



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



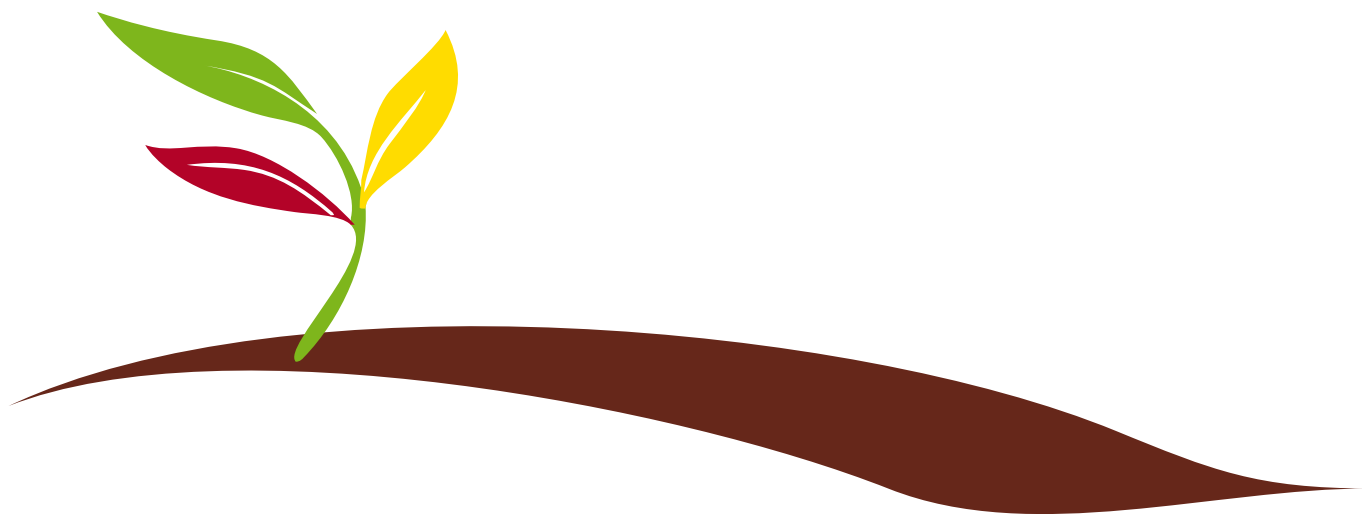
Agentúra
Ministerstva školstva SR
pre štrukturálne fondy EÚ



“Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov ES”.



HODNOTENIE GENETICKÝCH ZDROJOV RASTLÍN PRE VÝŽIVU A POĽNOHOSPODÁRSTVO



centrum výskumu rastlinnej výroby piešťany

Piešťany, 2010

CENTRUM VÝSKUMU RASTLINNEJ VÝROBY PIEŠŤANY

**HODNOTENIE GENETICKÝCH
ZDROJOV RASTLÍN PRE VÝŽIVU A
POLNOHOSPODÁRSTVO**

Zborník zo 6. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou
26.–27. máj 2010

Názov: Hodnotenie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo

Editor: Pavol Hauptvogel

Autorský kolektív:

ALSHAMMRI Taleb	HRICOVÁ Andrea	PASTIRČÁK Martin
BACSOVÁ Zuzana	HRUBÍKOVÁ Katarína	PATZAK Josef
BALOUNOVÁ Marta	HUDCOVICOVÁ Martina	PAULÍČKOVÁ Ivana
BENEDIKOVÁ Daniela	HÝSEK Josef	PAVLÍK Dušan
BENKOVÁ Michaela	CHALÁNYOVÁ Michaela	PIDRA Miroslav
BEŽO Milan	CHROBOKOVÁ Eva	PODHORNÁ Jana
BIELIKOVÁ Magdalena	CHRPOVÁ Jana	POLIŠENSKÁ Ivana
BOJNANSKÁ Katarína	CHYTILOVÁ Věra	POLONČIKOVÁ Zdenka
BONČÍKOVÁ Dominika	JANČICH Miroslav	PREININGER Daniel
BRADOVÁ Jana	KEČKEŠOVÁ Monika	PROVAZNÍK Ivo
BRESTIČ Marián	KIZEK René	PSOTA Vratislav
BRUTOVSKÁ Eva	KOPECKÝ Pavel	RADDOVÁ Jana
CIVÁŇ Peter	KRAIC Ján	REPKOVÁ Jana
ČERNÝ Ivan	KRAUSOVÁ Jitka	ROHÁČIK Tibor
ČIČOVÁ Iveta	KRIVOSUDSKÁ Eleonóra	ROLLO Alexander
DANIEL Ján	KRIŽANOVÁ Klára	ROYCHOUDHURY Shubhadeep
DOTLAČIL Ladislav	KRÍŽOVÁ Lívia	RYŠKA Karel
DUŠEK Karel	KROFTA Karel	SACHAMBULA Lenka
DUŠKOVÁ Elena	KRŠKA Boris	SLEZIAK Ľudovít
DVONČOVÁ Daniela	LABAJOVÁ Mária	SMÉKALOVÁ Kateřina
DVOŘÁČEK Václav	LATEČKOVÁ Miroslava	SOCHOR Jiří
ENGLER Lubomír	LIBIAKOVÁ Gabriela	SOKOLOVIČOVÁ Jana
FABEROVÁ Iva	LICHVÁROVÁ Mária	STEHNO Zdeněk
FEJÉR Jozef	LOJKA Bohdan	SUHAJ Milan
GAJDOŠOVÁ Alena	LOŠÁK Martin	ŠALAMON Ivan
GÁLOVÁ Zdenka	MARGITANOVÁ Eva	ŠANTAVÁ Dáša
GAVURNÍKOVÁ Soňa	MARTINEK Petr	ŠEVČÍKOVÁ Magdalena
GORČAKOVÁ Jana	MASÁR Štefan	ŠLIKOVÁ Svetlana
GRÁC Lukáš	MAŠKOVÁ Vladimíra	ŠUDYOVÁ Valéria
GREGOVÁ Edit	MEDVECKÝ Michal	ŠVEC Miroslav
GUBIŠ Jozef	MENDEL Lubomír	TROJAN Václav
GUBIŠOVÁ Marcela	MIHÁLIK Daniel	TVARŮŽEK Ludvík
HANUŠ Vlastimil	MILOTOVÁ Jarmila	VACULOVÁ Kateřina
HAUPTVOGEL Pavol	MORAVČÍKOVÁ Jana	VACHŮN Miroslav
HAUPTVOGEL René	MÚDRY Pavol	VALIGUROVÁ Andrea
HAVEL Ladislav	MUCHOVÁ Darina	VALLA Martin
HAVELOVÁ Jana	MUSILOVÁ Milena	VEVERKOVÁ Alexandra
HAVRÁNEK Pavel	NEČAS Tomáš	VIEHMANNOVÁ Iva
HAVRLETOVÁ Michaela	NEDOMOVÁ Lenka	VOLLMANNOVÁ Alena
HELDÁK Ján	NESVADBA Vladimír	VYHNÁNEK Tomáš
HENYCHOVÁ Alena	NOVOTNÁ Pavla	ZIRKELBACHOVÁ Katarína
HERMUTH Jiří	OLŠOVSKÁ Katarína	ZÍTKA Ondřej
HLÁSNÁ ČEPKOVÁ Petra	ONDŘÁŠEK Ivo	ŽÁKOVÁ Mária
HLINKOVÁ Andrea	ONDREJČÁK František	ŽIAROVSKÁ Jana
HORNA Aleš	ORDON Frank	ŽIVČÁK Marek
HOZLÁR Peter	OSTROLUCKÁ Mária Gabriela	ŽOFAJOVÁ Alžbeta

© CVRV Piešťany

ISBN 978-80-89417-13-1

OBSAH

Prednášky

Benediková, D.: Vyhodnotenie plnenia úloh Národného programu ochrany genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo v SR	7
Benediková, D., Čičová, I., Benková, M.: Regionálna výmena a tvorba politiky pre ochranu a hodnotenie biodiverzity v Európe vyjadrená v projekte REVERSE.....	11
Benková, M., Hauptvogel, P., Benediková, D., Žáková, M.: Monitoring životaschopnosti semien genetických zdrojov rastlín dlhodobo uchovávaných pri +4 °C	13
Bojnanská, K., Masár, Š.: Najvýznamnejšie listové obligátne patogény pšenice.....	18
Brestič, M., Olšovská, K., Živčák, M., Repková, J., Bežo, M.: Biológia agrobiodiverzity: Fyziologické prístupy pre skrining a hodnotenie genetických zdrojov	22
Čičová, I., Hauptvogel, P.: Hodnotenie genetických zdrojov rebríčka obyčajného (<i>Achillea millefolium</i> L.)	30
Čičová, I., Pastirčák, M.: Identifikácia patogénnych húb vybraných liečivých rastlín na Slovensku	34
Dušek, K., Dušková, E., Směkalová, K.: Variabilita morfológických znakov jitrocele prostredního (<i>Plantago media</i> L.) v Českej republike.....	36
Engler, L., Jančich, M., Grác, L., Roychoudhury, S.: Vplyv vlhkosti na spalné teplo, výhrevnosť a energetickú výťažnosť dendromasy.....	38
Hauptvogel, P., Hauptvogel, R.: Úlohy výskumu genofondu rastlín a prenos poznatkov do praxe.....	41
Hauptvogel, P., Švec, M., Brestič, M., Mendel, L., Hauptvogel, R., Bieliková, M., Zirkelbachová, K., Gregová, E., Olšovská, K., Repková, J., Gavurníková, S., Bojnanská, K.: Genewheat - charakterizácia a hodnotenie diverzity pšenice a jej divorastúcich predchodcov pre ich využitie v šľachtení.....	43
Heldák, J., Brutovská, E.: Hodnotenie vybraných znakov dihaploidných genotypov ľuľka zemiakového (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	47
Hlinková, A., Havrlentová, M., Dvončová, D., Žofajová, A., Kraic, J.: Dynamika obsahu β-D-glukánu v zrne ovsa (<i>Avena sativa</i> L.) ovplyvnená výživou a ročníkom.....	49
Hozlár, P., Dvončová, D., Bieliková, M.: Slovenská kolekcia ovsa (<i>Avena</i> L.) a jej uchovávanie a hodnotenie	54
Hrubíková, K., Labajová, M., Žiarovská, J., Hricová, A., Gajdošová, A.: Polymorfizmus mikrosatelitnej DNA genómu láskavca.....	56
Chroboková, E., Raddová, J., Vachůn, M., Krška, B., Pidra, M.: Hodnocení genetických zdrojů meruněk na zahradnické fakultě v Lednici pomocí molekulárních metod.....	58
Kopecký, P., Havránek, P., Dušek, K., Chytilová, V.: Význam středoevropských krajových a primitivních odrůd hlávkového zelí pro šlechtění na odolnost vůči nádorovosti brukvovitých (<i>Plasmodiophora brassicae</i> Wor.)	62
Martinek, P., Podhorná, J., Paulíčková, I., Novotná, P., Hanuš, V., Šudyová, V., Balounová, M., Vaculová, K.: Hodnocení genových zdrojů pšenice s rozdílným zbarvením zrna.....	64
Masár, Š., Bojnanská, K., Gubiš, J., Gubišová, M., Pastirčák, M., Roháčik, T., Sokolovičová, J., Žofajová, A.: Reakcia odrôd pšenice s translokáciou 2NS/2AS na infekciu <i>Puccinia triticina</i> Eriks., <i>Stagonospora nodorum</i> (Berk.), Castell. & Germano a <i>Fusarium culmorum</i> (Wm.G.Sm.) Sacc.	69
Mendel, L., Gavurníková, S., Čičová, I., Havrlentová, M., Bieliková, M., Zirkelbachová, K.: Vplyv prídavkov múky genetických zdrojov jačmeňa a pohánky na kvalitu chleba	73
Milotová, J., Vaculová, K., Tvarůžek, L., Polišínská, I.: Hodnocení obsahu DON v zrně donorů ječmene jarního s definovanými hospodářsky významnými znaky.....	77
Nečas, T., Mašková, B., Krška, B.: Projevy fytoplazmy ESFY u některých genetických zdrojů meruněk.....	81
Nedomová, L.: Diverzita vybraných kvalitativních znakov zrna v core kolekci ovsa v Českej republike	85
Nesvadba, V., Patzak, J., Krofta, K.: Variabilita planých chmelů (<i>Humulus lupulus</i> L.)	87

Ondrášek, I.: Zhodnocení bělomasých odrůd broskvoví a nektarinek s vyšší mírou pevnosti dužniny v podmínkách České republiky.....	90
Psota, V., Sachambula, L., Ryška, K.: Sladovnická kvalita vybraných historických odrůd ječmene	93
Stehno, Z., Dotlačil, L., Hermuth, J., Faberová, I.: Hodnocení a využití genetických zdrojů pšenice, tritikale a ozimého ječmene soustředěných v České genové bance	95
Švec, M., Cíván, P., Hauptvogel, P.: Pšenica dvojzrnová – potenciálny genetický zdroj pre resyntézu pšenice mäkkej	98
Vaculová, K., Balounová, M., Milotová, J.: Výsledky pěstování bezpluchého ječmene v definovaných oblastech České republiky	101

Postery

Benediková, D., Benková, M., Čičová, I., Hauptvogel, P., Mendel, L.: Prínos uchovávanía genetických zdrojov rastlín v Génovej banke SR	107
Bradová, J., Dvořáček, V., Chrpová, J.: Rozdíl ve složení zásobních bílkovin v odrůdách pšenice registrovaných v ČR a jeho vliv na kvalitativní parametry zrna.....	111
Černý, I., Bacsová, Z. Veverková, A.: Závislosť kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov úrody slnečnice ročnej od racionalizačných prvkov technológie	114
Černý, I., Veverková, A., Bacsová, Z.: Vplyv termínu výsevu a foliárneho ošetrenia na úrodu a kvalitu slnečnice ročnej	116
Dušková, E., Dušek, K., Smékalová, K.: Variabilita morfológických znakov šalvije přeslenité (<i>Salvia verticillata</i> L.) v České republice	118
Engler, L., Jančich, M., Grác, L., Roychoudhury, S.: Energetický potenciál <i>Brassica napus</i> subsp. <i>napus</i> a jej viacúčelové využitie	120
Fejér, J., Šalamon, I., Alshammri, T.: Výskum biodiverzity liečivých rastlín na Prešovskej univerzite v Prešove.....	123
Gregová, E., Šliková, S.: Identifikácia, diferenciacia a charakterizácia genotypov kolekcie zrna pšenice pomocou SDS-PAGE.....	127
Gregová, E.: Bielkovinové markery v genetických zdrojoch pšenice.....	129
Gubiš, J., Križanová, K., Masár, Š., Bojnanská, K., Gubišová, M., Pastirčák, M., Sleziač, L., Havelová, J., Žofajová, A.: Hodnotenie rezistencie genotypov jačmeňa siateho f. jarná proti listovým chorobám	131
Hermuth, J., Hýsek, J., Stehno, Z.: Hodnocení genetických zdrojů bėru vlašského (<i>Setaria italica</i> L. BEAUV.) s cílem jejich potenciálního využití	133
Hýsek, J., Hermuth, J., Stehno, Z.: Choroby a škůdci čiroku pěstovaného v podmínkách České republiky.....	137
Keckešová, M., Gálová, Z., Suhaj, M., Gajdošová, A., Libiaková, G., Hricová, A.: Aplikácia mutagenézy a jej vplyv na nutričnú kvalitu láskavca	139
Krivosudská, E., Brestič, M.: Hodnotenie osmotickéj adjustácie vo vzťahu k tolerancii genotypov cícera baranieho na sucho	141
Křížová, L., Vollmannová, A., Daniel, J., Medvecký, M., Margitanová, E., Bončíková, D.: Polyfenoly vs rizikové kovy v brusnici pravej (<i>Vaccinium vitis – idaea</i> L.)	143
Latečková, M., Moravčíková, J., Libiaková, G., Ostrolucká, M.G., Gajdošová, A.: Adventívna regenerácia a testovanie antibiotík pre genetickú transformáciu <i>Vaccinium</i> a <i>Rubus</i> spp.	147
Lošák, M., Ševčíková, M.: Stav a popis kolekce genetických zdrojů jílku mnohokvětého (<i>Lolium multiflorum</i>) v České republice	149
Margitanová, E., Vollmannová, A., Čičová, I., Křížová, L., Bončíková, D.: Obsah významných rizikových kovov vo vybraných odrodách pohánky jedlej (<i>Fagopyrum esculentum</i>) a pohánky tatarskej (<i>Fagopyrum tataricum</i>).....	152
Mihálik, D.: Odlíšenie vysokomolekulárnej glutenínovej podjednotky 1Dy12.3 od podjednotiek 1Dy12 a 1 Dy10 pri pšenici <i>Triticum aestivum</i> L.	156

Múdry, P., Hricová, A., Chalányová, M.: Adaptácia metodologických postupov analýzy polymorfizmu enzýmov v listoch láskavca (<i>Amaranthus</i> sp. L.) pre štúdium vnútrodruhovej variability a interorgánových vzťahov.....	158
Musilová, M., Trojan, V., Vyhnánek, T., Havel, L.: Detekce genetické variability pšeníc s nestandardním zabarvením obilek pomocí SSR markerů	160
Nesvadba, V., Polončíková, Z., Henychová, A.: Hop genetic resources in the Czech Republic	162
Nesvadba, V., Patzak, J., Krofta, K.: Variability of wild hops (<i>Humulus lupulus</i> L.) from the territory of Northern Caucasus	164
Pastirčák, M.: Patogénne huby obilnín a ich identifikácia	166
Rollo, A., Lojka, B., Hlásna-Čepková, P., Viehmannová, I., Krausová, J. Preininger, D.: Morphological diversity of cultivated and natural populations of indigenous fruit tree species <i>Inga edulis</i> Mart. (Fabaceae) in Peruvian Amazon	168
Sochor, J., Zítka, O., Pavlík, D., Valla, M., Krška, B., Horna, A., Provazník, I., Kizek, R.: Antioxidační kapacita v plodech vybraných genotypů meruněk vyšlechtěných k odolnosti proti viru šarky švestky	170
Šantavá, D., Gorčaková, J., Žiarovská, J., Hrubíková, K., Bežo, M.: Identifikácia retrotranspozónu <i>Cassandra</i> v jednotlivých rastových fázach ľanu siateho	174
Šliková, S., Šudyová, V.: Hodnotenie napadnutia klasov genotypov pšenice po umelej infekcii hubou <i>Fusarium culmorum</i>	176
Šliková, S.: Reakcia odrôd pšenice na infekciu hubami <i>Fusarium</i> spp.	178
Šudyová, V., Hudcovicová, M., Ordon, F.: Genetické zdroje jačmeňa ozimného použité v molekulárnem šľachtení.....	180
Valigurová, A., Brestič, M., Hauptvogel, P.: Fyziologické prístupy štúdia obilnín	182
Žofajová, A., Muchová, D., Lichvárová, M., Ondrejčák, F.: Predikcia produktivity hybridných populácií pšenice letnej f. ozimná na základe fenotypových charakteristík rodičovských odrôd	187

VYHODNOTENIE PLNENIA ÚLOH NÁRODNÉHO PROGRAMU OCHRANY GENETICKÝCH ZDROJOV RASTLÍN PRE VÝŽIVU A POĽNOHOSPODÁRSTVO V SR NATIONAL PROGRAM FOR CONSERVATION PLANT GENETIC RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE IN THE SLOVAK REPUBLIC – RESULTS AND THEIR EVALUATION

Daniela BENEDIKOVÁ

National program for conservation plant genetic resources for years 2005 till 2009 was created according to national and international legislative concerning conservation biological diversity and plant genetic resources especially. National program were solved be in years 2005 till 2009, 22 Slovak subjects were responsible for the solving of the problems plant genetic resources. The Ministry of Agriculture funded these activities. Detailed reports of resolving problematic are published on the web site www.cvrv.sk.

At present in National program total number of accessions is 32 920 included into 181 collections deployed on 18 subjects. Active collection stored 15 138 GZR accessions, base collection stored 3 421 accessions. Slovak safe duplicate collection contained 3 261 accessions and is keeping in Czech Republic. One in situ is situated in the Reservation Latorica and two in vitro collections (potatoes and hop) are keeping in laboratory condition. National program also registered 6 repositories like on farm, on the surface 52 ha orchards. For future years (2010 – 2014) was prepared new National program.

Key words: National program, conservation, plant genetic resources, gene bank

Úvod

Slovenská republika aj napriek svojej pomerne malej rozlohe sa vyznačuje veľkým bohatstvom druhov rastlín a živočíchov. Je to dané najmä jej polohou ale aj kultúrnym a historickým vývojom. V súlade s celosvetovým trendom aj v Slovenskej republike sa uskutočňuje systematická a cieľavedomá ochrana genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo, ktorá zároveň patrí k najvýznamnejším prioritám poľnohospodárskeho výskumu. Ochrana genetických zdrojov rastlín na Slovensku vychádza z Národnej stratégie ochrany biodiverzity, ktorá bola spracovaná podľa článku 6 Dohovoru o biologickej diverzite. Národný program ochrany genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo na roky 2005 až 2009 bol vypracovaný podľa zákona NR SR č. 215/2001 Z.z. a platnej medzinárodnej legislatívy.

