoměrným uspořádáním chlorofylu (korálkovitá mozaika), ale nízký obsah Mg vede k poruchám růstu a k omezenému vývoji listů. Jeho obsah v rostlinách nad 0,3 % pozitivně působí na výnos a vede k jeho vysoké kumulaci v semeni máku (nad 0,3 %).

Nedostatek **síry** omezuje využití dusíku rostlinami máku, snižuje obsah oleje a zhoršuje zdravotní stav rostlin. Vliv síry na zvýšení obsahu morfinu v makovině není jednoznačný.

Z mikrobiogenních (stopových) prvků je mák náročný na bór, zinek a mangan. **Bór** je nutný pro metabolismus sacharidů a pro jejich transport v rostlině. Napomáhá rovněž lepšímu

využití vápníku a je důležitý i pro syntézu bílkovin a cytokininů v rostlině. Zasahuje také do procesu opylování a tím i do výnosu semen. Při nedostatku bóru je zasažen růstový vrchol, který postupně nekrotizuje, až úplně odumírá. Na horních listech se objevuje chloróza a netvoří se květní pupeny.

Zinek je nezbytnou součástí celé řady enzymů a vedle toho je důležitým aktivátorem četných reakcí. Dále je nepostradatelný pro tvorbu růstových látek, které podmiňují dlouhivý růst rostlin. U máku zinek pozitivně ovlivňuje vznik pylových tetrad a tím přispívá k lepšímu opylení a tvorbě semene.

Mangan je důležitým prvkem při fyto syntéze, v oxidačně redukčních procesech rostliny a je také aktivátorem řady enzymatických procesů (Krebsův cyklus). V poslední době bylo prokázáno jeho pozitivní působení na výnos máku zvláště při jeho pěstování na neutrálních až alkalických půdách při déletrvajícím suchu.

ŠKODCOVIA MAKU V ROKU 2014 ŠKŮDCI MÁKU A JEHO OCHRANA PŘED NIMI

DOC. ING. JIŘÍ ROTREKL, CSC.

V porostech máku se můžeme setkat s celou řadou hmyzích škůdců, kteří škodí na vzcházejících rostlinách až do období makovic. Na vzcházejících rostlinách škodí brouci i larvy krytonosce kořenového, případně polyfágní škůdci - larvy kovaříkovitých brouků – drátovci. Později dochází k náletu mšice makové z primárních hostitelů, která se objevuje na rostlinách máku v raných fázích jejich vývoje, ale také později na poupatech a makovicích. V období sloupkování do porostu naletuje žlabatka stonková, jejíž larvy se vyvíjí ve stoncích máku. A nakonec jsou napadány nejmladší makovice krytonoscem makovicovým, případně bejломorkou makovou.

Dospělci **krytonosce kořenového** (*Stenocarus ruficornis*) (obr. 1) napadají vzcházející rostliny máku a při jeho vyšší populační hustotě a poškození srdéčkových listů dochází v založeném porostu k mezerovitosti. Po žíru kladou samičky vajíčka do pletiv spodních listů, případně do blízkosti kořenového krčku a larvy se po krátkém žíru v listovém parenchymu zavrtávají do půdy a svůj vývoj dokončují na kořenech máku. Při vyšší početnosti larev na kořenech dochází k úhynu jednotlivých rostlin (obr. 2). Kuklí se v půdě v hliněných kokonech a brouci nové generace po žíru na hostitelských rostlinách migrují v polovině října do zimních úkrytů.



Obr.1. Krytonosec kořenový



Obr.2. Uhynulé rostliny máku vlivem žíru larev

Ochrana máku před krytonoscem kořenovým má dvě fáze: při vzcházení sledujeme výskyt brouků nebo jeho přítomnost hodnotíme podle požerků. Lze využít také tzv. signální rostliny, na které naletují brouci přednostně, a zde zjišťujeme jejich přítomnost. Jejich výskyt lze také sledovat pomocí zemních pastí s předpěstovaným mákem a nevysychavým lepidlem. Osivo nemáme namořené, a proto při výskytu škůdce aplikujeme registrované přípravky. Pro foliární aplikaci použijeme tyto přípravky: Nuelle D v dávce 0,6 l/ha Cyperkill 25 EC v dávce 0,1 l/ha Rapid v dávce 0,08 l/ha Dursban Delta v dávce 2,25 l/ha Nexide v dávce 0,08 l/ha a je snaha o využití mořidla Sonido 400 FS (testy v dávkách 50, 62,5 a 70 l/t osiva). Krytonosec kořenového je nutno sledovat i nadále. Při druhé fázi ochrany před krytonoscem kořenovým musíme zabránit naklazení vajíček a tím i škodám, které by mohly způsobit larvy krytonosce. Ochrana proti larvám na kořenech neexistuje.

Široce polyfágní škůdce, který může mák napadat během celé vegetace, je **mšice maková** (*Aphis fabae*), ale také larvy kovaříkovitých brouků - **drátovci** (obr.3). Mšice maková může škodit v období migrace živorodých a parthenogenetických samic z primárních hostitelů až do období tvorby makovic. Její výskyt je závislý na průběhu



Obr. 3. Drátovec při žíru na máku



Obr. 4. Makovice napadená mšicí makovou

povětrnostních podmínek. V letech s teplým a mírně vlhkým počasím se vyskytují ve větší početnosti a mohou mák poškodit. Na listech, lodyhách i makovicích vytváří početné kolonie (obr. 4). Listy jsou deformované, žloutnou, vegetační vrcholy zasychají a semena nebo celé makovice se nedokonale vyvíjí. Mšice maková je také efektivním přenašečem viróz a proto je vhodné při přemnožení regulovat jejich početnost. Jako práh škodlivosti je v jarním období 5 % napadených rostlin máku jednou živou mšicí. Z registrovaných přípravků lze využít Rapid v dávce 0,08 l/ha, Nurelle D v dávce 0,6 l/ha, Fury 10 EW v dávce 0,1 l/ha, Cyperkill 25 EC v dávce 0,1 l/ha, Dursban Delta v dávce 1,75 l/ha, Rapid či Nexide v dávce 0,08 l/ha.

Žlabatka stonková (*Timaspis papaveris*) je škůdce o velikosti asi 3 mm (obr. 5) a patří do řádu blanokřídlého hmyzu. Přezimuje ve stádiu kukly ve zbytcích stonků máku. V květnu se začínají líhnout dospělci žlabatky a od začátku června samičky kladou jednotlivě vajíčka do stonků máku. Larvy žlabatky (obr. 6) způsobují svým žírem ve stonku chodbičky, které probíhají především ve dřevnatém pletivu v těsné blízkosti cévních svazků. Při poškození cévních svazků dochází k částečnému nebo úplnému přerušení přívodu živin a vody do rostliny. Napadení se projevuje předčasným žloutnutím a zasycháním makovic, při vyšším napadení může dojít k zasychání a předčasnému odumírání celé rostliny. Žlabatka stonková má jednu generaci za rok.

Pro ochranu máku před napadením žlabatkou stonkovou se doporučuje aplikace insekticidních přípravků před kladením vajíček. Při rozhodování o termínu aplikace proti ní se můžeme řídit kalendářním datem a vývojovým stádiem máku. Největší část vajíček kladou samičky do spodních internodií, takže období prodlužovacího růstu je nejvhodnějším vývojovým stádiem máku pro aplikaci přípravku, což obvykle odpovídá první dekádě června. Je registrován pouze přípravek Cyperkill 25 EC v dávce 0,1 l/ha.



Obr. 5. Samička žlabatky stonkové klade vajíčka Obr. 6. Larvy žlabatky stonkové

Mezi makovicové škůdce patří krytonosec makovicový a bejlmorka maková. **Krytonosec makovicový** (*Neoglocianus maculaalba*) je asi 3 mm velký brouk patřící do čeledi nosatcovitých brouků. Má výraznou bělavou skvrnu ve švu krovek (obr. 7). Po přezimování se brouci objevují v první polovině května a po zralostním žíru samičky kladou vajíčka do nejmladších makovic, maximálně 2 až 3 dny starých. Uvnitř makovic probíhá vývoj larev a po dokončení larválního vývoje si prokoušou otvor v makovici a opouští ji. Kuklí se v půdě a ve stádiu dospělců přezimují. Hlavní škody spočívají v žíru larev v makovicích a žír brouků i výlezové otvory larev v makovicích otevírají bránu pro infekci houbovými patogeny a usnadňují klazení vajíček bejlmorce makové. **Bejlmorka maková** (*Dasineura papaveris*) je drobný komárek, který má oranžově žluté až oranžově červené larvy (obr. 8). Vytváří se uvnitř mladých makovic, kde vysávají pletiva vnitřních stěn. Vlivem sání jsou makovice zakrnělé a dávají méně hodnotná semena, při silném napadení, kdy je v makovici několik desítek larev (zjištěno až 80 larev v jedné makovici), dochází k likvidaci celé makovice. Dorostlé larvy se kuklí v řídkém zámotku uvnitř makovic.