Genetické zdroje rastlín a ich ochrana sú hospodársky a politicky významnou a strategickou zložkou majetku štátu. Ich zhromažďovanie, štúdium a uchovávanie predstavuje jednu z prioritných úloh pre zachovanie existujúcej biodiverzity a pre využitie pre súčasné ale hlavne budúce generácie. Rozhodujúcu úlohu pri uchovávaní semenných kolekcii genetických zdrojov rastlín zohráva i Génová banka SR.

Hlavným cieľom príspevku je poskytnutie výsledkov a prínosov z riešenia Národného programu ochrany genetických zdrojov rastlín (ďalej GZR) pre výživu a poľnohospodárstvo (ďalej Národný program) v rámci Slovenskej republiky.

Materiál a metódy

V súčasnosti sa na Slovensku zabezpečujú úlohy ochrany GZR pre výživu a poľnohospodárstvo cestou Národného programu. Predkladané výsledky prezentujú Národný program, ktorý bol vypracovaný na obdobie rokov 2005–2009 a schválený MP SR v zmysle zákona NR SR č. 215/2001. Koordinačným pracoviskom Národného programu v zmysle §6 zákona bolo Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany (ďalej CVRV Piešťany), ktoré je i sídlom Génovej banky SR. CVRV Piešťany podľa § 8 a 9 zákona zmluvne zriaďuje riešiteľské pracoviská, repozitória a menuje odborne spôsobilé osoby, ktoré zabezpečujú vlastnú činnosť s GZR.

Problematika Národného programu sa riešila formou dvoch úloh odbornej pomoci pre MP SR. Pri riešení sa postupovalo podľa schválenej metodiky prác, vecného a časového harmonogramu. Podľa metodík jednotlivých plodín boli zakladané pokusy, hodnotenie kolekcii genetických zdrojov sa vykonávalo podľa klasifikátorov príslušných plodín. Miestom riešenia bolo CVRV Piešťany so svojimi výskumnými pracoviskami (VŠS Borovce, VŠS Víglaš-Pstruša, VŠS Malý Šariš, VÚTPHP Banská Bystrica a VÚA Michalovce) a zmluvne zriadené riešiteľské pracoviská (18 subjektov v tabuľke č. 1). Spôsob udržiavania jednotlivých kolekcii rastlín na riešiteľských pracoviskách je rôzny a zahŕňa ex situ, in situ a in vitro spôsob.

Výsledky

Základnými prioritami Národného programu na obdobie rokov 2005–2009 bolo:

- chrániť kultúrne dedičstvo a v súčasnosti vytvorené hodnoty vyjadrené v genetických zdrojoch rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (v uchovaných domácich a zahraničných odrodách, varietach, línách, kmeňoch, krajových populáciách) v prospech súčasnej a budúcich generácií,

- prispievať k národnému rozvoju, potravinovej bezpečnosti, trvalo udržateľnému poľnohospodárstvu a spravovaniu agrobiodiverzity prostredníctvom uchovávaní a využitia genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo.

Úloha odbornej pomoci pre MP SR „**Zhromažďovanie, hodnotenie a uchovávanie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo**“ sa riešila na CVRV Piešťany. Členila sa na 3 čiastkové úlohy a 8 vecných etáp a riešilo ju celkom 36 výskumných a technických pracovníkov. Podrobné výsledky za celú úlohu sú uvedené v záverečnej správe, ktorá je umiestnená na www.cvrv.sk v časti Oddelenie Génová banka SR.

Od začiatku činnosti Génovej banky SR (14. 11. 1996) je v nej uskladnený biologický materiál – semená z 87 rastlinných druhov. V aktívnej kolekcii (pri teplote + 5 °C) je uskladnených 15 138 položiek GZR a v základnej kolekcii (pri teplote -18 °C) je to 3 421 položiek GZR. Ďalej sa v podmienkach *in vitro* dlhodobo uchováva 90 meriklonov z 10 odrôd chmeľu v životaschopnom stave so schopnosťou regenerácie. V CHKO Latorica sa uchováva *in situ* jedna populácia puškvorca.

Údaje o získavaní a hodnotení genotypov sú spracované v informačnom systéme ISGZR. V rámci v pasportnej časti evidencie genetických zdrojov rastlín je uložených 24 537 pasportných údajov a v popisnej časti 7 775 údajov súčasne je v databáze uložených i 460 biochemických údajov.

Jednou z dôležitých aktivít každej génovej banky je poskytovanie vzoriek semien pre užívateľov. Vzorky semien sa poskytujú len z aktívnej kolekcie. Počas existencie Génovej banky SR bolo z aktívnej kolekcie vydaných celkom 3 348 vzoriek z toho na riešenie výskumných úloh a projektov 2 803 vzoriek, priamo pre účely šľachtenia bolo poskytnutých 286 vzoriek a pre účely vzdelávania na univerzitách a stredných školách (ŠVOČ, diplomové a doktorandské práce) bolo poskytnutých 259 vzoriek semien. Z celkového počtu vydaných vzoriek Génová banka SR poskytla do zahraničia 537 vzoriek semien. Génovú banku SR ako jediné pracovisko na Slovensku navštevovalo ročne 300 až 350 domácich i zahraničných návštevníkov.

V rámci riešenia monitoringu zachovania klíčivosti dlhodobo uložených vzoriek v Génovej banke SR boli vytvorené databázy monitorovaných vzoriek a podľa príslušných noriem bolo doteraz zmonitorovaných 6 646 vzoriek aktívnej kolekcie a 784 vzoriek základnej kolekcie.

V rámci riešenia problematiky zberu genetických zdrojov bolo doteraz zorganizovaných viac ako 42 zberových expedícií kde sa získalo takmer 6 500 vzoriek GZR.

V rámci propagácie významu ochrany genetických zdrojov rastlín je vydávaný informačný spravodajca Genofond, jeho posledné 13 číslo bolo vydané v roku 2009. V tomto spravodajcovi, ktorý je umiestnený na www.cvrv.sk sú publikované príspevky z aktivít riešiteľských pracovísk Národného programu, správy zo zberových expedícií, informácie zo zahraničných konferencií a podobne. Pravidelne je aktualizovaná listovka pod názvom „*Génová banka SR Piešťany*“ a vydávaná v počte 400 ks v slovenskom jazyku a 200 ks v anglickom jazyku. Listovka je určená pre odbornú verejnosť pre propagáciu významu uchovávaní semien genetických zdrojov v génovej banke a pre zdôraznenie významu ochrany GZR na Slovensku i v zahraničí.

Rok 2009 bol i posledným rokom platnosti Národného programu, preto v druhej polovici roka bol pripravený, pripomienkovaný členmi predsedníctva Rady genetických zdrojov a v k novembri 2009 bol schválený vo vedení ministra pôdohospodárstva nový Národný program na roky 2010 až 2014. Tento bol uverejnený vo Vestníku MP SR čiastka 24, číslo 66 zo dňa 23. novembra 2009 a stal sa záväzným pre plnenie pre všetky jeho riešiteľské pracoviská.

Pravidelne zasadá i Rada genetických zdrojov rastlín ako poradný orgán Národného programu. Na zasadnutiach bývajú sú okrem správy za riešenie Národného programu na CVRV Piešťany prednesené i záverečné správy za riešiteľské pracoviská. V správach zodpovední riešitelia prezentujú súčasnú situáciu s riešenými kolekciami, výsledky hodnotenia daných GZR a návrhy riešenia do budúcnosti.

V rámci medzinárodných aktivít kurátori kolekcii sa zúčastňujú na zasadnutiach pracovných skupín ECPGR. V roku 2009 sa konalo v marci v Turecku zasadnutie pracovnej siete Cereales (WG Wheat, Barley a Oat), v júni sa v Prahe konalo zasadnutie zodpovedných riešiteľov pre databázy a EURISCO.

Slovenská republika ako členská krajina Bioversity International plní všetky stanovené povinnosti a úlohy vyplývajúce zo zasadnutia Riadiaceho výboru. Je členom VIII. fáze ECPGR (Európsky kooperatívny program pre rastlinné genetické zdroje) od februára 2009, a zároveň bol na päť rokov menovaný národný koordinátor pre GZR doc. Ing. Daniela Benediková, PhD. V júni 2009 pristúpila SR aj k Európskemu integrovanému systému génových bánk (AEGIS) opäť podpísaním prístupovej zmluvy na úrovni ministra pôdohospodárstva.

Národná koordinátorka sa zúčastňuje zasadnutí pracovnej podskupiny výboru Európskej komisie pre uchovanie, hodnotenie, zber a využitie GZR v Bruseli, Riadiaceho výboru Medzinárodnej zmluvy, zasadnutí Komisie FAO pre genetické zdroje v Ríme a ďalších aktivít vyplývajúcich z členstva v medzinárodných organizáciách

Ostatné riešiteľské pracoviská Národného programu sa podieľali na riešení úlohy odbornej pomoci pre MP SR pod názvom „**Zachovanie a starostlivosť o genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo na riešiteľských pracoviskách Národného programu ochrany genetických zdrojov rastlín**“.

Niektoré problematiky riešiteľských pracovísk Národného programu boli riešené a financované i z iných podporných titulov MP SR, ako je napríklad výnos MP SR č.2066-2006-100 na všeobecne prospešné aktivity, kde bola pridelená podpora pre riešiteľské pracovisko SPU Nitra - Asociácia hľuzovkárov Slovenska na aktivity súvisiace s uchovaním hypogeických húb – hľuzoviek pod názvom „**Inventarizačný výskum a uchovanie hľuzoviek**“ kde koordinátorom projektu bol Ing. J. Gažo, PhD.

Záver

Možno konštatovať, že úlohy Národného programu sa plnia v zmysle zákona NR SR č. 215/2001, Z.z. a Vyhlášky MP SR č. 283/2006 Z.z.

Celkom v Národnom programe bolo k 31.12.2009 registrovaných 32 920 GZR v 181 kolekciách na 18 riešiteľských pracoviskách. V ex situ podmienkach v aktívnej kolekcii Génovej banky SR bolo uložených 15 138 GZR, v základnej kolekcii 3 421 GZR. Bezpečnostná kolekcia SR v celkovom počte 3 261 GZR je uložená v Českej republike. V in situ je uchovávaná 1 populácia v CHKO Latorica, v *in vitro* 2 kolekcie (1 030 GZ ľuľok zemiakový a 91 GZ chmeľ obyčajný). V *on farm* podmienkach evidujeme 6 repositórií na ploche 52 ha sadov.

Pre ďalšie obdobie je pripravený novelizovaný Národný program na roky 2010 až 2014.

Pod'akovanie: Ďakujem touto cestou všetkým spolupracovníkom, ktorí sa podieľali na riešení problematiky GZR: Ing., Benková M. PhD., Ing. Čičová I., Ing. Daniel J., Ing. Danilovič M., PhD., Ing. Drobná J. PhD., Ing. Dvončová D., RNDr. Faragó J. CSc., Ing. Fejér J. PhD., Ing. Hauptvogel P. PhD., Hauptvogel R. Ing., Hozlár P. Ing. PhD., Ivasiuková N. Ing. Martincová J., Ing. Matušková K. Ing. Medvecký M., Ing. Mendel L. Ing. PhD. Ondrášek L. RNDr., CSc. Pavlišinová A., Ing. Šudyová, V. Ing., CSc. Žáková M. RNDr. CSc.

Táto práca vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Transfer, využitie a diseminácia výsledkov výskumu genofondu rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (ITMS: 26220220058), spolufinancované zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Literatúra

BENEDIKOVÁ, D. – ČIČOVÁ, I. – BENKOVÁ, M. – HAUPTVOGEL, P. – HAUPTVOGEL, R. – MENDEL, L. – DROBNÁ, J. – ANTALÍKOVÁ G. Zhromažďovanie, hodnotenie a uchovávanie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo. Záverečná správa CVRV Piešťany, 2010, 152 s.

Zákon NR SR č. 215/2001 Z.z. o ochrane genetických zdrojov rastlín, Zbierka zákonov 2001

Vyhláška MP SR č.283/2006 Z.z. z 3. mája 2006, ktorou sa vykonáva zákon o ochrane GZR pre výživu a poľnohospodárstvo. Vestník MP SR 2006.

Medzinárodná zmluva o rastlinných genetických zdrojoch pre výživu a poľnohospodárstvo, Rím 2004.

Adresa autora:

doc. Ing. Daniela Benediková, PhD. Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, benedikova@vurv.sk

Prílohy:

Tabuľka 1: Koordinačné pracovisko a riešiteľské pracoviská evidované v Národnom programe v rokoch 2005 až 2009

Por. číslo	Organizácia	Hlavná aktivita
1.	CVRV- Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany	Kordinácia Národného programu, Génová banka SR, uchovávanie kolekcí obilniny, strukoviny, krmoviny, ovocné druhy, olejiny, trávy, liečivé rastliny a iné
2.	CVRV-VÚRV- VŠS Malý Šariš	
3.	CVRV-VÚRV VŠS Vígľaš-Pstruša	
4.	CVRV-VÚA Michalovce	
5.	CVRV-VÚTPHP Banská Bystrica	
6.	Výskumný a šľachtiteľský ústav zemiakársky a.s. Veľká Lomnica	uchovávanie kolekcie ľuľka zemiakového
7.	Výskumná a šľachtiteľská stanica spol. s r.o. Veselé	uchovávanie kolekcie ovocných druhov
8.	Šľachtiteľská stanica a.s. Levočské Lúky	uchovávanie kolekcie tráv
9.	Výskumný ústav ovocných a okrasných drevín a.s. Bojnice	uchovávanie kolekcie ovocných druhov
10.	GERANIUM, spol. s r.o. Vrbové	uchovávanie kolekcie kvetín
11.	VŠSVV, a.s. Modra	uchovávanie kolekcie viniča hroznorodého
12.	LESTRA & CO spol. s r.o. Nesvady	uchovávanie kolekcie zelenín
13.	ZELSEED, spol. s r.o. Horná Potôň	uchovávanie a regenerácia kolekcie zeleniny
14.	SELEKT, VŠÚ, a.s. Bučany	uchovávanie a regenerácia kolekcie repy
15.	SPU Nitra- Katedra genetiky a šľachtenia, Inštitút ochrany biodiverzity, Botanická záhrada	výučba ochrany biodiverzity, poradenstvo, uchovávanie kolekcie okrasných rastlín, hľuzovky
16.	SHR Kvetková, Kornus, Revúca	rezpozitóriium kolekcie ovocných druhov
17.	SHR Michal Husák, Sebechleby	rezpozitóriium kolekcie ovocných druhov
18.	KOR JK, s. r.o., Krupina	rezpozitóriium kolekcie ovocných druhov
19.	Pasienková spoločnosť Borov, spol s r. o. Michalovce	rezpozitóriium kolekcie ovocných druhov
20.	SHR Juraj Dolník, Bošáca	rezpozitóriium kolekcie ovocných druhov
21.	Galafruit & CO, s. r.o. , Malá Tŕňa	rezpozitóriium kolekcie viniča hroznorodého
22.	Zväz výrobcov hrozna a vína na Slovensku Bratislava	uchovávanie kolekcie viniča hroznorodého
23.	ÚKSÚP Bratislava	uchovávanie kolekcie ovocných druhov vyšľachtených na Slovensku
24.	Obecný úrad Bacúch	rezpozitóriium kolekcie ovocných druhov

**REGIONÁLNA VÝMENA A TVORBA POLITIKY PRE OCHRANU A
HODNOTENIE BIODIVERZITY V EURÓPE VYJADRENÁ V PROJEKTE
REVERSE
REGIONAL EXCHANGES AND POLICY MAKING FOR PROTECTING AND
VALORIZING BIODIVERSITY IN EUROPE EXPRESSED IN THE REVERSE
PROJECT**

Daniela BENEDIKOVÁ – Iveta ČIČOVÁ – Michaela BENKOVÁ

Ecosystems have gradually been converted through the expansion of human activities and the introduction/invasion of new species. As a result, species and genetic diversity have declined. Regional and local authorities can organise land planning and regulate human activities in order to preserve biodiversity (natural area protection, greens corridors, conservation and valorisation of species and varieties,...).

REVERSE aims to improve, by means of interregional cooperation, the effectiveness of regional development policies in the area of biodiversity conservation and valorisation, in order to REVERSE biodiversity loss on their territories.

Partners will exchange experiences and knowledge on biodiversity conservation and valorisation measures. Project's activities will focus on identifying the best good practices in each partner's territory, which will then be presented during site visits and interregional seminars, in the field of land planning and natural heritage conservation measures, of uses of biodiversity for adapting to climate change, and of sustainable management of biodiversity. Identified good practices will be made available for transfer to other regional and local authorities through a good practice guide, presenting appropriate themes, territories, partners, indicators for biodiversity conservation across Europe.

Specific recommendations and an action plan for reversing biodiversity loss will enable to transfer the project's results into regional policies. Result dissemination to general public and policy makers will contribute to create an interregional network for conserving and valorising biodiversity, open to non partner stakeholders.

Project participants: tThe Leader partner - the Regional Council of Aquitaine (Fr) and other 14 partners from 8 countries. Slovak representative will be the Plant Production Research centre Piešťany.

Key words: biodiversity evaluation, biodiversity conservation, regional development,

Úvod

Program INTERREG IVC spája regionálne a miestne orgány z rôznych krajín pri práci na spoločných projektoch čím umožňuje medziregionálnu spoluprácu na obdobie rokov 2007 – 2013. Nakoľko skúsenosti z programového obdobia 2000-2006 boli pozitívne v tom zmysle, že dokázali spojiť mnohých aktérov z celej EÚ pri riešení rôznych otázok vyvstala potreba kontinuity medziregionálnej spolupráce pre obdobie rokov 2007 – 2013.

Program INTERREG IVC je súčasťou cieľa Európskej teritoriálnej spolupráce v rámci Štrukturálnych fondov EÚ pre programové obdobie 2007–2013. Celkovým cieľom programu INTERREG IVC je zvýšenie efektívnosti politík regionálneho rozvoja v oblasti inovácií, znalostnej ekonomiky, životného prostredia a prevencie pred nebezpečenstvami, ako aj prispieť k ekonomickej modernizácii a zvýšeniu konkurencie schopnosti Európy.

Činnosti navrhované projektmi programu INTERREG IVC musia byť organizované logicky v určitom počte komponentov, ktoré sú zamerané na implementáciu (napr. „manažment a koordinácia“, „komunikácia a rozširovanie“) alebo zamerané na obsah (napr. „výmena skúseností“).

Slovenským partnerom schváleného projektu regionálnej iniciatívy INTERREG IV C pod názvom REVERSE - Regionálna výmena a tvorba politiky pre ochranu a hodnotenie biodiverzity v Európe je Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany.

Prirodzené ekosystémy sa postupne menia kvôli rozšíreniu ľudských aktivít a invázii nových druhov. To zapríčiňuje, že genetická a druhová rozmanitosť je na ústupe. Zmyslom projektu REVERSE je v oblasti konzervácie a zachovania biodiverzity, zvrátiť túto stratu, a to cez medziregionálnu spoluprácu a cez zvýšenie efektivity politík regionálneho rozvoja.

Materiál a metódy

Projekt REVERSE je medzinárodným projektom iniciatívy INTERREG IVC s 15 partnermi z ôsmich krajín Európy: Nemecko, Taliansko, Slovensko, Estónsko, Bulharsko, Grécko, Francúzsko, Španielsko. Vedúcim partnerom je Regional Council of Aquitaine z Francúzska, hlavnou koordinátorkou projektu je Camille Massol. Doba riešenia je od 1. 1.2010 do 31.12.2012. Vedúci partner v priebehu riešenia spolu s ostatnými partnermi majú za úlohu spolupracovať a poskytnúť osvedčené postupy a odporúčania pre zvrátenie straty biodiverzity. Za Slovenskú republiku sa na riešení podieľa CVRV Piešťany, Génová banka SR, koordinátor projektu doc. Ing.Daniela Benediková, PhD.. Financovanie projektu je zabezpečené z Európskeho regionálneho a rozvojového fondu (ERDF). Finančné prostriedky zatiaľ predbežne pridelené na riešenie projektu: 106 136 Euro z toho vlastné zdroje 15 920,40 Euro.

Hlavným cieľom projektu REVERSE je vďaka medziregionálnej spolupráci zvýšiť efektívnosť politík regionálneho rozvoja v oblasti ochrany biodiverzity. Zníženie straty biodiverzity napomôže k zachovaniu

prírodného dedičstva európskych regiónov. Predovšetkým v nových členských krajinách existujú veľké medzery v implementácii programu prírodnej konzervácie. Preto bude menej skúseným regiónom ponúknutá spolupráca s viac pokročilými regiónmi. Jedným z hlavných cieľov je tiež identifikovať regionálne postupy (metodológie, projekty, procesy, techniky), ktoré sa ukázali ako úspešné a majú potenciál byť prenesené do rôznych geografických oblastí. Tam kde to bude možné, tieto dobré postupy budú prenesené a aplikované do tvorenia regionálnej politiky jednotlivých partnerov.