Obr. 7. Krytonosce makovicový



Obr. 8. Oranžové larvy bejlmorky makové

Pro ochranu máku před krytonosecem makovicovým je potřeba sledovat jeho výskyt na rostlinách máku v období háčkování až do doby výskytu prvních, ojediněle se vyskytujících mladých makovic. Práh škodlivosti není znám a vlastní ošetření se provede v tomto vývojovém stádiu máku při výskytu brouků a to před klazením vajíček do makovic. Pro postřik jsou registrovány tyto přípravky: Mospilan 20 SP - dávka 150 g/ha, Rapid nebo Nexide

v dávke 0,08 l/ha, Cyperkill 25 EC v dávke 0,1 l/ha, Biscaya 240 OD v dávke 0,3 l/ha, Proteus 110 OD v dávke 0,5 – 0,75 l/ha, Decis Mega v dávke 0,15 l/ha. Zodpovedne prováděná ochrana proti krytonosci makovicovému významně redukuje napadení makovic bejlmorkou makovou.

ZÁVĚR

Pro dokonalou ochranu vzházejícího máku je nutné sledovat výskyt krytonosce kořenového a ochranu provádět ve dvou fázích tak, abychom zabránili i škodám způsobené larvami tohoto škůdce. Při napadení porostu mšici makovou lze využít registrované přípravky a případně spojit aplikaci s ochranou před krytonosce kořenového ve druhé fázi nebo při pozdějším výskytu mšice s aplikací proti žlabatce stonkové a to je v období prodlužovacího růstu, před kladením vajíček samičkami žlabatky. Proti krytonosci makovicovému je nutno ve správném termínu, tj. v období háčkování až objevení se prvních květů při jeho výskytu použít řadu registrovaných přípravků, které také významně potlačí napadení máku bejlmorkou makovou.

OBRÁZKY



Bakteriální trouchnivění paty stonku

Černání špiček listů po vzejití DSCN9350



Fuzáriové vadnutí na krčku máku



Fuzáriová nekróza krčku máku 20140630_170444

CHOROBY MÁKU SETÉHO – NĚKOLIK DOPLNĚNÍ PRO AGRONOMY

ING. KAREL ŘÍHA

Přesto, že mák nepatří mezi velkoplošné plodiny, rozvíjí se při jeho pěstování mimo běžně známé celá řada dalších chorob a poškození. Může to být i tím, že jsme je běžně přehlíželi jako „nutné zlo“ při jeho pěstování. Ale zcela jistě k jejich rozvoji přispívá vývoj počasí. Pěstitelé, i firmy dodávající fungicidy, se soustřeďují hlavně na plíseň máku, „helmintosporiovou“ hnědou skvrnitost - spálu vzházejících rostlin, listů stonků a makovic (včetně zakrsávání mladých rostlin) a bílou (sclerotiniovou) plísňovitost máku. Podle celé řady prací se na hnědé skvrnitosti podílejí dva organizmy – *Pleospora papaveracea* a *Dendriphyon penicilatum*. Podle evropských i mimoevropských prací je *Pleospora* (*Helmintosporium*) *papaveris* podstatně agresivnější a mladé rostlinky (spála máku) umí zničit za necelých osm dní. Skutečně platí, že pleosporová („helmintosporiová“) hnědá skvrnitost máku je na našem území nejnebezpečnější chorobou této plodiny. Bílá a šedá plísňovitost jsou sice agresivními, ale jen lokálními chorobami. O něco větší vliv má dokonce i napadení rizoktoniovou kořenovou hnilobou máku a černěmi - houbami rodů *Altenaria* a *Cladosporium* - na makovicích. Toto onemocnění je problémové hlavně z hlediska produkce mykotoxinů (např. alternariin).