Riešenie bude prebiehať v rámci troch komponentov z ktorých sa očakávajú výsledky a úspešná implementácia projektových aktivít bez žiadnych konfliktov. Riešenie projektu sa bude vyhodnocovať priebežne po polrokoch riešenia. Na záver bude pripravená záverečná správa.

Výsledky a diskusia

Doba riešenie projektu je 1.1.2010 až 31.12. 2012, z toho dôvodu uvedieme len niektoré vybrané výsledky a výstupy projektu, ktoré sú plánované. Riešenie bude prebiehať v rámci troch komponentov: manažment a koordinácia, komunikácia a šírenie výsledkov a výmena skúseností a tvorba politik. V rámci aktivít manažmentu a koordinácie už bola podpísaná partnerská zmluva, a bolo zorganizované prvé zasadnutia riadiaceho výboru. Riešitelia priebežne riešia plánovanú problematiku a získavajú podklady pre spracovanie polročných správ za projekt. V rámci komunikácie a šírenie výsledkov pripravuje sa úvodná konferencia kde budú jednotliví partneri prezentovať svoje riešenia. Hmatateľným výstupom celého projektu okrem iného bude organizovanie pracovných seminárov(6), konferencií (2), vydávanie spravodajcov (6) organizovanie ďalších akcií pre verejnosť ako sú výstavy, dni otvorených dverí, tlačové konferencie a iné. Samostatným výstupom budú webové stránky každého účastníka, kde sa budú priebežne prezentovať akcie a výstupy projektu. Zvýšená pozornosť bude venovaná základným a stredným školám, kde sa bude prednáškovou formou prezentovať výchova v ochrane biodiverzity.

V poslednom komponente budú na medzinárodnej úrovni vymieňané skúsenosti a praktické ukážky pomoci pre aktivity týkajúce sa ochrany biodiverzity a jej hodnotenia ako je vplyv agroturistiky, priemyslu na biodiverzitu, ochrana proti rizikám spôsobujúcim napr. záplavy či znečisťovanie pôdy a vody a podobne. Z celého projektu bude vypracovaný Európsky akčný plán ochrany biodiverzity v daných regiónoch ,kde budú identifikované dobré skúsenosti daných regiónov. Dosiahnuté výsledky sa budú implementovať cez média (tlačové konferencie, správy v TV a pod. Očakáva sa zníženie ohrozenia a straty biodiverzity po ukončení riešenia projektu

Záver

I napriek tomu, že projekt REVERSE sa začal riešiť 1.1.2010 zorganizovali sme už niekoľko akcií na ktorých boli prezentované problematiky ochrany a zníženia straty biodiverzity v našom regióne. Pre ďalšie riešenie je rozpracovaná problematika so základnými školami, obcami trenčianskeho regiónu a ďalšími zodpovednými subjektami za ochranu biodiverzity.

Pod'akovanie: Táto práca bola umožnená prostredníctvom programu INTERREG IVC, je spolufinancovaná z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Literatúra

- SLÁDOK MARCEL A KOL. 2009: Program INTERREG IVC v rámci Cieľa Európska teritoriálna spolupráca, Interný manuál Ministerstva hospodárstva SR, 238 s.
REVERSE guidelines: Regional exchanges and policy making for protecting and valorizing biodiversity in Europe. Created by FRONTALIZA, February 2010 France,49 p.

Adresa autorov:

doc. Ing.Daniela Benediková,PhD. Ing. Iveta Čičová, Ing.Michaela Benková,PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany

MONITORING ŽIVOTASCHOPNOSTI SEMIEN GENETICKÝCH ZDROJOV RASTLÍN DLHODOBO UCHOVÁVANÝCH PRI +4 °C SEED'S VIABILITY OF LONG TERM STORED SELECTED PLANT SPECIES AT +4 °C

Michaela BENKOVÁ – Pavol HAUPTVOGEL – Daniela BENEDIKOVÁ – Mária ŽÁKOVÁ

*The seed germination (%) of seven species (*Triticum aestivum* L., *Hordeum vulgare* L., *Pisum sativum* L., *Papaver somniferum* L., *Linum usitatissimum* L., *Lycopersicon esculentum* MILL. and *Zea mays* L.) with different accession numbers was tested after five and ten years storage. Genetic resources were stored in the Gene bank of Slovak republic in an active collection at +4 °C. Viability of the same accessions was monitored after five and ten years of storage by conducting germination test on a fixed sample. From these results the mean of percentage germination was calculated. The Paired T-test was carried out using the SPSS 8.1 for Windows. The differences of results were obtained. Using the Paired T-test statistically significant differences of seed germination values between five and ten years storage at +4 °C were found in the species *Hordeum vulgare* L. ($P < 0.01$) and *Papaver somniferum* L. ($P < 0.05$).*

*We detected germinability changes in comparison with initial value. The reduced germination of stored seeds after five and ten year's storage was recorded in the species *Triticum aestivum* L., *Linum usitatissimum* L. and *Lycopersicon esculentum* Mill. and markedly in the species *Papaver somniferum* L.. The increase of seed germination after five years storage at +4 °C showed species *Pisum sativum* L. and less species *Zea mays* L. We detected minimum changes in comparison with initial germinability at the monitored species *Hordeum vulgare* L., *Triticum aestivum* L. and *Zea mays* L. According to the biological status of selected genetic resources we detected minimum changes in comparison with initial germinability, except some accessions of the landraces and breeders lines in the species *Papaver somniferum* which indicated increased germination after ten years storage at +4 °C more than 4.75 %.*

The results obtained from the monitoring tests of selected plant species indicate that the storage condition at +4 °C did not decrease average germinative activity of the species under their critical value after five and ten year's storage. The variations in germinability rate are probably caused by genotypes characteristics or by climatic conditions during the harvest before storing. The purpose of the present work was to detect the effect of seed conservation at +4 °C and compare the variation in seed longevity between selected plant species and according to the biological status.

Key words: genebank, germination, long term storage, viability

Úvod

Génová banka SR vykonáva svoju činnosť strednodobého a dlhodobého uchovávaní genetických zdrojov rastlín v životaschopnom stave od roku 1997. Genetické zdroje sú uchovávané dlhodobo pri -18 °C v základnej kolekcii a pri +4 °C v aktívnej kolekcii. Skladovanie vysušených semien pri nízkej teplote je hlavná *ex situ* konzervačná metóda využívaná v génových bankách. Semená pred uložením do chladu musia byť vysušené na 3–8 vlhkosť, aby sa pri dlhodobom skladovaní v nízkych teplotách predišlo k poškodeniu semena. V aktívnej kolekcii sú uskladnené duplicitne semenné vzorky, ktoré sú v základnej kolekcii, avšak táto slúži pre distribúciu semena záujemcom z radov šľachtiteľov a výskumníkov (Ellis et al. 1985, FAO 1997). Semená genetických zdrojov sú v nej uchovávané tak dlho, pokiaľ sa nevyčerpá ich zásoba alebo neklesne ich klíčivosť. V súčasnosti je v aktívnej kolekcii pri teplote +4 °C uchovávaných viac ako 15 000 položiek genetických zdrojov rastlín. Životnosť uchovávaných semenných vzoriek je ovplyvňovaná viacerými faktormi, ako sú klimatické podmienky počas vegetačnej doby rastlín a počas zberu, pôvod rastliny, proces pri sušení semennej vzorky, transport a ošetrovanie vzorky pred uložením do chladiacich boxov v génovej banke (FAO 1994). Je to len posledných 17 rokov, čo niekoľkí autori (Ellis et al. 1993, Grzelak et al. 1994, Stanwood a Sowa 1995) prispeli pozoruhodnými údajmi o životnosti semien po rôznej dobe uskladnenia.

Medzi činnosti génovej banky okrem uchovávaní a distribúcií genetických zdrojov rastlín patrí aj monitoring semien, kontrola klíčivosti, resp. životaschopnosti v aktívnej a základnej kolekcii (FAO 1994, 1997). Podľa Hamiltona a Chorltona (1997) je potrebné robiť v génovej banke v aktívnej kolekcii monitoring klíčivosti každých 5 rokoch. Pri poklese klíčivosti pod II. triedu akosti osiva daného druhu sú semená regenerované. Nakoľko regenerácia je v mnohých prípadoch veľmi náročná, finančne nákladná, treba striktno dodržiavať podmienky zabezpečujúce kvalitu semena určeného na uskladnenie. Negatívnou stránkou monitoringu však je, že pri ňom dochádza k redukcii uchovávaného materiálu (Pita et al. 1999).

Cieľom výskumu bolo zistiť účinnosť uchovávaní semenných vzoriek pri +4 °C a zistiť vplyv dlhodobého skladovania na životnosť semien vybraných rastlinných druhov, ako aj v rámci druhu na základe charakteru genetického zdroja.

Materiál a metódy

Monitoring klíčivosti bol robený pri siedmich druhoch (*Triticum aestivum* L., *Hordeum vulgare* L., *Pisum sativum* L., *Papaver somniferum* L., *Linum usitatissimum* L. and *Zea mays* L., *Lycopersicon escul.* MILL.) reprezentujúcich 252 položiek slovenského, československého a zahraničného pôvodu. Vzorky boli uchovávané 5 až 10 rokoch v sklenných kontajneroch s twist uzáverom, v ktorých bol umiestnený silikagel

na udržanie vzorky v suchom stave (4–8 %). Test klíčivosti závisel od druhu vzorky a bol robený tak, ako vstupný test klíčivosti, podľa noriem ISTA, AOSTA a STN 46 0610 (Ellis 1985). Na test klíčivosti bolo z každej vzorky odobratých 2 x 100 semien. Na klíčenie boli používané rastové komory WTB BINDER 240 l, 720 l, filtračný papier, petriho misky. Vzorky hrachu (*Pisum sativum* L.), fazule (*Phaseolus vulgaris* L.) a kukurice (*Zea mays* L.) boli ukladané medzi dva navlhčené filtračné papiere, ktoré sa zrolovali a vložili do mikroténového vrečka. Vzorky maku (*Papaver somniferum* L.), a ľanu (*Linum usitatissimum* L.) boli uložené na vlhký filtračný papier do petriho misiek a umiestené do rastovej komory, s odporúčanou teplotou pre konkrétny druh. Semená obilnín, druhov *Triticum aestivum* L., *Hordeum vulgare* L. boli uložené medzi dva navlhčené filtračné papiere a vložené do plastových priesvitných nádob. Po 4–10 dňoch (v závislosti od druhu) sme kontrolovali vyklíčené semená. Priemer \pm smerodajná odchýlka bol vypočítaný z dvoch opakovaní. Hodnoty klíčivosti boli spracované štatistickým párovým *T-testom* použitím SPSS 8.1 pre Windows (SPSS 1998).

Výsledky a diskusia

Porovnanie klíčivosti semenných druhov po 5 a 10 rokoch

Aby sme mohli porovnať životaschopnosť uchovávaných semenných vzoriek po 5 a 10 rokoch pri +4 °C v aktívnej kolekcii, boli vybrané na monitoring po 10 rokoch uchovávanía genotypy, ktoré boli monitorované už pred piatimi rokmi (tab.1).

Pomocou párového *T-testu* sme porovnávali priemernú klíčivosť semien vybraných druhov po 5 a 10 rokoch uskladnenia. Zaznamenali sme štatisticky vysokopreukazný rozdiel medzi klíčivosťou po 5 a 10 rokoch uchovania pri druhu *Hordeum vulgare* L. ($P<0.01$) a preukazný rozdiel pri druhu *Papaver somniferum* L. ($P<0.05$). Pri oboch skúmaných druhoch bola klíčivosť po 10 rokoch uchovania pri +4 °C vyššia, v porovnaní s 5 ročným uchovaním. Pri druhu *Hordeum vulgare* L. to bolo zvýšenie o 2,32 % a pri druhu *Papaver somniferum* L. to bolo zvýšenie až o 3,32 %. Mierne zvýšenie klíčivosti po 10 ročnom uchovaní v porovnaní s 5 ročným uchovaním sme zaznamenali aj pri druhu *Lycopersicon esculentum* L. o 1,26 %. Naopak zníženie klíčivosti po 10 ročnom uchovaní v porovnaní s klíčivosťou po 5 rokoch uchovania sme zaznamenali pri druhoch *Triticum aestivum* L. o 0,77 % a *Zea mays* L. o 2,0 %.

Druhy *Linum usitatissimum* L. a *Pisum sativum* L. mali takmer identickú priemernú klíčivosť po 5 aj 10 rokoch uchovania pri +4 °C. Ďalej sme porovnávali klíčivosť po uložení (5, 10 rokov) semenných vzoriek so vstupnou klíčivosťou. Zaznamenali sme rôzne reakcie rastlinných druhov na uchovanie pri teplote +4 °C pri odlišnej dĺžke uskladnenia. Klíčivosť jednotlivých druhov sa menila rôznym spôsobom. Pri niektorých druhoch sa počiatočná klíčivosť viac alebo menej znížila, pri niektorých zostala nezmenená a pri ostatných došlo dokonca k zvýšeniu klíčivosti.

Tabuľka 1: Klíčivosť (mean \pm standard deviation) vybraných druhov rastlín po 5 a 10 rokoch skladovania pri +4 °C v %

Druh	Vstupná klíčivosť v %	Kritická klíčivosť v %	Klíčivosť po 5 rokoch uskladnenia v %	Klíčivosť po 10 rokoch uskladnenia v %	Párový T-test medzi 5-10 rokmi
<i>Triticum aestivum</i> L.	99,61 \pm 0,11	88	98,61 \pm 0,11	97,84 \pm 0,27	NS
<i>Hordeum vulgare</i> L.	97,17 \pm 0,40	88	95,01 \pm 0,54	97,33 \pm 0,50	**
<i>Pisum sativum</i> L.	94,33 \pm 1,66	80	99,67 \pm 0,19	99,39 \pm 0,18	NS
<i>Papaver somniferum</i> L.	99,00 \pm 0,17	80	90,40 \pm 0,99	93,72 \pm 1,00	*
<i>Linum usitatissimum</i> L.	99,10 \pm 0,24	80	96,20 \pm 1,07	96,80 \pm 0,72	NS
<i>Lycopersicon escul.</i> MILL.	95,46 \pm 0,56	75	91,78 \pm 1,63	93,04 \pm 1,30	NS
<i>Zea mays</i> L.	95,6 \pm 0,94	85	96,5 \pm 0,85	94,5 \pm 2,31	NS

** $P<0.01$; * $P<0.05$, NS - not significant difference

Pokles priemernej klíčivosti (tab. 1) v rámci druhu v porovnaní so vstupnou klíčivosťou sme zaznamenali pri druhoch *Lycopersicon esculentum* MILL., po 5 rokoch skladovania o 3,68 % a po 10 rokoch o 2,42 %. Pri druhu *Linum usitatissimum* L. to bolo zníženie o 2,9 % po 5 rokoch a 2,3 % po 10 rokoch. Najmarkantnejšie zníženie klíčivosti v porovnaní so vstupnou klíčivosťou sme zaznamenali pri druhu *Papaver somniferum* L., ktorého priemerná klíčivosť sa znížila po 5 rokoch uchovania o 8,6 %, avšak po 10 rokoch to bolo už len o 5,28 %. Tento druh z analyzovaných druhov najcitlivejšie reagoval na 5 a 10 ročné uchovávanie pri +4 °C, čoho výsledkom bol pokles klíčivosti, ktorý však nedosiahol kritickú hodnotu. Podobné výsledky straty klíčivosti zaznamenal Specht et al. (1997) podľa ktorého je pri takýchto druhoch

vhodnejšie uchovávanie pri teplote -15 až -18 °C. Všetky tri sledované druhy mali vyššiu klíčivosť pri monitoringu po 10 rokoch uloženia pri teplote +4 °C.

Podľa Spechta (1997) skladovacia teplota od 0 °C je vhodná na uchovávanie obilnín, hlavne jačmeňa a pšenice. Steiner a Ruckenbauer (1995) zistili vysokú 90 % životnosť a 81 % klíčivosť semien druhu *Hordeum vulgare* L. a *Avena* L., uchovávaných 110 rokov pri skladovacej teplote 10 a 15 °C, pri vlhkosti semien 3,12 %. V našom experimente reagovala pšenica len miernym znížením klíčivosti o 1 % po 5 rokoch a o 1,77 % po 10 rokoch uchovania. Semenné vzorky druhu *Hordeum vulgare* L. znížili klíčivosť v porovnaní so vstupnou klíčivosťou po 5 rokoch uchovania o 2,16 %, avšak po 10 rokoch uchovania mali už klíčivosť na úrovni vstupnej klíčivosti (tab. 1). Pri druhu *Pisum sativum* L. sa klíčivosť po 5 rokoch uchovania pri +4 °C dokonca zvýšila o 5,34 % a po 10 rokoch o 5,06 %. Ruiz (1999) zistil vysoko preukazné zvýšenie klíčivosti semien druhov *Pisum sativum* L. a *Papaver somniferum* L. po 10 ročnom uskladnení. Toto zistenie sa nám však nepotvrdilo pri druhu *Papaver somniferum* L. Podľa viacerých autorov, napr. Pita (2005), Ruiz (1999) je zvýšená klíčivosť niektorých druhov spôsobená prerušenou dormanciou po jednom až dvoch rokoch uskladnenia. Slabé zvýšenie klíčivosti semenných vzoriek po uskladnení potvrdzujú aj Specht (1997) a Bornet (1998), ktorí tento jav vysvetľujú tým, že iniciálna klíčivosť bola negatívne ovplyvnená dormanciou.

Odlišnú reakciu na skladovanie semien pri +4 °C sme zaznamenali pri druhu *Zea mays* L. Priemerná klíčivosť po 5 rokoch uchovania pri +4 °C sa udržala, dokonca sa mierne zvýšila o 0,9 %, avšak po 10 rokoch uskladnenia bola už znížená o 1,1 %.

V rámci druhu sme porovnávaním vplyvu dĺžky uskladnenia (5 a 10 rokov) na klíčivosť jednotlivých genotypov zaznamenali len mierne zmeny až na pár výnimiek, pri ktorých klíčivosť poklesla pod kritickú hodnotu, čo môžeme prisúdiť vplyvu genotypovej vlastnosti, respektíve vplyvu klimatických podmienok pri zbere semennej vzorky pred uložením. Životaschopnosť podľa Pita (2005) a Walsh (2003) môže byť znížená vplyvom podmienok skladovania, alebo kvality uloženého semena, avšak závisí od rastlinného druhu uskladneného semena. Na základe tohto sa musia údaje klíčivosti študovať oddelene.

Zmeny klíčivosti v rámci charakteru genotypu

Aby sme zistili ako vplývalo dlhodobé skladovanie (10 rokov pri +4 °C) na klíčivosť genotypu z pohľadu jeho charakteru, rozdelili sme jednotlivé genotypy na základe ich charakteru na šľachtiteľské línie, odrody a krajové odrody, resp. krajové populácie (tab. 2). Vyhodnotením sme zistili, že preukazné rozdiely medzi klíčivosťou iniciálnou a klíčivosťou po 10 rokoch uloženia boli v rámci druhu *Triticum aestivum* L. pri šľachtiteľských líniiach a odrodách. V rámci *Hordeum vulgare* L. formy jarnej sme zistili vysoko preukazné rozdiely v klíčivosti pri odrodách. V rámci druhu *Papaver somniferum* L. boli preukazné rozdiely pri šľachtiteľských líniiach a krajových odrodách a v druhu *Zea mays* L. pri krajových odrodách. Teplota +4 °C bola účinná pre uchovávanie všetkých sledovaných druhov a ani v rámci skúmaného charakteru genetického zdroja neklesla klíčivosť pod kritickú hodnotu.

Pri sledovaných druhoch, rozdelených podľa charakteru genotypu sme zaznamenali mierny pokles klíčivosti po 10 rokoch skladovania v porovnaní so vstupnou klíčivosťou pri odrodách všetkých sledovaných druhov. Pri šľachtiteľských líniiach druhov *Triticum aestivum* L. a *Zea mays* L. bol zaznamenaný pokles klíčivosti semien, ale pri druhoch *Hordeum vulgare* L. a *Papaver somniferum* L. sme zaznamenali mierny nárast klíčivosti. Pri krajových odrodách druhov *Zea mays* L. a *Papaver somniferum* L. sme zaznamenali nárast klíčivosti po 10 ročnom uchovávaní pri +4 °C, dokonca pri druhu *Papaver somniferum* L. až o 4,75 %.