Přesto se agronom musí věnovat také jiným škodlivým vlivům. Mák patří mezi plodiny výrazně reagující například na teploty při vzházení. V letošním roce se na máku ve fázi 4 až 6 listů objevila výrazná barevná změna doprovázená depresí růstu. Rostliny zcela zastavily růst, kontrolované rostliny se dokonce „zmenšovaly“. V další fázi došlo k černání listů a velmi často tyto rostliny odumíraly.

Původcem bylo časně setí, nízké teploty při silně zvodněném půdním profilu. Při snaze o nápravu stavu nepomáhaly klasické fungicidy, ale spíše růstově aktivní látky s listovou výživou. Konkrétně šlo o humáty, Atonik, Sviton nebo N-fenol, a listová hnojiva s obsahem uhlíku a dusíku nebo aplikace cukrového roztoku samostatně. Přídavek uhlíku, cukerná složka a nasměrování dodané výživy do rozvoje kořenů, byly v tomto případě rozhodujícími faktory přežití rostlin a v lepších podmínkách nastartování nového růstu. (Foto Říha a Čtvrtečka)

Další z nich je indukovaná bezsemenost makovic. Projevila se na řadě lokalit a na velké části z nich se na ni může usuzovat jen z nízkého výnosu na porostu, který sliboval naopak velký výnos, protože za vegetace nebyla kontrolována. Bezsemené makovice mají stonky obvykle světlejší nebo až do slámová zbarvení již v době, kdy „normální“ stonky jsou ještě sytě zelené. Je faktem, že pokud hluché makovice zjistíme, je již pozdě na nápravu stavu.

Podle současných rozborů jde v prvopočátku nejspíše o fomopsisovou a fuzáriovou stonkovou nekrózu máku. Oba patogeny (fuzárium podstatně častěji) byly zjistitelné uvnitř postižených rostlin. Tam způsobily hnědou nekrózu vnitřních pletiv kořenového krčku a stonku s dutostí stonku. Zejména fuzária umí svými produkty způsobit omezení příjmu živin a změnit fyziologické reakce v rostlině. To v důsledku může vést k tomu, že se základy semen uvnitř makovice nerozvinou (nebo se rozvíjejí jen ojedinele) a dojde k podstatnému snížení výnosu (viz foto Zemko, Hovorka).

Oba prvotní původce je v době rychlého růstu stonku až v začátku kvetení již poměrně těžké účinně zasáhnout. Podle analogie v registraci lze považovat Amistar Xtra za účinný proti fomopsisu (viz

přípravky do slunečnice) a proti fuzáriu systémový účinek přípravků Prosaro, Caramba a časná aplikace Bumper Super nebo Apel. Snad proto v našich podmínkách vychází jednoduchá či dvojitá aplikace Caramby velmi příznivě jak v pokusech Labris, tak Českého máku.

U máku se stále častěji objevuje žloutnutí makovic doprovázené také bezsemeností. Vyloučíme-li vliv výše popsaných patogenů (hnědnutí a dutost ověříme prostým podélným řezem stonkem) zbývají virové choroby. Proti nim je nutné

Zabránit přenos živočišnými přenašeči

Zabránit přenos půdou.

Půdní únava může nastat i při pěstování máku, který vyžaduje některé specifické vlastnosti půdy – omezená slénavost, propustnost pro vodu, ale zároveň dostačující zásobenost vodou.

Pro zajištění dobrého výnosu je tedy nutné uvažovat nejen o ochraně proti vnějším poškozením, ale pečovat i o vnitřní „pohodu“ makových rostlin. Tu mohou vyladit i aplikace listových hnojiv, které mají určité vlastnosti – obsahují stříbro, měď, humáty, siřičitanové ionty nebo jsou specifické svým vysokým pH, které ale nemá fyto toxický vliv na plodinu.