Tabuľka 2: Klíčivosť (priemerné hodnoty a smerodajná odchýlka klíčivosti) vybraných druhov rozdelených podľa charakteru genotypov po 10 rokoch skladovania pri +4 °C v %

Druh/ Typ genotypu	Vstupná klíčivosť v %	Kritická klíčivosť v %	Klíčivosť po 10 rokoch uskladnenia v %	Párový T-test
<i>Triticum aestivum</i> L.				
šľachtiteľské línie	99,65±1,19	88	98,41±0,33	*
odrody	99,17±0,24	88	97,48±0,71	*
<i>Hordeum vulgare</i> L. (winter)				
šľachtiteľské línie	97,08±0,83	88	98,92±0,20	NS
odrody	98,63±0,24	88	98,44±0,31	NS
<i>Hordeum vulgare</i> L. (spring)				
šľachtiteľské línie	96,09±1,23	88	97,5±0,61	NS
odrody	98,59±0,20	88	97,44±0,21	**
<i>Zea mays</i> L.				
šľachtiteľské línie	97,05±0,64	85	95,68±1,0	NS
krajové odrody	94,71±0,79	85	95,63±0,57	*

Druh/ Typ genotypu	Vstupná klíčivosť v %	Kritická klíčivosť v %	Klíčivosť po 10 rokoch uskladnenia v %	Párový T-test
<i>Papaver somniferum</i> L.				
šľachtiteľské línie	89,46±1,34	80	94,46±0,84	*
krajové odrody	91,25±2,27	80	96,00±0,48	*
odrody	94,42±1,36	80	91,25±2,59	NS

** $P < 0.01$; * $P < 0.05$, NS -nepreukazné

Záver

Výsledky testovania ukázali, že dĺžka skladovania (5 až 10 rokov) semenných vzoriek sledovaných druhov v aktívnej kolekcii pri teplote +4 °C neznižila klíčivosť semenných vzoriek pod kritickú hodnotu. Pre väčšinu genotypov sledovaných druhov je spôsob a podmienky uchovania v génovej banke účinný a vyhovujúci.

Pokles priemernej klíčivosti v rámci druhu v porovnaní so vstupnou klíčivosťou sme zaznamenali pri druhoch *Lycopersicon esculentum* MILL., *Linum usitatissimum* L. a najvýraznejšie pri druhu *Papaver somniferum* L. Semenné vzorky tohto druhu najcitlivejšie reagovali na 5 a 10 ročné uchovávanie pri +4 °C redukciami klíčivosti od 5,28 % až do 8,6 %. Najlepšie výsledky klíčivosti preukázali genotypy druhu *Pisum sativum* L., ktorých klíčivosť sa po 5 rokoch uchovania pri +4 °C dokonca zvýšila o 5,34 % a po 10 rokoch o 5,06 %.

Pri sledovaných druhoch, rozdelených podľa charakteru genotypu sme zaznamenali len mierny pokles alebo nárast klíčivosti po 10 rokoch skladovania v porovnaní so vstupnou klíčivosťou. Krajové odrody si najlepšie uchovali svoju klíčivosť počas 10 ročného skladovania pri +4 °C, dokonca ich životaschopnosť sa zvýšila. Získané výsledky nám potvrdili, že zmeny v životnosti semien sú rozdielne v rámci druhu, genotypu, charakteru genotypu, ale aj v rámci uskladnených semenných vzoriek, ktoré sú ovplyvnené mnohými faktormi ešte pred dlhodobým uskladnením.

Pod'akovanie. Tato štúdia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Transfer, využitie a diseminácia výsledkov výskumu genofondu rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (ITMS: 26220220058), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- ELLIS, R.H. – HONG, T.D. – MARTIN, M.C. – PÉREZ-GARCIA, F. – GÓMEZ-CAMPO, C. (1993): The long-term storage of seeds of seventeen crucifers at very low moisture contents. In: *Plant Var. Seeds*, 1993, N. 6: pp. 75-81
- ELLIS, R. H. – ROBERTS, E.H. (1980): Improved equations for the prediction of seed longevity. *Ann. Bot.* 45, 13-30.
- ELLIS, R.H. – ROBERTS, E.H. (1980): Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany* 45: 13–40.
- ELLIS, R.H. – TONG, T.D. – ROBERTS, E.H. (1985): *Handbook of seed technology for genebanks. Volume 1. Principles and methodology*. Rome. International Board for Plant Genetic Resources.
- GRZELAK, K.M. – CZUBA, J. – BELOTTI, M. – TULO, M. – GORSKI, M. (1994): Viability of cereal seeds stored as germplasm in the Polish genebank. *Plant Genet. Resour. Newsletter*, 97: 21–29.
- FAO (1994): *Genebank Standards*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome : IPGRI. 1994, 13 p. ISBN-13 978-92-9043-236-4
- FAO (1997): Report of the technical meeting on the methodology of the world information and early warning system on plant genetic resources. Rome: IPGRI. 1997, 29 p.
- HAMILTON, N. R. S. – CHORLTON, K. H. (1997): Regeneration of accessions in seed collections in seed collections: a decision guide. Rome : IPGRI. 1997, 75 p. ISBN 92-9043-319-1
- PITA, J. M. – MARTINEZ-LABORDE, J.B. – ZAMBRANA, E. – DE LA CUARDA, C. (2005): Germinability of *Vicia sativa* L. seeds after 10 years of storage in a base collection. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52, 513-517.
- RUIZ, M. – MARTIN, I. – DE LA CUADRA, C. (1999): Cereal seed viability after 10 years of storage in active and base germplasm collections. *Field Crops Research* 64, 229–36.
- SPECHT, C. E. – BOERNER, A. (1997): An interim report on a long term storage experiment on rye (*Secale cereale* L.) under a range of temperatures and atmospheres
- SPECHT, C.E. – KELLER, E.R.J. – FREYTAG, U. – HAMMER, K. – BÖRNER, A. (1997): Survey of seed germinability after long term storage in the Gatersleben genebank. *Plant Genetic Resources Newsletter* 111: 64–68.
- SPSS, Inc. 1998 SPSS User's guide. USA, ISBN 0-13-688590-X.

- STEINER, A.M. –RUCKENBAUER, P. (1995): Germination of 110-year-old cereal and weed seeds, the Vienna sample of 1877. Verification of effective ultra-dry storage at ambient temperature. *Seed Sci. Res.* 5: 195–199.
- STANWOOD, P.C. – SOWA, S. (1995): Evaluation of *Alium cepa* L. seed after 10 years of storage at 5, -18°C and -196°C. *Crop Sci.*, 35: 852–856.
- WALSH D.G.F. – WALDRES, S. – MARTIN, J. R. (2003): Monitoring seed viability of fifteen species after storage in the Irish threatened plant genebank. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 103B, NO. 2, 59–67.

Adresa autorov:

Michaela BENKOVÁ, Pavol HAUPTVOGEL, Daniela BENEDIKOVÁ, Mária ŽÁKOVÁ
Plant Production Research Center Piešťany, Research Institute of Plant Production Piešťany, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, Slovak Republic. (corresponding author email: benkova@vurv.sk)

NAJVÝZNAMNEJŠIE LISTOVÉ OBLIGÁTNE PATOGÉNY PŠENICE THE MOST IMPORTANT LEAF OBLIGATE PATHOGENS OF WHEAT

Katarína BOJNANSKÁ – Štefan MASÁR

Resistance of 96 wheat genetic resources to powdery mildew and to leaf rust was observed in years 2007 – 2008. The evaluation was done at the field conditions. Just in all cases of wheat genetic resources the ranges of the attack of two selected obligate pathogens, powdery mildew and wheat leaf rust were evaluated by means of AUDPC values. The AUDPC values were statistically treated. Significant differences were found among the AUDPC values of genetic resources and of years of evaluation too. 21 powdery mildew AUDPC values and 66 leaf rust AUDPC values were lower than reference varieties. But the AUDPC values were not significantly lower in the comparing to AUDPC values of reference varieties. MV Suba, Hamac, MV Amanda, Galicia, MV Panna, MV Csardas a Capvern had adequate resistance against both pathogens.

Key words: wheat, powdery mildew, leaf rust, Blumeria graminis, Puccinia recondita, resistance

Úvod

Najvýznamnejšími obligátnymi patogénmi zelených častí pšenice sú *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* March. spôsobujúci múčnatku trávovú na pšenici a *Puccinia triticina* Eriks. spôsobujúci hrdzu pšenicovú. Ročne je okolo 6 miliónov ha zasiahnutých týmito patogénmi (www.agri.gov.cn). Straty na úrodách sa udávajú v rozmedzí 10 – 15 % niekedy až 25 %, pri napadnutí náchylných odrôd až 40 % (SATORRE, SLAFER, 2000; KOLMER, 1996). Patogén múčnatky trávovej môže významne znížiť výťažnosť múky a nepriaznivo vplyva aj iné parametre kvality zrna (PERUGINI et al. 2008). Využívaniu genetickej rezistencie odrôd sa venuje zvýšená pozornosť hlavne z aspektu ochrany biosféry, zníženiu obsahu cudzorodých látok v potravinách a v životnom prostredí. Odolnosť rastlín môže byť zabezpečená génmi veľkého účinku - špecifickými génmi rezistencie, ktoré majú väčšinou krátkodobú trvácnosť. Napriek svojej kratšej trvanlivosti patrí rezistencia podmienená špecifickými génmi zatiaľ medzi najpoužívanejšie typy rezistencie. V súčasnosti je známych 40 lokusov špecifických génov rezistencie voči múčnatke trávovej, *Pm1* – *Pm43*; špecifické gény *Pm18*, *Pm22* a *Pm23* boli identifikované ako allelické formy iných *Pm* génov (MCINTOSH et al., 2008; HE et al. 2009). Voči hrdzi pšenicovej je doteraz známych do 60 špecifických génov rezistencie (MARAIS et al., 2008).

Väčšina z génov rezistencie má expresiu počas celého života rastliny, niektoré iba v štádiách dospelosti rastliny, čo je označované ako rezistencia dospelých rastlín - adult plant resistance – APR (WINZELER et al., 2000). Takáto rezistencia, tiež označovaná ako kvantitatívna rezistencia, oddiaľuje vývoj a reprodukciu patogéna (CHANTRET et al., 2001). Rastliny sa stávajú odolnými až vo fáze steblovania. Genotypy s takýmto charakterom rezistencie nevytvárajú podmienky pre silný selekčný tlak na patogéna. Nesnažia sa patogéna eliminovať, ale spomaľujú rýchlosť jeho vývoja a rozširovania. Tým sa môže vytvárať homeostáza v systéme hostiteľ - patogén. V niektorých prípadoch bol zistený účinok na nešpecifickú rezistenciu už prekonaných génov špecifickej rezistencie, ako napr. *Pm3c*, *Pm3g*, *Pm4b* a *pm5a* (MINGEOT et al., 2002; ZELLER & HSAM, 2001; PAILLARD et al. 2002).

Selektívny proces u nešpecifickej rezistencie je kontinuálne kolísanie na úrovni odolnosti a výsledky sú porovnávané ako relatívne hodnoty plochy pod úrovňou vývoja choroby (AUDPC - area under the disease progress curve) rozdielnych genotypov. AUDPC je všeobecne definovaná ako derivácia súčtov hodnôt napadnutia chorobou v časových intervaloch. Hodnota AUDPC poskytuje zodpovedajúci údaj o odolnosti v opakujúcich sa hodnoteniach (JEGER & VILJANEN-ROLLINSON, 2001). Hodnoty AUDPC sú všeobecne nízke pri pomalom hrdzavení pšenice (DAS et al., 1993). Hodnoty AUDPC použili LAL et al., (2004) pri štúdiu dedičnosti parciálnej rezistencie pšenice voči hrdzi pšenicovej.

Materiál a metódy

Počas dvoch vegetačných sezón 2007 a 2008 bol hodnotený súbor genetických zdrojov pšenice letnej, ktorý poskytol kurátor genetických zdrojov obilnín (pšenica, divorastúce druhy rastlín) Ing. Pavol Hauptvogel, PhD.

Napadnutie patogénmi bolo hodnotené v poľných podmienkach v areáli VÚRV v Piešťanoch. Infekčný tlak patogénov bol zabezpečený citlivými odrodami, ktoré boli rozmiestnené v pravidelných vzdialenostiach medzi hodnotenými parcelkami. Percentuálne napadnutie obligátnymi listovými patogénmi bolo stanovené podľa Babajanca (BABAJANC, 1988), kde 0 % zodpovedá veľmi vysokej rezistencii, rastlina je bez viditeľných symptómov ochorenia a 100 % zodpovedá veľmi vysokej náchylnosti, rastlina má všetky listy napadnuté, je pozorované ich odumieranie, pri múčnatke trávovej je pozorovaná infekcia aj na kláskoch, osinách i steblo, kde môže byť v rôznom rozsahu. Hodnoty plochy napadnutia v percentách boli použité na stanovenie AUDPC (plochy napadnutia pod krivkou vývoja choroby) podľa Broersa (BROERS et al., 1996). Hodnoty AUDPC pre múčnatku trávovú a hrdzu pšenicovú boli posúdené na základe analýzy variancie na následného testovania voči hodnotám referenčných odrôd: Astella, Bardotka, Ilona a Torysa. Na štatistické spracovanie bol použitý štatistický program SPSS® (13.0).

Výsledky a diskusia

Analýzou variancie hodnôt AUDPC bolo zistené, že na variabilitu hodnôt AUDPC oboch sledovaných patogénov významne ($P \leq 0,01$) vplýval genetický zdroj, rok a v prípade múčnatky trávovej významne ($P \leq 0,05$) aj opakovanie (tab. 1). Tiež interakcia Genetický zdroj * Rok bola významná ($P \leq 0,01$; tab. 2). Hodnoty napadnutia AUDPC múčnatky trávovej (tabuľka 3) boli v rozmedzí od 298 (Vip) do 3326 (Stroika). Medzi hodnotami AUDPC múčnatky trávovej bola veľmi široká variabilita. Genetické zdroje Vip, MV Panna, Hamac, MV Csardas, Fridolín, Ilias, Crisby, Barroko, Akteur, bosorka, MV Amanda, Galicia, Capvern, MV Suba, Evelina, Halina, Rapsodia, Heroldo, Pokal, Welford a Stanislava mali nižšie hodnoty AUDPC múčnatky trávovej ako referenčné odrody. Tieto však neboli štatisticky významne nižšie. Hodnoty AUDPC hrdze pšenicovej boli od 0 (Botsum) do 80 (Maris Nimrod). Nulové hodnoty AUDPC hrdze pšenicovej mali genetické zdroje Botsum, Francia, Idice, Idra, Krasnodarskaja 33, MV Suba, Sagittario, Stroika. V porovnaní s referenčnými odrodami malo nižšie hodnoty AUDPC 66 genotypov (tab. 3). Avšak boli nájdené len výnimočne vyššie hodnoty AUDPC hrdze pšenicovej v porovnaní s referenčnými odrodami.

Nízke hodnoty AUDPC múčnatky trávovej u genotypov MV Panna, MV Amanda a MV Suba sú v súlade s ich prezentovanou strednou rezistenciou, ktorá popísal BEDÖ et al. (2002, 2003). Tie isté zdroje (BEDÖ et al. 2002; BEDÖ et al. 2003) popisujú strednú odolnosť voči hrdzi pšenicovej u genotypov MV Suba a MV Amanda a čiastočnú odolnosť voči hrdzi plevovej, ktorý je v genóme MV Csardas. Genetický zdroj Cheyenne má v svojom genóme zabudovaný špecifický gén rezistencie voči hrdzi pšenicovej *Lr3* (RIZVI & BUCHENAU, 1994). Napriek tomu, že účinnosť tohto špecifického génu je prekonaná, Cheyenne vykazuje v poľných podmienkach odolnosť voči hrdzi pšenicovej, hodnota AUDPC hrdze pšenicovej je 8. Takto podmienená odolnosť podporuje stratégiu, ktorú popisuje PAILLARD et al. (2002). Navrhol, že šľachtiteľské stratégie, ktoré sú zamerané na zrušenie vysokej náchylnosti genotypov budú efektívne, ak sa zamerajú na kompletnú rezistenciu. Reziduálny účinok niekoľkých prekonaných génov rezistencie, obsiahnutých v genóme, súčasne s génmi, ktoré podmieňujú kvantitatívnu rezistenciu by mohlo tvoriť stratégiu tvorby trvalej rezistencie.

Záver

Medzi sledovanými genetickými zdrojmi pšenice letnej boli nájdené genotypy s vynikajúcou odolnosťou voči samostatným patogénom. Boli však nájdené aj genotypy s dostatočnou odolnosťou voči obom sledovaným patogénom súčasne, MV Suba, Hamac, MV Amanda, Galicia, MV Panna, MV Csardas a Capvern. Genotypy s vyhovujúcou odolnosťou voči obom sledovaným znakom sú vhodné do kontinuálneho procesu tvorby nových odrôd dobre adaptovaných pre pestovateľské podmienky Slovenska.

Pod'akovanie: Tato štúdia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Transfer, využitie a diseminácia výsledkov výskumu genofondu rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (ITMS: 26220220058), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- BABAJANC, I.: Metody selekcie i ocenke ustojčivosti pšenici i jačmenja k boleznjam v stranach - členach, SEV. Praha, 1988, 321s.
- BEDÖ, Z. - LÁNG, L. - SZUNICS, L. - VEISZ, O. - VIDA, G. - KARSAL, I. - MÉSZÁROS, K. - JUHÁSZ, A. - RAKSZEGI, M. - SZÜCS, P. - PUSKÁS, K. - KUTI, C. - MEGYERI, M. - GÁL, M. - NAGY, I.: Items from Hungary. Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár, H-2462, Brunsvik str. 2, Hungary. Ann. Wheat Newslett. 49, 2003, s. 30-34.
- BEDÖ, Z. - SZUNICS, L. - LANG, L. - VEISZ, O. - KARSAL, I. - JUHÁSZ, A. - RAKSZEGI, M. - VIDA, G. - SZÜCS, P. - KUTI, C. - MEGYERI, M. - GÁL, G.: Items from Hungary. Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár, H-2462, Brunsvik str. 2, Hungary. Ann. Wheat Newslett. 48, 2002, s. 65-70.
- BROERS, L.H.M. - CUESTA SUBIAS, X. - LÓPEZ ATILANO, R.M.: Field assessment of quantitative resistance to yellow rust in ten spring bread wheat cultivars. Euphytica 90, 1996, s. 9-16.
- CHANTRET, N. - MINGEOT, D. - SOURDILLE, P. - BERNARD, M. - JACQUEMIN, J.M. - DOUSSINAULT, G.: A major *QTL* for powdery mildew resistance is stable over time and two development stages in winter wheat. Theor Appl Genet 103, 2001, s. 962-971.
- DAS, M.K. - RAJARAM, S. - KRONSTASD, W.E. - MUNDT, C.C.: Associations and genetics of three components of slow rusting in leaf rust of wheat. Euphytica 68, 1993, s. 99-109.
- HE, R. - CHANG, Z. - YANG, Z. - YUAN, Z. - ZHAN, H. - ZHANG, X. - LIU, J.: Inheritance and mapping of powdery mildew resistance gene *Pm43* introgressed from *Thinopyrum intermedium* into wheat. TAG 118, 2009, s. 1173-1180.
- JEGER, M.J. - VILJANEN-ROLINSON, S.L.H. : The use of the area under the disease-progress curve (AUDPC) to assess quantitative resistance in crop cultivars. Theor Appl Genet 102, 2001, s. 32-40.
- KOLMER, J.A.: Genetics of resistance to wheat leaf rust. Annu Rev. Phytopathol 34, 1996, s. 435-455.

- LAL, A.M. - SINGH, S.S. - SHARMA, J.B. - RAM, R.B.: Evaluation of inheritance to leaf rust in wheat using area under disease progress curve. *Hereditas* 141, 2004, s. 323-327.
- MARAIS, G.F. – MCCALLUM, B. – MARAIS, A.S.: Wheat leaf resistance gene *Lr59* derived from *Aegilops peregrina*. *Plant Breeding* 127, 2008, s. 340-345.
- MCINTOSH, R.A. - YAMAZAKI, Y. - DUBCOVSKY, J. - ROGERS, J. - MORRIS, C. - SOMERS, D.J. - APPELS, R. - DEVOS, K.M.: Catalogue of Gene Symbols for Wheat. In: The 11th International Wheat Genetics Symposium proceedings Edited by Rudi Appels. Sydney, Sydney University Press, 2008. ISBN: 978-1-920899-14-1.
- MINGEOT, D. - CHANTRET, N. - BARET, P.V. - DEKEYSER, A. - BOUKHATEM, N. - SOURDILLE, P. - DOUSSINAULT, G. - JACQUEMIN, J.M.: Mapping *QTL* involved in adult plant resistance to powdery mildew in the winter wheat line RE714 in two susceptible genetic backgrounds. *Plant Breeding* 121, 2002, s. 133-140.
- PAILLARD, S. - GOLDRINGER, I. - ENJALBERT, J. - DOUSSILNAULT, G. - DE VALLAVIEILLE-POPE, C. - BRABANT, P.: Evolution of resistance against powdery mildew in winter wheat populations conducted under dynamic management. II. Adult plant resistance. *TAG* 101, 2002, s. 457-462.
- PERUGINI, L.D. - MURPHY, J.P. - MARSHALL, D. - BROWN-GUEDIRA, G.: *Pm37*, a new broadly effective powdery mildew resistance gene from *Triticum timopheevii*. *Theor Appl Genet* 116, 2008, s. 417-425.
- RIZVI, S.S.A.- BUCHENAU, G.W.: Tentative identification and verification of genes for leaf rust resistance in wheat cultivar of South Dakota. *Plant Disease* 78, 1994 s. 674-679.
- SATORRE, E.H. - SLAFER, G.A.: Wheat. Ecology and physiology of yield determination. Food Products Press. USA, 2000, 503 s.
- WINZELER, M. - MESTERHÁZY, Á. - PARK, R.F. - BARTOŠ, P. - CSÖSZ, M. - GOYEAU, H., ITTU, M. - JONES, E. - LÖSCHENBERGER, F. - MANNINGER, K. - PASQUINI, M. - RICHTER, K. - RÚBIALES, D. - SCHACHENMAYR, G. - STRZEMBICKA, A. - TROTTET, M. - UNGER, O. - VIDA, G. - WALTHER, U.: Resistance of European winter wheat germplasm to leaf rust. *Agronomie* 20, 2000, s. 783-792.
- ZELLER, F.J. - HSAM, S.L.K.: Powdery mildew resistance in common wheat (*Triticum aestivum* L.). Proceedings „Healthy Cereals“, Agricultural Research Institute Kroměříž, Ltd., 2.-6. July 2001.