Aplikace těchto hnojiv má výrazný vliv nejen na fyziologický stav rostliny (schopnost hromadění asimilátů, dodání živin na list zvýší o desítky procent čerpání jiných prvků ošetřenou rostlinou z půdy, schopnost směřovat tok živin na místa potřebná pro zajištění výnosu atd.), ale také na zdravotní stav máku – přesvědčivě omezuje výskyt všech hlavních chorob (viz výše), tak i chorob omezujících listovou plochu nebo plodnost máku.

OCHRANA MAKU PROTI DVOJKLÍČNOLISTOVÝM BURINÁM VLIV POSTEMEGENTNÍ APLIKACE HERBICIDU NA VÝVOJ PLEVELŮ

ING. FRANTIŠEK FIŠER, CSC.

Nejdříve lze provádět ošetření přípravky na bázi chlorotoluronu (např. Lentipur 500 FW, Tolurex 50 SC, Toluron) a to již od fáze 4 pravých listů. Tyto přípravky se vyznačují velmi dobrým účinkem proti merlíkům aj. Při aplikaci v růstové fázi máku 4 pravých listů by dávka přípravků na bázi chlorotoluronu (500 g/l) neměla přesáhnout 1,5 l/ha. U pozdějšího termínu aplikace (nad 6 listů máku) se dávka přípravků s úč. látkou chlorotoluronu může použít v rozmezí 1,5–2,4 l/ha. Dávka herbicidu je závislá na velikosti jednotlivých plevelných druhů. Klíčovými podmínkami pro bezpečné použití chlorotoluronu je vosková vrstvička, teploty pod 22 °C, nižší intenzita slunečního záření a zamezení zatékání postřikové kapaliny k vegetačnímu vrcholu (dávka vody do 200 l/ha - menší kapky bez podpory vzduchu (Hardy Twin). Lentipur 500 (Tolurex 50 SC, Toluron) hubí citlivé plevely: heřmánky, rmeny, kokoška pastuší tobolka, ptačinec žabinec, hluchavka nachová, rdesna, pryšce, laskavce, merlíky, drchnička rolní, konopice polní, kolenec rolní a mléč rolní. Slabá účinnost je na zeměděm lékařský. Nehubí svízel, violky, rozrazil.

Znovu se vrátil do sortimentu herbicid **Lentagran WP**, který byl dříve v máku registrován a velmi úspěšně používán. Pro použití kontaktních herbicidů v máku je velmi důležitou podmínkou dostatečně vytvořená vosková vrstvička na povrchu listu máku. Pro vytvoření voskové vrstvičky je nezbytné minimálně 3 dny suché počasí bez srážek. Ochranný efekt voskové vrstvičky může fungovat ovšem pouze za určitých aplikačních podmínek. Především herbicidy nemohou být používány se smáčedly, které mohou voskovou bariéru snadno překonávat. V dávce 2,0 kg/ha výborně hubí hluchavky, kakosty, laskavce, merlíky, svízel přítulu a prlinu rolní. Slabší účinek je na bažanku roční, kokošku pastuší tobolku, penízek rolní, ptačinec žabinec, rozrazil a zeměděm lékařský. Výhodná je aplikace TM Lentagran WP 1,5–2,0 kg/ha s herbicidem Starane 250 EC (Tomigan 250 EC) 0,3–0,5 l/ha, který velice dobře rozšiřuje spektrum hubených plevelů. Podobně je to i TM kombinace Lentagran FW 1,0 kg/ha + Lentipur 500 FW (Tolurex 50 SC, Toluron) 1,0 l/ha.

Pro aplikace od začátku 5. pravého listu je velmi úspěšně používán širokospektrální herbicid **Callisto 480 SC** (dávkování 0,15– 0,25 l/ha), který může být při vyšší růstové fázi plodiny, vysoké intenzitě zaplevelení a nepříznivých aplikačních podmínkách (pokročilá růstová fáze, suché počasí) aplikován výjimečně s aditivem Atplus 463. Dosavadní výsledky ukazují přednosti velmi širokého spektra účinnosti na plevely, ale také skutečnost, že se určité malé míře fytotoxicity nevyhneme. Tato je ve většině případů pouze krátkodobá a po 14 dnech obvykle vymizí bez dopadu na růst máku. Callisto 480 SC je na základě experimentálních zkušeností bezpečně použitelný už od růstové fáze máku 4. pravého listu. V této růstové fázi lze použít bezpečně dávku 0,15–0,2 l/ha. Pouze v případě silného zaplevelení je možné aplikovat dávku 0,25 l/ha). V této růstové fázi je vhodnější se zcela vyhnout použití se smáčedlem. Dávky v rozmezí 0,2–0,25 l/ha nebo použití dávky 0,15–0,2 l/ha se smáčedlem Atplus 463 jsou možné teprve od růstové fáze 6–8. pravých listů. Při použití kombinace se smáčedlem je nutné počítat se zvýšením poškození o 5–15%. Podobně jako i u jiných herbicidů je velmi důležitou podmínkou selektivního použití herbicidu Callisto 480 SC, aby