Tabuľka 1: Analýza variácie hodnôt AUDPC múčnatky trávovej a hrdze pšenicevej

Hrdza pšenicevá	df	MS genotyp	df	MS ročník	df	MS opakovanie
Medzi skupinami	95	778,62**	1	33320,13**	1	572,82
Vnútri skupín	288	382,54	382	394,81	382	480,54
Celkom	383		383		383	
Múčnatka trávová						
Medzi skupinami	95	1448942,53**	1	15909630,84**	1	2081820,51*
Vnútri skupín	288	158339,07	382	438066,91	382	474265,37
Celkom	383		383		383	

** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05

Tabuľka 2: Generálny lineárny model pre hodnoty AUDPC múčnatky trávovej a hrdze pšenicevej

Zdroj variability	df	MS hrdza	df	MS múčnatka
Model	192	1326,57**	192	3066945,70**
GENOTYP	95	778,62**	95	1448942,53**
ROK	1	33320,13**	1	15909630,84**
GENOTYP *				
ROK	95	560,60**	95	147173,92**
Chyba	192	122,88	192	81825,51
Celkom	384		384	

** P ≤ 0,01

Tabuľka 3: Hodnoty AUDPC a variabilita genetických zdrojov

Genetický zdroj	Múčnatka trávová	Genetický zdroj	Hrdza pšenicevá	Genetický zdroj	Múčnatka trávová	Genetický zdroj	Hrdza pšenicevá
Vip	298 ^a	Botsum	0 ^a	Ljiljana	867 ^{a-n}	Argeuil	14 ^{a-d}
MV Panna	305 ^a	Francia	0 ^a	Tortija	870 ^{a-o}	Fridolín	14 ^{a-d}
Hamac	344 ^a	Idice	0 ^a	Tonacja	880 ^{a-o}	Karolinum	14 ^{a-d}
MV Csardas	345 ^a	Idra	0 ^a	Cipovka	907 ^{a-p}	Tonacja	15 ^{a-d}
Fridolín	358 ^a	Krasnodarskaja 33	0 ^a	Fiorenzo	914 ^{a-p}	Trust	15 ^{a-d}

Genetický zdroj	Múčnatka trávová	Genetický zdroj	Hrdza pšeni- cová	Genetický zdroj	Múčnatka trávová	Genetický zdroj	Hrdza pšeni- cová
Ilias	400 ^{ab}	MV Suba	0 ^a	Veldava	916 ^{a-p}	Heroldo	16 ^{a-c}
Crisby	428 ^{a-c}	Sagittario	0 ^a	Rapsodija	948 ^{a-p}	Maiiaro	16 ^{a-c}
Barroko	434 ^{a-d}	Stroika	0 ^a	Venistar	949 ^{a-p}	Royssac	16 ^{a-c}
Akteur	435 ^{a-d}	Loro	1 ^{ab}	Finezja	972 ^{a-p}	Arbon	17 ^{a-c}
Bosorka	439 ^{a-d}	Hamac	1 ^{ab}	Royssac	981 ^{a-p}	Paindor	17 ^{a-c}
MV Amanda	446 ^{a-d}	MV Amanda	1 ^{ab}	Torysa	1042 ^{a-p}	Rabelais	17 ^{a-c}
Galicia	463 ^{a-d}	MV Mambo	1 ^{ab}	Ljutescens 50954	1077 ^{a-p}	Assos	18 ^{a-c}
Capvern	500 ^{a-d}	Serio	1 ^{ab}	Maris Nimrod	1091 ^{a-r}	Corbeil	18 ^{a-c}
MV Suba	500 ^{a-d}	Galicia	2 ^{ab}	Skirlov	1107 ^{a-r}	Craklin	18 ^{a-c}
Evelina	506 ^{a-d}	Ljliljana	2 ^{ab}	Allister	1121 ^{a-s}	Grisby	18 ^{a-c}
Halina	528 ^{a-d}	MV Panna	2 ^{ab}	Quatuor	1126 ^{a-s}	Verita	18 ^{a-c}
Rapsodia	550 ^{a-d}	Rapsodija	2 ^{ab}	Kroska	1137 ^{a-s}	Vip	18 ^{a-c}
Heroldo	566 ^{a-c}	MV Marsall	3 ^{a-c}	Loro	1140 ^{a-s}	Tortija	18 ^{a-c}
Pokal	590 ^{a-c}	Saratnitsa	3 ^{a-c}	Mironovskaja ulucsennaja	1146 ^{a-s}	Astella	19 ^{a-c}
Welford	595 ^{a-f}	GK Boglar	4 ^{a-c}	Rabelias	1270 ^{b-t}	Ilona	19 ^{a-c}
Stanislava	618 ^{a-g}	Gore	4 ^{a-c}	Corbeil	1281 ^{b-t}	Isidor	20 ^{a-c}
Bardotka	620 ^{a-h}	MV Csardas	4 ^{a-c}	Chersonskaja ostistaja	1297 ^{c-t}	Ljutescens 50954	20 ^{a-c}
MV Marsall	620 ^{a-h}	Sawyer	4 ^{a-c}	Pytagor	1304 ^{c-t}	Torysa	20 ^{a-c}
Cezanne	623 ^{a-h}	Venistar	4 ^{a-c}	Sawyer	1314 ^{d-t}	Flaxen'02	21 ^{a-c}
Baltimor	626 ^{a-h}	Astrakan	5 ^{a-c}	Rannaja 12	1440 ^{e-t}	Semafor	21 ^{a-c}
Flaxen'02	632 ^{a-h}	Baltimor	5 ^{a-c}	Saratnitsa	1475 ^{f-t}	Alfoeld	23 ^{a-c}
Isidor	638 ^{a-i}	Cipovka	6 ^{a-c}	Semafor	1491 ^{g-t}	Fiorenzo	23 ^{a-c}
Alibaba	642 ^{a-j}	Rannaja 12	6 ^{a-c}	Idice	1503 ^{h-t}	Welford	23 ^{a-c}
Forban	683 ^{a-k}	Capvern	7 ^{a-c}	Maris Baecon	1517 ^{i-t}	Forban	24 ^{a-c}
Tritex	698 ^{a-k}	Cheyenne	8 ^{a-c}	Idra	1518 ^{i-t}	Ilias	24 ^{a-c}
Assos	714 ^{a-k}	Colfiorito	9 ^{a-c}	Craklin	1524 ^{j-t}	Residence	24 ^{a-c}
Verita	718 ^{a-k}	Chersonskaja ostistaja	10 ^{a-c}	Luzanovka	1561 ^{k-t}	Bardotka	24 ^{a-c}
Trust	738 ^{a-l}	Tritex	10 ^{a-c}	Gore	1565 ^{k-t}	Bijou	26 ^{a-c}
Francia	739 ^{a-l}	Finezja	10 ^{a-c}	Turnia	1612 ^{l-u}	Cezanne	27 ^{a-c}
Residence	741 ^{a-l}	Rapsodia	10 ^{a-c}	Maiiaro	1641 ^{m-v}	Scaldis	28 ^{a-c}
Astella	745 ^{a-l}	Turnia	10 ^{a-c}	Magnam	1666 ^{n-u}	Mironovskaja ulucsennaja	30 ^{a-c}
Alfoeld	752 ^{a-l}	Hancock	11 ^{a-c}	Astrakan	1669 ^{n-u}	Halina	31 ^{a-c}
Karolinum	753 ^{a-l}	Magnam	11 ^{a-c}	Krasnodarskaja 33	1752 ^{o-u}	Nadobna	31 ^{a-c}
Nadobna	756 ^{a-l}	Pokal	11 ^{a-c}	Botsum	1773 ^{p-u}	Donecká 66	32 ^{a-c}
Donecká 66	763 ^{a-m}	Pytagor	11 ^{a-c}	Sagittario	1786 ^{p-u}	Bosorka	33 ^{a-c}
Argeuil	769 ^{a-m}	Quatuor	11 ^{a-c}	GK Boglar	1972 ^{r-x}	Melia	33 ^{a-c}
Markola	780 ^{a-m}	Akteur	12 ^{a-c}	Cheyenne	2004 ^{s-x}	Stanislava	35 ^{b-f}
Boszanova	800 ^{a-n}	Alibaba	12 ^{a-c}	Melia	2107 ^{t-y}	Barroko	37 ^{c-f}
Ilona	813 ^{a-n}	Evelina	12 ^{a-c}	Serio	2488 ^{u-z}	Luzanovka	37 ^{c-f}
MV Mambo	830 ^{a-n}	Boszanova	13 ^{a-d}	Arbon	2513 ^{v-z}	Veldava	47 ^{d-g}
Scaldis	832 ^{a-n}	Kroska	13 ^{a-d}	Hancock	2743 ^{x-z}	Skirlov	50 ^{e-g}
Paindor	837 ^{a-n}	Markola	13 ^{a-d}	Colfiorito	2905 ^{yz}	Maris Beacon	68 ^{fg}
Bijou	847 ^{a-n}	Allister	14 ^{a-d}	Stroika	3326 ^z	Maris Nimrod	80 ^g

a-x P ≤ 0,05

Adresa autorov:

Ing. Katarína Bojnanská; Ing. Štefan Masár, CSc.; CVRV – Výskumný ústav rastlinnej výroby, Oddelenie aplikovanej genetiky,
Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, e-mail: bojnanska@vurv.sk, masar@vurv.sk

BIOLÓGIA AGROBIODIVERZITY: FYZIOLOGICKÉ PRÍSTUPY PRE SKRÍNING A HODNOTENIE GENETICKÝCH ZDROJOV BIOLOGY OF AGROBIODIVERSITY: PHYSIOLOGICAL APPROACHES OF SCREENING AND EVALUATION OF GENETIC RESOURCES

Marián BRESTIČ¹ – Katarína OLŠOVSKÁ¹ – Marek ŽIVČÁK¹ – Jana REPKOVÁ¹ – Milan BEŽO²

Improved tolerance of cereals to drought and high temperature is a main limit of growth-production process in drought-prone areas. In our work a complex of physiological, morphological and phenological methods have been used to analyse more deeply plant processes, functions and source-sink relations of winter wheat genotypes and landraces of different proveniences, which determinate their both productivity as well as traits characterizing improved tolerance or, opposite, sensitiveness to drought. The results show that higher leaf cuticular resistance and osmotic adjustment of plants under conditions of reduced water availability contribute to a better stomata regulation of transpiration and photosynthesis (improved water use efficiency) and to improved tolerance of primary photosynthetic reactions to water stress and high temperature. Physiological parameters related to the mentioned plant traits may serve to select more efficient genotype resources for improved drought tolerance and contribute to production of new ecologically stabile genotypes.

Key words: drought tolerance, high temperature, photosynthesis, chlorophyll fluorescence, osmotic adjustment, transpiration, wheat

Úvod

Výskumu biológie agrobiodiverzity, štúdiu vlastností genetických zdrojov poľnohospodárskych rastlín, ich tolerancie na extrémne faktory prostredia sa venuje pozornosť už celé desaťročia (Turner 1986; Smith, Griffiths 1993; Reynolds 2005). Trendy zmien klímy dostávajú problém sucha a otepľovania prízemnej vrstvy atmosféry z polohy pravdepodobnosti do reality globálneho ekologického problému. Sucha a teplotné extrémny sa stávajú potenciálnou hrozbou pre zníženie úrod prakticky vo všetkých regiónoch sveta. Súčasná analýza ukazuje, že riešenie témy nezodpovedá jej vážnosti, čo má za následok pomalosť riešenia, nekoordinovanosť a úzku špecifickosť národných a inštitucionálnych tímových prístupov a často slabé prepojenie so šľachtiteľskou praxou. Taktiež prax nedostatočne definuje dielčie otázky, na ktoré sa má výskum sústrediť. Na druhej strane je potrebné povedať, že tolerancia na environmentálne stresy je problém komplexný, polygénne založený, dotýkajúci sa rôznych procesov, funkcií, vlastností orgánov, vzťahov v komplexe zdroj – sink asimilátov, produkčných vlastností plodín.

Množstvo prác sa zameriava na účinok vodného deficitu, resp. vysokej teploty na špecifické parametre ako: rast (Passioura 1988; Frančíková, Zámečník, 1996), expanziu listov (Hay, Porter 2006), fotosyntézu (Sharkey 1985; Sharkey, Seeman 1989; Kaiser 1987; Genty et al. 1987; Cornic et al. 1993; Peltier et al. 1995; Horton 1997; Lu, Zhang 1999; Lawlor 2002; Ditmarová et al. 2006), efektívnosť využitia vody (Jones 1993; Olšovská 2008), obsah endogénnych fytohormónov, hlavne kyseliny abscisovej (ABA) a citlivosť na ABA (Quarrie 1989; Davies, Zhang 1991; Tardieu et al. 1996), aktivitu prieduchov (Tenhunen et al. 1987), aktivitu antioxidantov (Shao 2008), osmotickú úpravu (Blum 2004; Morgan 1992; Turner et al. 2007), zmeny obsahu osmoticky aktívnych látok (Chen, Murata 2002; Yang et al. 2005), obsah izotopov ¹³C (Ehleringer 1993; Araus et al. 1993; Ferrio et al. 2007; Zámečník 2008). O mnohých parametroch sa dlhodobo vedú diskusie z hľadiska možnosti monitoringu stavu vody v rastlinách exaktnosti, citlivosti (Brestič 2001; Hnilička 2004; Jedličková, Zámečníková 2006; Živčák et al. 2008), listovej heterogenity (Terashima 1987; Cheesman 1991), ako aj z hľadiska expeiditvosti, nedeštrukčnosti, náročnosti meraní, atď. Potrebu zaostriť pozornosť na adaptabilitu k suchu ukazujú výsledky z historickej rekonštrukcie poľnohospodárstva v suchých oblastiach (Araus 2007). V súčasnosti zatiaľ nie je dostatočne ekonomicky vyčíslený relatívny ekonomický dopad sucha v poľnohospodárstve, avšak je evidentné, že v budúcnosti sa bude musieť venovať tejto téme aj v podmienkach SR viac ako iba formálna pozornosť. Zmena klímy v budúcich desaťročiach pravdepodobne prinesie nové výzvy pre štúdium adaptability kultúrnych rastlín. Početné príklady (Wang 2003, Blum 2004, Yang et al. 2006; Whitcombe 2008) už dnes ukazujú prístupy šľachtenia na abiotické stresy z hľadiska ich príspevku pre udržateľné poľnohospodárstvo, ktorého výskum sa venuje prevažne zmenám pestovateľských technológií, ako hľadaniu ciest pre tvorbu genotypov na prostredie, ktoré zanecháva klimatická zmena.

Cieľom tohto príspevku je poukázať na význam biologických aspektov agrobiodiverzity, fyziologických kritérií z hľadiska skríningu genetických zdrojov tolerantných na suchu a vysokú teplotu a diskutovať budúce príležitosti.

Materiál a metódy

Z hľadiska štúdia vlastností genetických zdrojov a testovania citlivosti fyziologických kritérií boli testované genotypy pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum* L.). Založenie a ošetrovanie pokusov bolo realizované štandardným spôsobom, v malých nádobách s pôdnym substrátom v klimatizovaných

priestoroch Snijders MC 1750 VHOE (Snijders, NL). Merania boli realizované na plne rozvinutých dospelých listoch. Z hľadiska fyziologických meraní boli využité nasledovné prístupy:

- merania vodných pomerov - merania relatívneho obsahu vody (RWC), vodného a osmotického potenciálu (PsyPro, Wescor, Wescor, USA),
- merania difúznej rezistencie listov – porometer Delta T Devices (Lambda, GB) a Decagon (GB)
- merania čistej asimilácie CO₂ a vodivosti prieduchov – (CIRAS II, PPSystems GB; LiCor 6400, LiCor Nebraska, USA),
- merania obsahu asimilačných pigmentov spektrofotometricky (Jeanway, Japonsko),
- merania fluorescence chlorofylu *a* – (Handy Pea, Hansatech GB, Maxi Imaging a Dual PAM, Walz Germany),
- rast listov, veľkosti listovej plochy a biomasy – metóda RA
- hodnotenie akumuláčného efektu individuálnych zŕn – sinkov v klase
- proteomické analýzy listov a chloroplastov

Zaradenie uvedených metód bolo cieľené na zistenie potenciálu ich využitia, priority a vhodnosti pre skríning genotypov.

Výsledky a diskusia

Štúdium biológie agrobiodiverzity je v súčasnosti na SPU v Nitre spojené s realizáciou projektu „Excelentné centrum ochrany a využívania agrobiodiverzity ECOVA“, s podporou operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Z hľadiska všeobecných cieľov sa zameriava na zlepšenie metodológie, z hľadiska rozpracovania nových spôsobov hodnotenia genetických zdrojov rastlín, posilnenie výskumu mechanizmov agrobiodiverzity rastlín s rôznym hospodárskym využitím, ako aj integrovanie poznatkov z viacerých vedných disciplín (genetika, fyziológia rastlín, ekológia rastlín). Z hľadiska špecifických cieľov smeruje k lepšiemu porozumeniu funkčných vzťahov v rastlinných ekosystémoch a adaptability na klimatické extrémny a biotické faktory prostredia

Z klimatických faktorov je sucho pre väčšinu poľnohospodárskych rastlín, pšenicu nevynímajúc, najlimitujúcejším abiotickým environmentálnym faktorom. Dôsledky sucha v rastovo-produkčnom procese rastlín sú závislé nielen od obdobia pôsobenia, ale aj od citlivosti genotypov a početných obranných mechanizmov. Iné dôsledky má sucho na produkčné vlastnosti, ak pôsobí v prvých obdobiach ontogenézy, ako v období tvorby generatívnych orgánov alebo v dozrievacom procese. Pri zmenách vodného potenciálu rastlín však dochádza k realizácii mnohých obranných mechanizmov, medzi ktorými s nárastom týchto zmien prevažujú inhibičné, ktoré od primárneho mechanizmu ochrany, neskôr prispievajú k zníženiu výkonnosti rastliny. Z hľadiska komplexných fyziologických procesov, akými sú napr. vodný režim a fotosyntéza, ich dieľce mechanizmy nepodliehajú ontogenetickým zmenám rastliny, s výnimkou prvých fáz a senescencie.

Sucho v rastlinách má dynamický charakter. Z úrovne, kedy rastlina netrpí nedostatkom vody potrebné pre hydratáciu koloidov a nerušený priebeh fyziologických a biochemických procesov po znížení ich regulácie, je pokles vodného potenciálu na úrovni desiatín MPa. Preto je na mieste otázka, ktoré procesy ako citlivo reagujú a ako sú využiteľné pre signalizáciu sucha v rastlinách. Na druhej strane je potrebné si uvedomiť, že voda v rastline je nerovnomerne distribuovaná a orgány, resp. aj ich jednotlivé časti sú rôzne exponované voči vonkajším faktorom. Preto ak porovnáваме morfológicky, alebo fenológicky odlišné genotypy, vlastnosti tolerancie sa kvantifikujú obťažnejšie.

Aby bolo možné postihnúť toleranciu genotypov na sucho, boli v nádobových a poľných experimentoch, použité analýzy na bunkovej, orgánovej úrovni, ako aj odpovede na úrovni celistvej rastliny a vývinové vyhnutie sa suchu. Pre šľachtiteľa sú práve posledne uvedené najviac evidentné, ktoré možno jednoducho identifikovať pomocou subjektívnej stupnice. Tie sa však realizujú v premenlivom prostredí, alebo ak sa nerealizuje sucho dostatočnej intenzity, zostávajú často skryté. Preto sa aj naša pozornosť koncentrovala z polohy relativity do polohy exaktnosti, umožňujúc zaznamenať prvé signály vnímania sucha rastlinami nielen na úrovni poklesu hydratácie pletív, ale aj zmien funkcií.

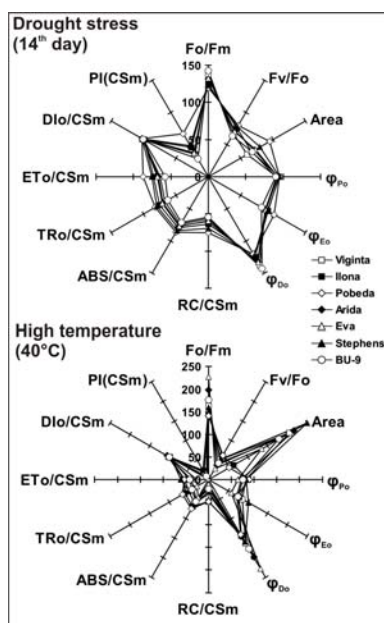
Rast je procesom, ktorý je najcitlivejší už pri malých zmenách vodného potenciálu. V prácach Davies, Zhang (1991); Tardieu et al. (1996) a ďalších, sa potvrdilo, že signál o suchu sprostredkovaný kyselinou abscisovou (ABA) z koreňa do nadzemných častí je nezávislý od vodného potenciálu listov a je kľúčovým faktorom inhibície rastu, ale aj otvorenosti prieduchov na svetle. Produkcia ABA, ako aj jej transport sú rýchlymi procesmi. Je potrebné poznamenať, že už boli využité ako kritériá suchovzdornosti pri viacerých plodinách (Vosin et al. 2006). Pri dlhodobejšej dehydratácii však narastá význam hydraulikkej signalizácie. Zatváranie prieduchov udržiava obsah vody v listoch na úrovni cca 90 % ešte niekoľko dní po nástupe sucha. Obsah vody v listoch na rozdiel od prieduchových reakcií nie je dostatočne citlivým procesom. Je síce viac-menej závislý od aktivity prieduchov a osmotikkej úpravy buniek, ale keďže nemá vlastný regulačný mechanizmus, je závislý od početných biologických faktorov. Vo vyjadrení relatívneho obsahu vody (RWC) je síce jednoduchým parametrom charakterizujúcim stupeň hydratácie pletív, nie je však vhodným a spoľahlivým parametrom pre posúdenie zraniteľnosti fotosyntetického aparátu.

Vodivosť prieduchov ako efektívny prostriedok udržiavania hydratácie fotosyntetického aparátu môže byť podľa viacerých autorov potenciálne vhodným kritériom. Čistá asimilácia CO₂ kopíruje otvorenosť

prieduchov, a teda aj suchom indukované reakcie sprostredkované kyselinou abscisovou. Teda na jednej strane sú to prístupy kvantifikujúce vodné pomery v listoch (Turner 1986; Richter 1997) a na druhej strane fotosyntézu (Quick et al. 1992; Xu, Zhang 1999), ktoré zodpovedajú za úspešnosť genotypov v suchých podmienkach.

Podobne ako mnohé iné odbory, tak aj štúdium fyziológie fotosyntézy prežíva v súčasnosti svoje obdobie vzostupu. Zdá sa preto logické využiť metodológiu výskumu fotosyntetických reakcií pre štúdium tolerancie na sucho, nakoľko účinok mierneho sucha v rastlinách je možné efektívne kompenzovať zvýšeným produkčným potenciálom. Avšak v podmienkach silných deficitov, resp. kombinovaných environmentálnych stresov vedúcich k dehydratácii je „pasívna“ hospodárska suchovzdornosť nedostatočná. Je tiež možné využiť poznatky o regulačných mechanizmoch fotosyntézy pre poznanie limitov v konverzii žiarenia, ako aj efektívnosti využitia vody. Práve v posledných pätnástich rokoch sa robil intenzívny výskum o možnostiach hodnotenia aktivity fotosyntetického aparátu aj vo vzťahu k tolerancii na sucho (Araus et al 1993; Noguez et al. 1999; Force et al. 2003 a ďalší). Podarilo sa získať hlboké a vzájomne prepojené poznatky o biofyzike, biochémií, fyziológii a ekológii fotosyntézy. Nepodarilo sa však nájsť jednoduchý a spoľahlivý model pre skrining genetických zdrojov tolerantných na sucho. V našich experimentálnych prístupoch sme využili potenciál rozvíjaných fyziologických prístupov.

Keďže reakcie rastlín na sucho v letnom období zahŕňajú okrem iného aj prispôsobenie sa stresom spojených s vysokou teplotou, boli rozpracovávané aj testy termotolerancie fotosyntetického aparátu. Na vysokú teplotu je citlivých viacero fyziologicko-metabolických procesov v rastline. Je dobre zdokumentované, že vysoká teplota inhibuje fotosyntetickú fixáciu CO₂ bez zníženia vodivosti prieduchov, a to cestou poškodenia fotosyntetického elektrónového transportu, najmä na strane PSII alebo inhibíciou aktivázy enzýmu Rubisco. Vysoká teplota urýchľuje priebeh dehydratácie rastlín, avšak vodný stres zvyšuje toleranciu rastlín pšenice na vysokú teplotu. V experimentoch so simulovanou stupňovanou vysokou teplotou a deficitom vody sa podarilo zaznamenať rozdielne reakcie na tieto faktory, a teda aj miesta poškodenia fotosyntetickej mašinerie. Ukazuje sa, že nielen samotné sucho, resp. vodný deficit listov bude pri prehľbujúcich sa klimatických zmenách faktorom limitujúcim primárne procesy tvorby biomasy, ale v nestomatických efektoch to bude najmä teplota, ktorej relatívne malý nárast (o 1-2 °C) môže viesť k výraznému interakčnému efektu so suchom. Preto popri samotnej citlivosti genotypov na sucho odporúčame pre skrining zaradiť aj testy na vysokú teplotu. Kritériá je možné použiť v skriningu genetických zdrojov, resp. pre hodnotenie tolerancie či rezistencie rastlín. Ako efektívny prostriedok sa pre skrining ukazuje aj vyjadrenie vzťahov medzi energetickou dotáciou poháňajúcou elektrónový transport (ETR), ktorý je možno vyjadriť v grafickom modeli ETo/CSm, nefotochemickou disipáciou Di/CSm a maximálnou rýchlosťou zachytávania fotónov v reakčných centrách a ich inaktíváciou TRo/CSm.



Obr. 1: Využitie analýzy fluorescence chlorofylu pri parametrizácii citlivosti rôznych genotypov pšenice na sucho a vysokú teplotu.

Metódou analýzy fluorescence chlorofylu *a* bolo meraných 46 biofyzikálnych parametrov, ale hlavne boli porovnávané vybrané ukazovatele charakterizujúce maximálnu fotochemickú efektívnosť PSII, vyjadrenú ako Fv/Fm, minimálnu fluorescenciu Fo, index výkonnosti (performance index) a úroveň teplotnej disipácie v liste Di/CSm. Ich potenciálnu závislosť od vodných pomerov ukazujú kvantitatívne parametre.

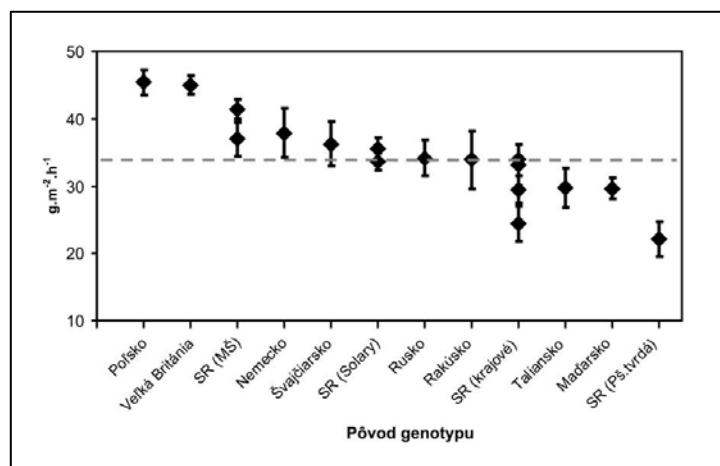
Výsledky sú originálne nielen z hľadiska základného štúdia, ale aj tvorby originálnych protokolov, metodík a potenciálnych aplikácií. Odporúčame však zohľadňovať expeditívne krátkodobé biofyzikálne, ale aj gazometrické, rastové a morfológické parametre, kde je možné hľadať odpovede pre štúdium efektívnosti hospodárenia s uhlíkom pri genotypoch s rôznymi adaptačnými vlastnosťami. Tieto sú v tomto období testované a rozvíjané v zmysle podnetov z partnerských pracovísk, ktoré budú užívateľmi výsledkov výskumu.

Takto boli rozpracované a aplikované nasledovné dielčie aspekty:

- regulačné mechanizmy zvyšovania tolerance na sucho – zavedenie protokolov polyfázového priebehu rýchlej indukcie fluorescencie chlorofylu *a* (milisekundové reakcie), analýzy fotochémiie a nefotochémiie počas indukcie fotosyntézy,
- metabolické zmeny rastlín počas sucha – analýzy obsahu voľného prolínu, asimilačných pigmentov (chl_a, chl_b, karotenoidov), antioxidačných enzýmov (SOD, APX), citlivosť fotorespirácie,
- fyziologické prístupy zvyšovania tolerance na sucho – gazometrické, porometrické, morfológické, fenologické, rastovo-produkčné analýzy; kvantifikácia vzťahov source-sink asimilátov, analýzy obsahu N, meranie spadového čísla a obsahu asimilačných pigmentov,
- rýchle selekčné kritériá suchovzdornosti rastlín – zmeny vodného, osmotického potenciálu, heterogenita zatvárania prieduchov, JIP test, zavedenie analýzy BIOLYZER,
- termostabilita fotosyntetického aparátu – efekt diferencovaných teplôt na dekapitované listy v kontrolovateľných podmienkach (32,5; 35; 37,5; 40; 42,5; 45 °C) s následnou analýzou biofyzikálnych parametrov energetického stavu fotosystému II (PSII).

Na základe výsledkov meraní straty vody listovými segmentmi sme medzi sledovanými odrodami pozorovali pomerne veľké rozdiely v stanovených hodnotách kutikulárnej transpirácie (KT) (obr. 2). Sledované odrody môžeme v tomto parametri rozdeliť na tri skupiny: hodnoty preukazne vyššie ako priemer sme stanovili pri odrodách Gedania, Griffen, Torysa, Biscay a Malvína, naopak, hodnoty preukazne nižšie ako priemer mali odrody Verna, GK Forras, Trebišovská, Vígľašská a Vendur. Ostatné odrody boli približne na úrovni priemeru, alebo sa od priemeru preukazne neodlišovali. Z výsledkov vyplýva, že v kolekcii sledovaných vysoko produktívnych a krajových odrôd sú štatisticky významné rozdiely v KT, pričom maximálna priemerná hodnota predstavovala približne dvojnásobok hodnoty minimálnej.

Z hľadiska analýzy významu takýchto výsledkov je zaujímavý vzťah stanovených hodnôt KT a pôvodu zahraničných a slovenských odrôd. Najvyššie hodnoty dosahovali odrody zo severnejších oblastí Európy (Poľsko, Veľká Británia, Nemecko) a slovenské odrody zo šľachtenia ŠS Malý Šariš. Tieto boli vyšľachtené pre použitie vo vyššie položených, humidnejších oblastiach, na rozdiel od odrôd vyšľachtených v Istropole Solary (kukuričná výrobná oblasť), ktoré boli na úrovni priemeru. Aj rakúska, švajčiarska a ruská odroda bola na úrovni priemeru. Odrody z Talianska a Maďarska mali preukazne nižšie hodnoty KT ako priemer. Najnižšie hodnoty mal genotyp pšenice tvrdej. Pšenica tvrdá je bežnou plodinou najmä v teplejších oblastiach (napr. v stredomorskej oblasti) a jej typickým znakom je vyššia tolerancia na sucho a vysoké teploty.



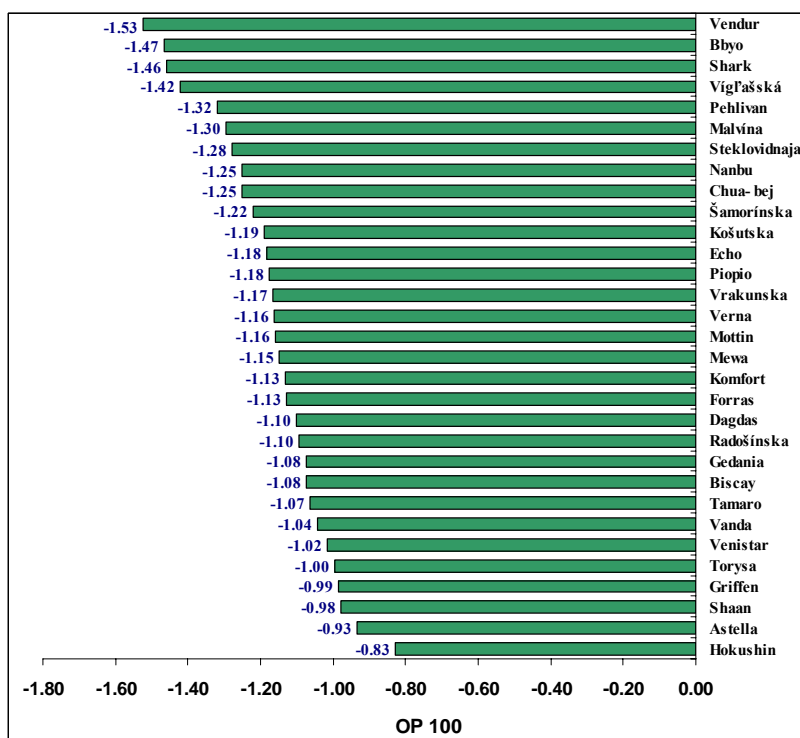
Obr. 2: Hodnoty kutikulárnej transpirácie zástavkových listov sledovaných odrôd pšenice zobrazené podľa krajiny pôvodu alebo skupiny, zoradené v zostupnom poradí. Chybové úsečky predstavujú smerodajné odchýlky. Prerušovanou čiarou je zobrazená priemerná hodnota za celý testovaný súbor.

Na základe uvedených výsledkov je možné zovšeobecniť, že pri genotypoch, pri ktorých očakávame vyššiu toleranciu na sucho (odrody pochádzajúce z aridnejších oblastí, genotyp pšenice tvrdej), sme zaznamenali nižšiu úroveň KT v porovnaní s genotypmi pochádzajúcimi z miernejších agroklimatických podmienok. Ukazuje to na pravdepodobný význam vyššej kutikulárnej rezistencie vo vzťahu k tolerancii na

sucho, čo potvrdzujú aj viaceré práce uvádzajúce vzťah retencie vody v listoch (nižšej KT) s vyššou efektívnosťou využitia vody, i keď tento znak sám o sebe nie vždy koreluje s celkovou toleranciou genotypov na suchu. Významné je tiež zistenie o nižšej kutikulárnej transpirácii listov krajových odrôd, ktoré sa tak môžu stať zaujímavým genetickým zdrojom aj pre tento znak.

Za jeden z najvýznamnejších mechanizmov, ktorý rozhoduje o tolerancii rastlín k suchu sa považuje osmotické prispôbenie, pod čím chápeme zníženie osmotického potenciálu aktívnou akumuláciou širokého spektra rozpustných látok. Osmotickému prispôbeniu sú pripisované rôzne funkcie. K jednej z najdôležitejších patrí zachovanie turgoru počas vodného deficitu, čo je potrebné pre otváranie prieduchov, a teda fungovanie fotosyntetickej asimilácie CO₂, predlžovací rast a ďalšie fyziologické procesy.

Pre posúdenie metódy stanovenia osmotického prispôbenia a jej vhodnosti pre porovnanie genotypov pšenice sme realizovali merania na vzorkách listov odobratých počas vodného stresu zo simulovaných meraní. Pre testovanie kolekcie 31 odrôd pestovaných v poľných podmienkach na pozemkoch VÚRV Piešťany sme využili metódu merania po úplnom nasýtení (OP 100). Zamerali sme sa na identifikáciu najvhodnejšieho termínu testovania genotypov, štúdium zmien osmoprotekcie v priebehu vegetácie a vplyvom vonkajších klimatických faktorov. Merania sa realizovali v 6 termínoch, vždy na 31 genotypoch pôvodom zo Slovenska, Číny, Mexika, Turecka, Japonska, Kazachstanu, Ruska, Poľska, Maďarska, Talianska, Veľkej Británie, Rakúska a Nemecka so zastúpením moderných odrôd a starých krajových genotypov (landraces). Spomedzi sledovaných odrôd mali vysoké hodnoty OP genotyp pšenice tvrdej, genotypy z Mexika, Turecka, Ruska a slovenské krajové odrody, nižšie hodnoty mali zasa moderné odrody zo strednej a severnej Európy a niektoré ázijské odrody.



Obr. 3: Hodnoty osmotického potenciálu merané po úplnom nasýtení listov vodou (OP 100) merané pri 31 odrodách pšenice rôzneho pôvodu.

Na základe výsledkov z modelových experimentov s genotypmi pšenice letnej, f. ozimnej (*Triticum aestivum* L.) rôzneho geografického pôvodu možno formulovať niektoré závery:

- merania vodných pomerov (relatívny obsah vody, vodný a osmotický potenciál, osmotická úprava) indikujú kapacitu a potenciálny kondičný stav rastlín, avšak nie fyziologickú aktivitu počas fluktuácií v zásobenosti rastlín vodou.
- meranie rýchlej kinetiky fluorescencie chlorofylu *a* sa ukázalo ako účinný prostriedok pre monitorovanie vplyvu vodného stresu a vysokej teploty na vitalitu rastlín. Zaznamenali sme rozdielne mechanizmy a prejavy účinku vysokej teploty a sucha na fotosyntetický aparát.
- deficit vody sa prejavil len pozvoľnými zmenami fluorescenčných OJIP-kriviek. Parameter Fv/Fm sa menil len veľmi málo až po úroveň približne 70 % RWC. Vodný stres vyvolal pokles počtu plne funkčných reakčných centier a nárast disipácie vo forme tepla. Najcitlivejším parametrom

determinujúcim účinkom vodného stresu, schopným odlišiť citlivosť odrôd bol index výkonnosti (Performance Index, PI).

- vysoká teplota pôsobila výrazne na primárne procesy fotosyntézy. Parametre merané pri teplotách od 35° C vyššie poukazujú na redukciu počtu reakčných centier, pri teplotách od 37,5° C vyššie na inhibíciu komplexu uvoľňujúceho kyslík a pri teplotách od 40° C vyššie aj odpájanie časti svetlozberného komplexu PSII. Teplota 40° C umožnila rozlíšiť genotypy na základe ich termostability. Vyššie teploty (42,5° C a 45° C) už spôsobili takmer úplnú inhibíciu primárnych procesov fotosyntézy. Zistili sme, že maximálny kvantový výťažok fotochémiie, Fv/Fm, je parametrom vhodným pre determináciu pôsobenia teplotného stresu a rozdielov v termostabilite fotosyntetického aparátu medzi odrodami.
- Zatváranie prieduchov bolo jednou z najrýchlejších sa prejavujúcich reakcií na vodný stres. Zaznamenali sme rozdiely v citlivosti prieduchov na nastupujúci vodný deficit, čo je príčinou rozdielnej čistej asimilácie CO₂. Nižšie priemerné hodnoty difúznej vodivosti kontrolných rastlín boli znakom preukazne korelujúcim s nižším relatívnym poklesom úrod v dôsledku stresu. To súvisí s úrovňou efektívnosti využitia vody jednotlivých odrôd.
- Okrem samotného účinku prieduchov na asimiláciu CO₂ (stomatický efekt) sme zaznamenali aj redukciu asimilácie, ktorú nezapríčinili prieduchy (nestomatický efekt). Ten sme však pozorovali až pri poklese RWC pod 75 %. Mierny pokles efektívnosti využitia intercelulárneho CO₂ sme zaznamenali aj v rámci experimentálneho dňa pri porovnaní ranného a popoludňajšieho merania.
- Sledované odrody sa líšili v kapacite pre osmotické prispôsobenie, pričom sme identifikovali skupinu odrôd s nízkym a vysokým osmotickým prispôobením. Tento znak bol spojený so schopnosťou odrôd udržať si vyššie hodnoty difúznej vodivosti prieduchov, a tým aj rýchlosti čistej fotosyntézy v priebehu vodného stresu. Obsah voľného prolinu v listoch bol taktiež odrodovo podmienený, čo sa prejavilo v laboratórnych aj vo vegetačných nádobových pokusoch.
- Znakom s najvyššou úrovňou korelácie s redukciou úrod v podmienkach stresu bol fenologický posun kritických fenofáz do skoršieho obdobia, čo malo dopad predovšetkým na redukciu úrodovtorného prvku počet zŕn v klase. Dôležitosť tohto znaku rástla s intenzitou a rýchlosťou nástupu vodného stresu v danom roku.
- Testovanie citlivosti odrôd na úrovni mladých hydroponicky pestovaných rastlín s použitím 10 % PEG 6000 neprineslo výsledky v zhode s neskoršími analýzami na úrovni vegetačných a nádobových pokusov. Táto metóda sa tak javí ako nevhodná pre použitie v skríningu pšenice na toleranciu na sucho.
- Vodný stres výrazne ovplyvnil hospodársku úrodu odrôd pšenice vo všetkých troch sledovaných rokoch. Ovplyvnenými úrodovtornými prvkami boli počet zŕn v klase a hmotnosť tisíc zŕn, pričom významnejším faktorom bol pokles hmotnosti zŕn. Odrody sa líšili v realizácii naplňania sinkov vedúcej k redukcii počtu, resp. hmotnosti zŕn.
- Zaradenie vybraných znakov (predovšetkým fenológie, efektívnosti využitia vody, osmotického prispôsobenia a metódy merania rýchlej kinetiky fluorescencie) do šľachtiteľského procesu môže viesť k efektívnejšiemu výberu odrôd, a tým pomôže tvorbe nových, ekostabilnejších genotypov.