postřiková kapalina zůstala na listech a nedocházelo ke stékání do úžlabí listů až k vegetačnímu vrcholu (dávka vody do 200 l/ha - menší kapky bez podpory vzduchu - Hardy Twin). Herbicid Callisto 480 SC se i při aplikaci bez smáčedla vyznačuje širokým spektrem účinnosti. Je registrován na vzešlý porost máku (postemergentně) v dávce 0,15–0,25 l/ha na vzešlé plevely při velikosti máku od 4 do 10 listů. V žádném případě se nesmí ošetřovat porost máku, který má většinu rostlin nad 12 listů. Herbicid spolehlivě hubí: ambrosie peřenolistá, drchnička rolní, durman obecný, heřmánek pravý, hluchavky, laskavec ohnutý, lebeda rozkladitá, lilek černý, merlík bílý, merlík mnohosemenný, mračník theophrastův, penízek rolní, pětour malolubný, ptačinec žabinec, rdesno červivec, ředkev ohnice, starček obecný, šrucha zelná, výdrol slunečnice a zemědělský lékařský. Slabá účinnost je na tyto plevely: bažanka roční, kokoška pastuší tobolka, pelyněk černobýl, pohanka svačkovitá, rdesno ptačí, rmen rolní a svízel přitula. Nižší účinnost, která je obvykle zaznamenávána proti svízeli a heřmánkovitým druhům, je možné v závislosti na růstové fázi kompenzovat vyšší dávkou herbicidu, a tím dosáhnout účinnosti nad 80 %.

Vedle svízele a heřmánkovitých druhů jsou při vyšší růstové fázi plevelů (nad 4 pravé listy) zaznamenávány první problémy také u laskavců a merlíků. Proti svízeli a současně posílení účinku proti rdesnům a pohankám je možné doplnit kombinací s herbicidem Starane 250 EC nebo Tomigan 250 EC v dávce do 0,4 l/ha + Callisto 480 v dávce 0,15–0,2 l/ha. Tyto kombinace jsou jednou z mála variant, které téměř neovlivňují selektivitu herbicidu Callisto. K výraznému poškození máku dochází například v kombinacích s graminicidy, kde pravděpodobně působí obsažená rozpouštědla a smáčedla. Heřmánkovité druhy je vhodné ještě před aplikací Callista vyřešit použitím přípravků s úč. látkou chlorotoluronu (Lentipur aj.). Dobrých výsledků je dosahováno rovněž u kombinace Callisto 480 SC 0,15 l/ha + Lentipur 500 FW 0,8 l/ha. Účinnost herbicidu Callisto 480 proti pcháči je velmi dobrá, přičemž dochází k úplnému prožloutnutí až vybělení vrcholových částí a zastavení růstu na dobu přibližně 3 týdnů až 1 měsíce. Nejedná se ale o systémový účinek a po této době můžeme očekávat další regeneraci pcháče. U dobře zapojeného porostu ovšem již regenerující pcháč nezpůsobuje až do sklizně závažnější problémy. Při výskytu merlíků případně dalších plevelů ve vyšší růstové fázi se velmi dobrou účinností osvědčila kombinace Callisto 480 SC 0,15 l/ha + Lentipur 500 FW 0,8 l/ha. Uvedené dávky jsou maximální pro bezpečné použití v máku. I tak musíme počítat se skutečností, že tato kombinace může způsobovat mírně vyšší fytotoxicitu v porovnání například se samostatnou aplikací herbicidu Callisto 480 SC.