Účinok klimatických extrémov je evidentný a prejavuje sa na každej hierarchickej úrovni ekosystémov, od molekulárnej úrovne po celistvé rastliny. Narastajúcim globálnym oteplením sa bude ich efekt stupňovane prejavovať v ťažko predvídateľných interakciách. Nie je známy jednoznačný vzťah medzi meniacim sa prostredím a biologickými aspektami agrobiodiverzity. Preto budú študované reakcie genetických zdrojov nielen v prirodzenom prostredí, ale aj v riadených klimatických režimoch so simuláciou zmien vodných pomerov, účinku vysokých teplôt a silného žiarenia, zvýšenej koncentrácie CO₂ v atmosfére.

Pod'akovanie: „Tato publikácia, bola vytvorená realizáciou projektu „*Excelentné centrum ochrany a využívania agrobiodiverzity ECOVA*“, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.“

Literatúra

- ARAUS, J.L. – FEBRERO, A. – BORT, J. – SANTIVERI, P. – ROMAGOSA, I.: Carbon isotope discrimination, water use efficiency and yield in cereals: some cases study. In: Tolérance a la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. (eds. P. Monneveux & M. Ben Salem), INRA, Paris, 1993, 47-60
- ARAUS, J.L. – FERRIO, J.P. – BUXÓ, R. – VOLTAS, J.: The historical perspective of dryland agriculture: lessons learned from 10 000 years of wheat cultivation. J. Exp. Botany, Vol 58, 2, 2007, 131-146
- BLUM, A.: The physiological foundation of crop breeding for stress environments. Proc. World Rice Research Conf., IRRRI Manila, 2004, 456-458
- BRESTIČ, M.: Determinácia citlivých miest fotosyntézy počas dlhodobej dehydratácie rastlín. Journal of Central European Agriculture. ISSN 1332-9049. roč. 2, č. 3-4 (2001), s. 217-226

- CORNIC, G. – GHASGHAIE, J. – GENTY, B. – BRIANTAIS, J.M.: Leaf photosynthesis is resistant to a mild drought stress. *Photosynthetica* 27, 1993, 295-309
- DAVIES, W.J. – ZHANG, J.: Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Ann. Rev. Pl. Physiol. Pl. Mol. Biol.* 42, 1991, 55-76
- DITMAROVÁ, L. – KMET, J. – STRELCOVÁ, K. – GOMORY, D.: Effects of drought on selected physiological parameters of young beech trees under stress conditions. *Ekologia Breatislava* 25, 1, 2006, 1-11
- EHLERINGER, J.R.: Gas exchange implications of isotopic variation in arid – land plants. In: *A. Smith.J.A.C., Griffiths H. (eds.) Bios Sci Publishers Ltd., 1993, ISBN 1-8727-8-06-6, 265-284*
- FERRIO, J.P. – MATEO, M.A. – BORT, J. – ABDALLA, O. – VOLTAS, J. – ARAUS, J.L.: Relation of grain delta C-13 and delta O-18 with wheat phenology and yield water-limited conditions. *Annals of Applied Biology*, Vol 150, 2, 2007, 207-215
- FORCE, L. – CRITCHLEY, C. – VAN RENSEN, J.J.S.: New fluorescence parameters for monitoring photosynthesis in plants. *Photos. Research*, 78, 2003, 17-33
- FRANČIKOVÁ, I. – ZÁMEČNÍK, J.: Vliv vodního stresu na rust listu ozimné pšenice. In: *Rastlina v podmienkach stresu (eds. Zima M., Brestič M., Filek W.), Zb. z medzinárodnej konferencie, Račkova dolina, 1996, 82-84*
- GENTY, B. – BRIANTAIS, J.M. – VIEIRA DA SILVA J.B.: Effects of drought on primary photosynthetic processes of cotton leaves. *Plant Physiol.* 83, 1987, 360-364
- HANSON, D.A. – HITZ, W.D.: Metabolic response of mesophyte plants to water deficits. *Ann Rev. Plant Physiol.* 33, 1982, 163-203
- HAY, R. – PORTER, J.: The physiology of crop yield. Blackwell Publ., 2006, ISBN 978-14051-0859-1, 314 pp.
- HNILÍČKA, F. – PETR, J. – HNILÍČKOVÁ, H.: Vliv vybraných abiotických stresoru na fotosyntézu a sušinu u odrúd pšenice ozimné (*Triticum aestivum* L.). In: *Vliv abiotických a biotických stresoru na vlastnosti rastlín (ed. J.Bláha), 2004, ISBN 80-213-1182-7, ČZU Praha, 85-88*
- HORTON, P. – HAGUE, A.: Studies on the induction of chlorophyll fluorescence in isolated barley protoplasts. IV. Resolution of non-photochemical quenching. *Bioch. Biophys. Acta* 932, 1988, 107-115
- CHEESMAN, J.M.: Patchy: simulating and visualizing the effects of stomatal patchiness on photosynthetic CO₂ exchange studies. *Pl. Cell Environ.* 14, 1991, 593-9
- CHEN, T.H.H. – MURATA, N.: Enhancement of tolerance of abiotic stress by metabolic engineering of betaines and other compatible solutes. *Current Opinion in Plant Biology*, 5, 3, 2002, 250-257
- JEDLIČKOVÁ, J. – ZÁMEČNÍKOVÁ, B.: Aplikace osmotik PEG 6000 a NaCl v živném roztoku. In: *Vplyv abiotických a biotických stresoru na vlastnosti rastlín, ISBN 978-80-213-1621-8, 2006, 139-143*
- JONES, H.G.: Monitoring plant and soil water status: established and novel methods revisited and their relevance to studies of drought tolerance. *Journal Exp Botany*, Vol 58, 2, 2007, 119-130
- KAISER, W.M.: Effect of water deficit on photosynthetic capacity. *Physiol. Pl.*, Vol. 71, 1987, 142-149
- LAWLOR, W.D.: Limitations to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. Metabolism and role of ATP. *Ann. of Botany*, 2002, 89, 871-885
- LU, CO. – ZHANG, J.: Effect of water stress on photosystem II photochemistry and its thermostability in wheat plants. *Journal Exp Botany*, 1999, 50, 1199-1206
- MORGAN, J.M.: Osmotic components and proportion associated with genotypic differences in osmoregulation in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.* 19, 1992, 67-76
- NOGUÉS, S. – ALEGRE, L. – ARAUS, J.L. – PEREZ-ARANDA, L. – LANNOYE, R.: Modulated chlorophyll fluorescence and photosynthetic gas exchange as rapid screening methods for drought tolerance in barley genotypes. *Photosynthetica* 30,3, 465-74
- OLŠOVSKÁ, K.: Fyziologicko – produkčné aspekty sucha v rastlinách. *Habilitačná práca. SPU v Nitre, 2008, 123 s.*
- PASSIOURA, J.B.: Root Signals Control Leaf Expansion in Wheat Seedlings Growing in Drying Soil. *Aust. J. Plant Physiol.*, 1988, 15, 1988, 687-693
- PELTIER, G. – TOURNEAUX, C. – COUNAC, L. – DIMON, B. – RUMEAU, D.: Effect of water deficit on the photosynthetic activity of C3 plants measured using ¹⁸O₂ and mass spectrometry. *Proceedings „International Congress on Integrated Studies on Drought Tolerance of Higher Plants“ (E. Belhassen, F. Schlicht, T. Cuellar, S. Lewicki eds.), Montpellier, France, VIII B, 1995.*
- QUARRIE, S. A.: Abscisic acid as a factor in modifying drought resistance. In: *Environmental stress in plants. Biochemical and physiological mechanisms (Cherry J.H. ed.), NATO ASI Ser. G.Ecol.Sci. 19, Springer Verlag, 1989, 26-37*
- QUICK, W.P. – CHAVES, M.M. – WENDLER, R. – DAVID, M. – RODRIGUES, M.L. – PASSAHARINHO, J.A. – PEREIRA, J.S. – ADCOCK, M.D. – LEEGOOD, R.C. – STITT, M.: The effect of water stress on photosynthetic carbon metabolism in four species grown under field conditions. *Pl. Cell Environ.* 15, 1992, 25-35

- REYNOLDS, M.P. – MUJEEB-KAZI, A. – SAWKINS, M.: Prospects for utilising plant-adaptive mechanisms to improve wheat and other crops in drought- and salinity-prone environments. *Ann. Appl. Biol.*, 146, 2005, 239-259
- RICHTER, H.: Water relations in plants in the field: some comments on the measurement of selected parameters. *J. Exp. Bot.* 48,306, 1997, 2-7
- SHARKEY, T.D. – SEEMAN, J.R.: Mild water stress effects on carbon-reduction-cycle intermediates, ribulose biphosphate carboxylase activity and spacial homogeneity of photosynthesis in intact leaves. *Plant Physiol.* 89, 1989, 1060-1065
- SHARKEY, T.D.: Photosynthesis in intact leaves of C3 plants: physics, physiology and rate limitations. *Bot. Rev.* 51, 1985, 53-105
- SMITH, J.A.C. – GRIFFITHS, H.: Water deficit. Plant responses from cell to community. Bios Scientific Publishers, ISBN 1 872748 06 6, 1993, 331 s.
- TARDIEU, F. – DAVIES, W.J.: Integration of hydraulic and chemical signalling in the control of stomatal conductance and water status of droughted plants. *Pl. Cell and Environment*, 16, 1993, 341-349
- TARDIEU, F. – LAFARGE, T. – SIMONEAU, TH.: Stomatal control by fed or endogenous xylem ABA in sunflower: interpretation of correlations between leaf water potential and stomatal conductance in anisohydric species: *Pl. Cell and Environment*, 19, 1996, 75-84
- TENHUNEN, J.D. – PEARCY, R.W. – LANGE, O.L.: Diurnal variation in leaf conductance and gas exchange in natural environments. In *Stomatal function (eds. E. Zeiger, G.D. Farquhar, I.R. Cowan)*, Stanford University Press, Stanford, 1987, 323-351
- TERASHIMA, I. – WONG, S.C. – OSMOND, C.B. – FARQUHAR, G.D.: Characterisation of nonuniform photosynthesis induced by abscisic acid in leaves having different mesophyll anatomies. *Pl. Cell Physiol.* 29, 1988, 385-389
- TURNER, N.C.: Crop water deficits: a decade of progress. *Advances in agronomy* 39, Academic press, 1986, 19-39
- VOISIN, A.S. – REIDY, B. – PARENT, B. – ROLLAND, G. – REDONDO, E. – GERENTES, D. – TARDIEU, F. – MULLER, B.: Are ABA, ethylene or their interaction involved in the response of leaf growth to soil water deficit? An analysis using naturally occurring variation or genetic transformation of ABA production in maize. *Pl Cell Environment*, Vol 29, 9, 2006, 1829-1840
- WANG, W. – VINCOUR, B. – ALTMAN, A.: Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Curr. Opin. Biotech.*, 12, 2003, 144-149
- WHITCOMBE, J.R. – HOLLINGTON, P.A. – HOWARTH, C.J. – READER, S. – STEELE, K.A.: Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture. *Phil. Transact. R. Soc.*, 363, 2008, 703-716
- XU, CH. – ZHANG, J.: Effect of drought on chlorophyll fluorescence and xanthophyll cycle components in winter wheat leaves with different ages. *Acta Phytophysiologica sinica*, 25, 1999, No 1, 1-10
- YANG, X. – CHEN, X. – GE, Q. – LI, B. – LI, Z. – KUANG, T. – LU, C.: Characterisation of photosynthesis of flag leaf in a wheat hybrid and its parents grown under field conditions. *Journal of Plant Physiology*, 2006, 1-9
- YANG, X. – LIANG, Z. – LU, C.: Genetic Engineering of the Biosynthesis of Glycinbetaine Enhances Photosynthesis against High Temperature Stress in Transgenic Tobacco Plants. *Plant Physiology* Vol. 138, 2005, 2299-2309
- ZÁMEČNÍK, J.: Hospodáří rostliny s vodou efektívne? In: *Vliv abiotických a biotických stresoru na vlastnosti rostlin*. ISBN 978-80-87011-18-8, 2008, 77-82
- ŽIVČÁK, M. – BRESTIČ, M. – OLŠOVSKÁ, K. – SLAMKA P.: Performance index as a sensitive indicator of water stress in *Triticum aestivum* L., *Pl Soil Environment*, 54, 2008, 4, 133-139.

¹ – Katedra fyziológie rastlín SPU v Nitre

² – Katedra genetiky a šľachtenia rastlín SPU v Nitre

Kontakt:

prof. Ing. Marián Brestič, CSc., Katedra fyziológie rastlín, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, E-mail: Marian.Brestic@uniag.sk

HODNOTENIE GENETICKÝCH ZDROJOV REBRÍČKA OBYČAJNÉHO (*ACHILLEA MILLEFOLIUM* L.) EVALUATION OF THE GENETIC RESOURCES OF YARROW (*ACHILLEA MILLEFOLIUM* L.)

Iveta ČIČOVÁ – Pavol HAUPTVOGEL

The wild genus *Achillea* L. with white or pink flowers were collected from Slovakia and Czech Republic. Evaluated marks of the new genotypes of *Achillea*: plant height, density of stem foliage, stem pubescence, number of nodes, length of the longest internode (mm), leaf number and colour, leaf length and width, pubescence of upper side, pubescence of lower side, length of terminal inflorescence (mm), width of terminal inflorescence (mm), number of capitulum in terminal inflorescence, diameter of capitulum (mm), fresh biomass, maturity, yield per plant, and resistance to stresses (including diseases and insect pests).

Key words: *Achillea*, genotypes, evaluation, genetic resources

Úvod

Hodnotenie, prieskum a zber liečivých rastlín organizujú výskumní pracovníci vo svojich krajinách po celom svete. JARIČ, S. a kolektív, 2006, zorganizovali takýto zber na území najvyššieho pohoria v strednom Srbsku, Kopaonik, ktorý sa vyznačuje veľkou rastlinnou rozmanitosťou. Zozbieraných a hodnotených bolo 83 divorastúcich druhov rastlín zo 41 rodov. Medzi týmito divo rastúcimi rastlinami sú pre lekárske účely používané tieto druhy: *Hypericum perforatum* L., *Urtica dioica* L., *Achillea millefolium* L., *Matricaria chamomilla* L., *Sambucus nigra* L., a *Thymus serpyllum* L.. Najčastejšie boli používané v medicíne na liečbu črevných chorôb (50 %), povrchových poranení (25.6 %), nasledujú dýchacie, močové a kardiovaskulárne problémy (20.5 %, 20.5 %, 19.2 %). Podobný prieskum bol v Indii v obzvlášť vzdialenej oblasti Uttara Kannada, v západných horských hrebeňoch Karnataka. Miestny liečitelia tu majú dôležité postavenie vo zvládaní zdravotných ťažkostí domorodého obyvateľstva. V prezentovanej štúdií, bolo preskúmaných 92 tradičných liekov z rôznych regiónov Uttara Kannada. Celkovo bolo určených 25 rastlinných druhov, patriacich do 17 rodov. Tieto sa zvyčajne používajú na liečbu 12 rôznych reprodukčných chorôb (HEDGE, HEDGE, KHOLKUTE, 2007).

Ďalšie výskumy boli zamerané na izoláciu účinných látok z rebríčka (*Achillea*). Táto liečivá rastlina je používaná v ľudovej medicíne ako emenagogum. Viaceré farmakologické stratégie sa budú orientovať na izoláciu a biologický popis estrogénu v tradične používaných liečivých rastlinách (INNOCENTI et al., 2006). Na antimikrobiálnu aktivitu proti piatim baktériám *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* a *Salmonella enteritidis*) a dvom plesniam (*Aspergillus niger* a *Candida albicans*) boli testované extrakty rastlín týchto druhov rebríčka: *Achillea clavennae*, *Achillea holosericea*, *Achillea lingulata* a *Achillea millefolium*. Extrakty zo všetkých štyroch druhov ukázali rozsiahle spektrum antimikrobiálnej činnosti proti všetkým skúšaným rasám. Podrobne bolo preskúmané zloženie extraktu *Achillea clavennae*, ktorý preukázal najsilnejšiu aktivitu (STOJANOVIČ, RADULOVIČ, HASHIMOTO, PALIČ, 2005). Kolektívu RAHIMMALEK, TABATABAEI, ETEMADI, AMIR (2009) sa podarilo identifikovať celkovo 94 látok v 19 vzorkách rodu *Achillea* (druhy *A. millefolium*, *A. filipendulina*, *A. tenuifolia*, *A. santolina*, *A. biebersteinii*, *A. eriophora*) a skúmať vzťahy a závislosti medzi chemotypom, pôdnymi a klimatickými podmienkami a regiónmi pestovania, ktoré sú pravdepodobné dôvody vysokých variácií zložiek v esenciálnych olejoch hodnotených druhov.

Materiál a metódy

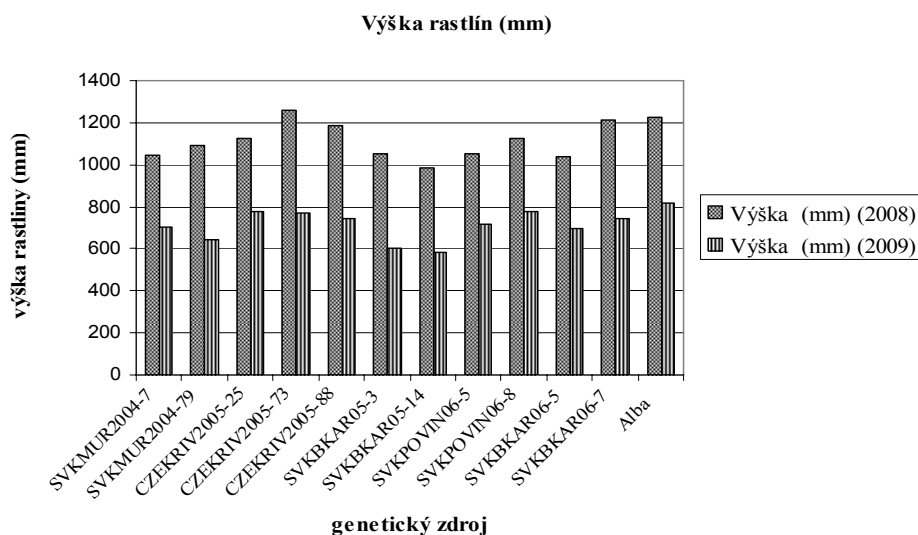
V roku 2007 bola na pracovisku VÚRV v Piešťanoch založená metódou úplných blokov škôlka základného hodnotenia rodu *Achillea*, ktorá pokračovala v roku 2008 a 2009. Škôlka mala 12 členov v dvoch opakovaníach, kontrolná odroda bola povolená slovenská odroda Alba. Na jar roku 2007 bola škôlka vysiatá ručne do riadkov vzdialených 0,30m, do hĺbky 5–10 mm, veľkosť pokusného políčka 1m². Po sejbe bol povrch pôdy povalcovaný, počas vegetácie bol porast udržiavaný v nezaburinenom stave. Zber rastlín sa robil ručne. Hodnotenie a rozbor rastlín bol robený v rokoch 2008 a 2009, podľa klasifikátora pre rebríček - *Achillea millefolium* agg. (IPGRI, 2004, pracovná verzia). Všetky odobraté vzorky boli sušené prirodzene do teploty 38°C. V spolupráci s Farmaceutickou fakultou sa podarilo stanoviť % proazulénov v silici u vzoriek z roku 2008, vzorky hodnotené v roku 2009 sa ešte spracovávajú.

Hodnotené znaky rebríčka obyčajného: tvar rastliny, výška rastliny, hustota olistenia stonky, vetvenie stonky, ochlpenie stonky, farba stonky, počet kolienok, dĺžka najdlhšieho internódia, dĺžka, šírka listu, intenzita sfarbenia listu, olistenie, počet listov, ochlpenie vrchnej a spodnej strany listu, dĺžka a šírka koncového súkvetia, vetvenie koncového súkvetia, tvar súkvetia, počet hlávok na koncovom súkvetí, farba okraja listeňa, ochlpenie listeňa, farba jazkyovitých a rúrkovitých kvetov, začiatok kvitnutia, plné kvitnutie, koniec kvitnutia, zber, HTS, klíčenie, úroda semien na rastlinu, čerstvá a suchá biomasa, choroby, škodcovia (klasifikátor IPGRI, 2004, pracovná verzia).