Laudis má v porostu máku podstatně širší aplikační okno než herbicid Callisto SC. V porostech máku jej lze aplikovat v dávce 1,75–2,25 l/ha od 6–8 listů máku nejpozději až do 12–14 listů máku s minimálními příznaky změny zabarvení listů máku (mírné prožloutnutí). Aplikační dávka postřikové kapaliny by neměla překročit 200 l/ha. Tento herbicid spolehlivě hubí všechny jarní i letní plevely včetně všech rdesen. V praxi se tento typ herbicidu významně uplatňuje v ochraně porostů máku proti plevelům. V žádném případě není doporučována aplikace TM s fungicidem, případně insekticidem. Laudis (tembotrine + safener isoxadifen-ethyl) je registrován v máku v dávce 2,25 l/ha. Hubí spolehlivě jednoleté plevelné trávy: ježatka kuří noha, bér zelený, bér sivý, rosička krvavá, proso seté a proso vláskovité. Z dvouděložných plevelů spolehlivě hubí: ambrózii peřenolistou, bažanku roční, mračník theophrastův, durman obecný, heřmánky, chrpu modrák, laskavce, výdrol řepky, kokošku pastuší tobolku, pcháč oset, konopice, svízel přitulu, výdrol slunečnice, merlíky,

lebeda rozkladitá, hluchavky, rdesno blešník, rdesno červivec, hořčice bílá, ředkev ohnice (brukvovité plevle), lilek černý, ptačinec ža- binec, penízek rolní, šťovík kadeřavý, dvouzubec trojdílný, pětour maloúborný, mléč zelinný (mléče), drchnička rolní, konopí seté a čistec rolní. Méně citlivé jsou heřmánky nad 6 listů, violka rolní, rdesno ptačí, rozrazil perský, starček obecný, šrucha zelná a řepeň trnitá. Nehubí zeměděm lékařský, kakosty, mátu rolní, pohanku svlačcovitou, rozrazil perský a břechtanolistý, svlačec rolní, podběl lékařský, mák vlčí a pryšec kolovratec.

Starane 250 EC/Tomigan 250 EC má registrovanou dávku v máku 0,5–0,6 l/ha. Při aplikaci herbicidu jako TM spolu s herbicidem Callisto 480 SC, Laudis, Lentagran WP nebo postačuje dávka 0,3 l/ha. Má spolehlivý účinek na svízel přítulu, ptačinec žabinec, starček obecný, pohanku svlačcovitou a další rdesnovité plevle, konopici napuchlou, hluchavky, kopřivu žahavku, šťovíky, poměnkou rolní, penízek rolní, kokošku pastuší tobolku, lilek černý, durman, svlačec rolní. Nepůsobí na violky a mák vlčí.

Pro rozšíření spektra účinku na dvouděložné plevle je použití u Starane 250 EC (Tomigan 250 EC) TM s herbicidem Callisto 480 SC nebo herbicidem Laudis nebo Lentagran WP, Lentipur500 FW, (Tomigan 500, Toluron) postačuje dávka jen 0,3 l/ha. U větších plevelů lze aplikovanou dávku herbicidu zvýšit až na 0,5 l/ha. Při potřebě hubit rdesna a pohanku svlačcovitou v porostu máku, kdy mák má založené jen pravé listy, použije se herbicid Starane 250 EC (Tomigan 250 EC) už v dávce 0,1 l/ha, následně za 5–7 dní znovu v dávce 0,15 l/ha. Buď se ještě bude znovu aplikovat Starane v dávce 0,2 l/ha nebo se počká na aplikaci herbicidu Laudis, který vyřeší toto zaplevelení se 100% účinkem.

Názov: **Mak siaty pre Slovensko.**
Zborník zo 6. odborného seminára.

Autor: Kolektív

Zostavovateľ: RNDr. Michaela Havrlentová, PhD., Ing. Jiří Čtvrtečka

Typografia/technická úprava: Jarmila Ponišťová

Vydanie: prvé

Vydavateľ: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný
ústav rastlinnej výroby Piešťany
Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany

Rok vydania: 2014

Počet strán: 40

Tlač: NPPC-VÚRV Piešťany

Formát: A4

Náklad: 20 ks

Nepredajné/Určené pre vlastnú potrebu.

ISBN 978-80-89417-59-9