Výsledky a diskusia

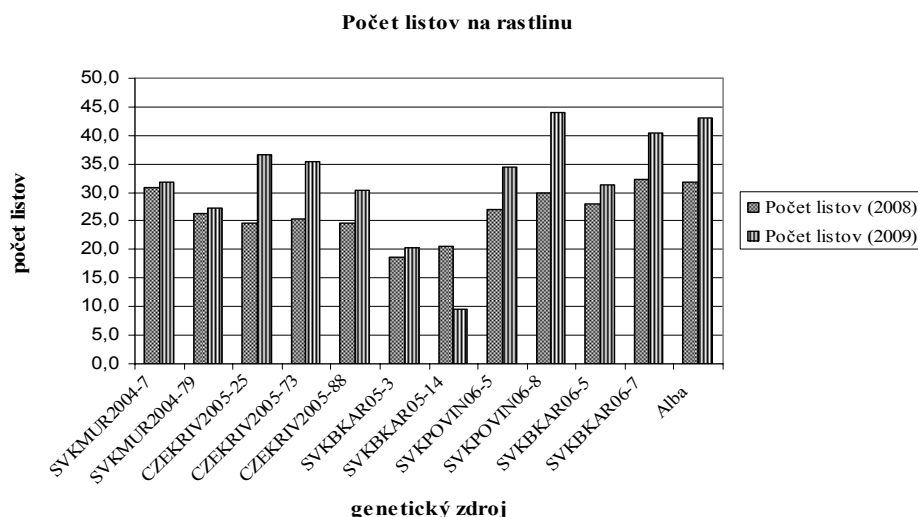
Ako vidieť z grafu číslo 1 v roku 2008 bol najvyšší genetický zdroj CZEKRIV2005-73 a medzi najvyššie odrody patrila aj kontrolná odroda Alba. Celková výška rastlín bola v roku 2009 v priemere o 406 mm nižšia v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Najvyšším genetickým zdrojom v roku 2009 bol genotyp CZEKRIV2005-25 (777 mm) a rovnako aj genotyp SVKPOVIN06-8 (777 mm) a kontrolná odroda (Alba 819 mm). Niektoré genotypy sa vyznačovali vysokou hustotou listov napríklad SVKPOVIN06-5, SVKBBKAR06-7, CZEKRIV2005-73, SVKMUR2004-7. Sledovali sme aj ochlpenie stonky a listov, ktoré sa ukázalo veľmi variabilné, napríklad genotypy CZEKRIV2005-73 a CZEKRIV2005-88 mali ochlpené stonky aj listy, ale u genotypu CZEKRIV2005-25 sa prejavilo ochlpenie iba na stonke. Počet kolienok u hodnotených genetických zdrojoch je od 16 až do 31.

Graf 1:



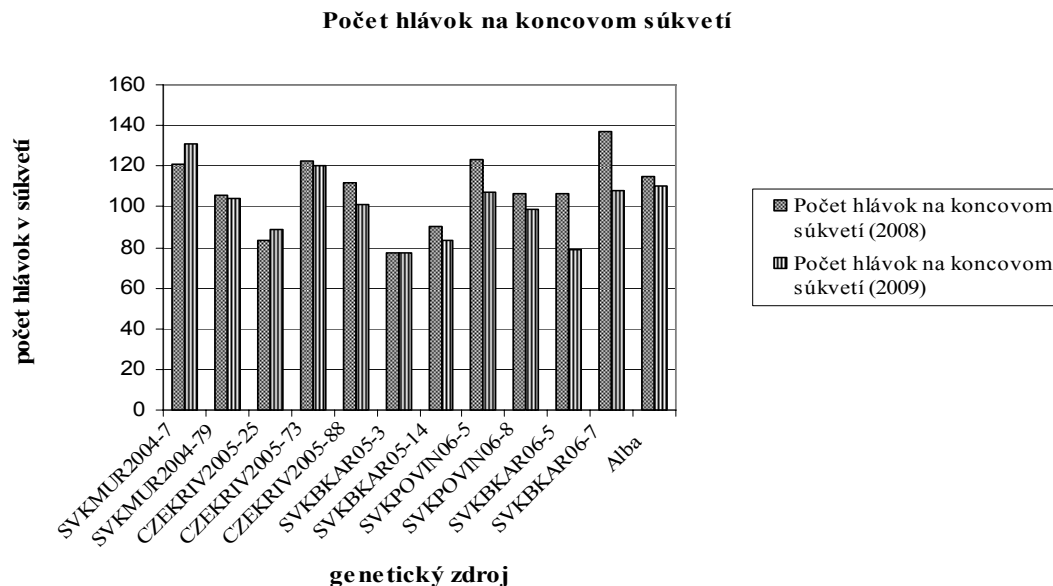
Dĺžka a šírka listovej čepele a počet listov súvisí s určením listovej plochy. Tieto parametre boli v roku 2008 veľmi variabilné: dĺžka listovej čepele bola od 46 mm do 90,3 mm, šírka listovej čepele od 11,3 mm do 27,8 mm a počet listov od 18,1 do 33,6. V roku 2009 boli namerané tieto údaje dĺžky a šírky listovej čepele, od 41,3 mm do 87,5 mm a šírka od 8,1 mm do 15,7 mm, počet listov bol od 9 do 44.

Graf 2:



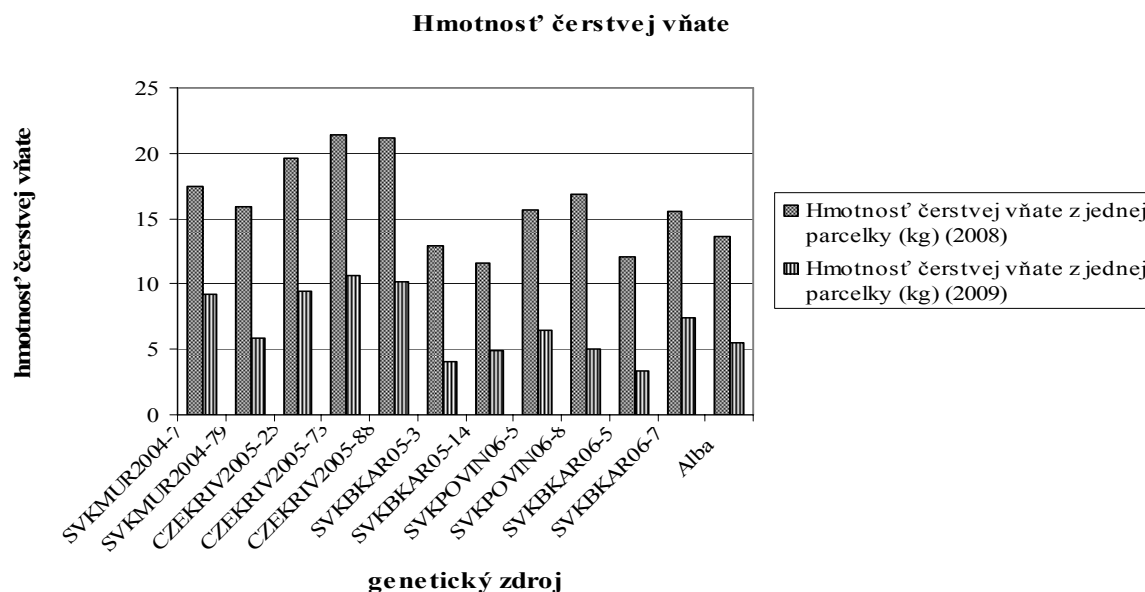
Najvyššia variabilita sa prejavila v znaku počet hlávok na koncovom súkvetí od 66,1 až do 137,9 čo je viac ako dvojnásobok. Merané znaky súkvetia boli približne rovnaké v oboch hodnotených rokoch, priemerná dĺžka koncového súkvetia 48,6 mm, priemerná šírka koncového súkvetia 61,4 mm a počet hlávok na koncovom súkvetí 101. U kvetu rebrička sa hodnotia nasledovné znaky: dĺžka a šírka koncového súkvetia, počet hlávok na koncovom súkvetí a priemer hlávky.

Graf 3:



Zaujímavá je úroda čerstvej vňate, ktorá bola vyššia v roku 2008 od 10,1 kg z pokusného políčka do 24,3 kg. Výrazne nižšia bola úroda čerstvej vňate v roku 2009, v priemere 6,85 kg z parcelky. Pomer zosušenia čerstvej hmoty je v intervale od 2,54 do 3,42. HABÁN, 1996 udáva pomer zosušenia pre *Millefolii herba* 4:1.

Graf 4:



Záver

V práci sú prezentované výsledky hodnotenia rodu *Achillea* v pokusných rokoch 2008 a 2009. V oboch rokoch hodnotenia sú porovnávané rovnaké znaky podľa deskriptora pre rod *Achillea* (IPGRI, 2004, pracovná verzia). V práci sú uvedené iba vybrané znaky hodnotenia. Zo získaných údajov možno konštatovať, že rok 2008 bol úrodnejší z hľadiska získania úrody čerstvej vňate 16,16 kg z pokusného políčka v porovnaní s rokom 2009 6,85 kg z pokusného políčka. Výšku úrody ovplyvnilo niekoľko faktorov a to výška rastliny, rok pestovania, meteorologické podmienky v jednotlivých rokoch pestovania. V roku 2008 boli všetky genotypy výrazne vyššie v priemere 1120 mm v porovnaní s rokom 2009, keď mali priemerne iba 714 mm.

Pod'akovanie: Táto práca vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Transfer, využitie a diseminácia výsledkov výskumu genofondu rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (ITMS: 26220220058), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- HABÁN, M.: Pestovanie liečivých rastlín. Nitra : ÚVTIP – NOI Nitra, 1996, 135 s.
- HEGDE, H.V. – HEGDE, G.R. – KHOLKUTE, S.D.: Herbal care for reproductive health: Ethno medicobotany from Uttara Kannada district in Karnataka, India. In: Complementary Therapies in Clinical Practice, 2007, vol. 13, Iss. 1, p. 38-45.
- INNOCENTI, G. et al.: *In vitro* estrogenic activity of *Achillea millefolium* L. In: Phytomedicine, 2006,
- JARIČ, S. et al.: An ethnobotanical study on the usage of wild medicinal herbs from Kopaonik Mountain (Central Serbia). In: Journal of Ethnopharmacology, 2006,
- RAHIMMALEK, M. – TABATABAEI, B. – ETEMADI, N. – AMIR, S.: Essential oil variation among and within six *Achillea* species transferred from different ecological regions in Iran to the field conditions. In: Industrial Crops and Products, 2009, vol. 29, Iss. 2-3, p. 348-355.
- STOJANOVIČ, G. – RADULOVIČ, N. – HASHIMOTO, T. – PALIČ, R.: *In vitro* antimicrobial activity of extracts of four *Achillea* species: The composition of *Achillea clavennae* L. (*Asteraceae*) extract. In: Journal of Ethnopharmacology, vol. 101, Iss. 1-3, 2005, p. 185-190.

Adresa autora:

Iveta Čičová, CVRV Bratislavská cesta 122, 92168 Piešťany, e-mail: cicova@vurv.sk

IDENTIFIKÁCIA PATOGÉNNYCH HÚB VYBRANÝCH LIEČIVÝCH RASTLÍN NA SLOVENSKU

IDENTIFICATION OF PATHOGENIC FUNGI ON MEDICINAL HERBS IN SLOVAKIA

Iveta ČIČOVÁ – Martin PASTIRČÁK

This study concerns the diversity of filamentous fungi associated with medicinal herbs (Achillea, Hypericum, Origanum, Plantago) in Slovakia. Twenty three fungal species of the genera Camarosporium, Colletotrichum, Diaporthe, Diploceras, Erysiphe, Golovinomyces, Leptosphaeria, Ophiobolus, Phomopsis, Pleospora and Septoria were identified. The most common genera were Septoria, Phomopsis and Colletotrichum.

Key words: Achillea, Hypericum, Origanum, Plantago, Colletotrichum, Diaporthe, Phomopsis, Septoria

Úvod

Lúčne ekosystémy patria medzi druhovo bohaté zdroje rastlinných druhov s rôznymi účinnými látkami danými ich chemickou podstatou. Tieto látky boli využívané v ľudovom liečiteľstve a predstavujú zdroj prírodných látok, o ktoré sa intenzívne zaujíma človeka aj v súčasnosti. Liečivé rastliny patria medzi významnú skupinu rastlinných druhov s prírodnými látkami využívanými aj vo farmaceutickom priemysle. Vybrané druhy sú predmetom intenzívneho pestovania za účelom získania prírodných látok v dostatočnom množstve. S intenzifikáciou pestovania úzko súvisí aj potencionálne premnoženie prirodzených biotických faktorov ovplyvňujúcich produkciu zdravotne nezávadnej suroviny pre ďalšie spracovanie. Z biotických činiteľov významnú časť predstavujú fytopatogénne druhy mikroskopických húb. Komplexnejšie sú doposiaľ spracované hubové ochorenia druhov *Hypericum perforatum* L. a *H. maculatum* Crantz. z územia Lity (Radaitiene, et al. 2002). Cieľom tohto príspevku je štúdium patogénnych druhov mikroskopických húb vybraných rodov liečivých rastlín (*Achillea*, *Hypericum*, *Origanum*, *Plantago*) na území Slovenska.

Materiál a metódy

Na štúdium sme použili rastlinný materiál z liečivých rastlín rastúcich prirodzene na území Slovenska. Mikroskopické huby sme determinovali na odumretých rastlinách pomocou štandardnej svetelnej mikroskopie (OLYMPUS BX51, OLYMPUS SZ61) na základe makroskopických a mikroskopických charakteristík s použitím manuálov v súčasnosti používaných pre identifikáciu mikroskopických húb – múčnatkotvaré huby (Braun, 1995), rod *Septoria* (Andrianova & Minter, 2001; Teternikova-Babajan, 1987), rod *Phomopsis* (Grove, 1935, 1937; Uecker, 1988), *Diaporthe* (Wehmeyer, 1933), rod *Leptosphaeria* a *Ophiobolus* (Shoemaker, 1984; Shoemaker, 1976) rod *Colletotrichum* a *Diploceras* (Sutton, 1980; Nag Raj, 1993).

Výsledky a diskusia

Mikroskopické huby predstavujú prirodzenú súčasť každého ekosystému, kde sa podieľajú na rôznych energetických procesoch. Fytopatogénne huby využívajú energiu ešte žijúcich jedincov rastlín pre zabezpečenie svojej reprodukcie. Z tohto dôvodu predstavujú významnú skupinu organizmov ovplyvňujúcich rast a rozmnožovanie rastlín v prirodzených podmienkach. Prenos pôvodných druhov liečivých rastlín do podmienok intenzívneho pestovania človekom predstavuje pomerne vysoké riziko prenosu aj prirodzených patogénov. Z týchto dôvodov sme uskutočnili analýzu odumretého biologického materiálu vybraných druhov rodu *Achillea*, *Hypericum*, *Origanum* a *Plantago* rastúcich na rôznych lokalitách Slovenska. Výsledkom tejto analýzy je identifikácia 23 prirodzených patogénnych druhov mikroskopických húb (tabuľka 1) z územia Slovenska. Identifikované druhy mikroskopických húb patria medzi rody *Camarosporium*, *Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Diploceras*, *Erysiphe*, *Golovinomyces*, *Leptosphaeria*, *Ophiobolus*, *Phomopsis*, *Pleospora* a *Septoria*. K významným skupinám patogénnych húb patria múčnatkotvaré huby (rod *Erysiphe*, *Golovinomyces*), ktoré vytvárajú biely povlak na listoch a stonkách rastlín. Listové škvrnitosti sú spôsobované hubami rodu *Septoria* a *Diploceras*. Hnilobu stoniek spôsobujú huby rodu *Camarosporium*, *Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Diploceras*, *Leptosphaeria*, *Ophiobolus*, *Phomopsis*, *Pleospora* a *Septoria*. V tomto príspevku prinášame úvodné informácie o prítomnosti parazitických druhov mikroskopických húb na liečivých druhoch rastlín (*Achillea*, *Hypericum*, *Origanum*, *Plantago*) rastúcich na území Slovenska. Mykologická kontrola zbieraného genetického materiálu z prirodzených lokalít môže včas odhaliť kontamináciu biologického materiálu (najmä však semien) mikroskopickými hubami, čím sa zabráni jeho neskoršiemu znehodnoteniu.

Tabuľka 1: Prehľad identifikovaných patogénnych druhov mikroskopických húb na liečivých rastlinách rodu *Achillea*, *Hypericum*, *Origanum* a *Plantago* z územia Slovenska (¹ + - výskyt zaznamenaný)

Patogénne huby	Hostiteľ	Výskyt na Slovensku ¹
<i>Septoria plantaginis</i>		+
<i>Pleospora herbarum</i>		+
<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Plantago lanceolata</i>	+
<i>Phomopsis subordinaria</i>	<i>Plantago lanceolata</i>	+
<i>Septoria plantaginis</i>	<i>Plantago media</i>	+
<i>Phomopsis subordinaria</i>	<i>Plantago media</i>	+
<i>Pleospora herbarum</i>	<i>Plantago media</i>	+
<i>Colletotrichum sp.</i>	<i>Plantago media</i>	+
<i>Septoria hyperici</i>	<i>Hypericum perforatum</i>	+
<i>Diploceras hypericinum</i>	<i>Hypericum perforatum</i>	+
<i>Erysiphe cichoracearum</i>	<i>Hypericum perforatum</i>	+
	<i>Hypericum perforatum</i>	+
	<i>Origanum vulgare</i>	+
<i>Ophiobolus sp.</i>	<i>Origanum vulgare</i>	+
<i>Erysiphe galeopsidis</i>	<i>Origanum vulgare</i>	+
<i>Phomopsis arctii</i>	<i>Achillea millefolium</i>	+
<i>Leptosphaeria millefolii</i>	<i>Achillea millefolium</i>	+
<i>Ophiobolus anguillidus</i>	<i>Achillea millefolium</i>	+
<i>Phomopsis achilleae</i>	<i>Achillea millefolium</i>	+
<i>Camarosporium compositarum</i>	<i>Achillea millefolium</i>	+
<i>Septoria achilleicola</i>	<i>Achillea millefolium</i>	+
<i>Golovinomyces cichoracearum</i>	<i>Achillea millefolium</i>	+
<i>Diaporthe arctii</i>	<i>Achillea millefolium</i>	+

PodĎakovanie: Tato štúdia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Transfer, využitie a diseminácia výsledkov výskumu genofondu rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (ITMS: 26220220058), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- ANDRIANOVA, T.V. – AND MINTER, D.W. 2001: *Septoria hyperici*. I.M.I. Descr. Fungi Bact. 1415, 3 s.
- Braun, U., 1995: The Powdery mildews (*Erysiphales*) of Europe. Gustav Fisher Verlag, Jena, Germany. 337 s.
- GROVE, W.B., 1935: British stem- and leaf-fungi (Coelomycetes) 1, 508 s.
- GROVE, W.B., 1937: British stem- and leaf-fungi (Coelomycetes) 2, 406 s.
- NAG RAJ, T.R., 1993: *Coelomycetous anamorphs with appendage bearing conidia*. Mycologue Publications. Canada.
- RADAITIENE, D. – KAČERGIUS, A. – RADUŠIENE, J., 2002: Fungal diseases of *Hypericum perforatum* L. and *H. maculatum* Crantz. in Lithuania. Biologija 48 (1), s. 35-37.
- SHOEMAKER, R.A., 1984: Canadian and some extralimital *Leptosphaeria* species. *Canadian Journal of Botany* 62, s. 2688–2729.
- SHOEMAKER, R.A., 1976: Canadian and some extralimital *Ophiobolus* species. *Canadian Journal of Botany* 54, s. 2365–2404.
- SUTTON, B.C., 1980: *The Coelomycetes*. Fungi Imperfecti with Pycnidia Acervuli and Stromata CMI, Kew.
- TETERNIKOVA-BABAJAN, D.N., 1987: The fungi of genus *Septoria*. Erevan.
- Uecker, F.A., 1988: A world list of *Phomopsis* names with notes on nomenclature, morphology and biology. *Mycologia Memoir* 13, s. 1–231.
- WEHMEYER, L.E., 1933: The genus *Diaporthe* Nitschke and its segregates. *University of Michigan Studies Scientific Series* 9, s. 1-349.

Adresa autora:

Iveta Čičová, Martin Pastirčák

CVRV VURV Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany. e-mail: cicova@vurv.sk, pastircak@vurv.sk

VARIABILITA MORFOLOGICKÝCH ZNAKŮ JITROCELE PROSTŘEDNÍHO (*PLANTAGO MEDIA* L.) V ČESKÉ REPUBLICE

VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF *PLANTAGO MEDIA* L. IN THE CZECH REPUBLIC

Karel DUŠEK – Elena DUŠKOVÁ – Kateřina SMÉKALOVÁ

Plants of Plantago media from 16 original localities in the Czech Republic were evaluated for basic morphological characters (high and width of plants, length and width of leaves, length of inflorescences) in the field nursery in Olomouc in 2006 and 2007. The experimental plants proved slightly chunkier growth compare to the literature data. Between the plants from different localities were found statistically significant differences in all studied characters and both evaluated years.

Key words: Plantago media, morphological characters, biodiversity

Úvod

Jitrocel prostřední (*Plantago media* L.) je jednou z rostlin vhodných pro rekultivace a zakládání druhově bohatých lučních porostů. Přímý výsev komerčních směsí osiv vybraných trav a dvouděložných rostlin, s sebou ale přináší rizika snížení přirozené biodiverzity a genetické eroze. Pro zakládání nových, druhově bohatých porostů se doporučuje použití regionálních směsí, tedy směsí osiva druhů, které jsou vlastní určité oblasti a utvořily geneticky jedinečné, podmínkám stanoviště přizpůsobené typy (ekotypy). Zdroj semen by měl být pokud možno ve stejném území, jako je lokalita, kde k obnově luk dochází (Kvítek a kol. 1997). Toto pravidlo však často naráží na různé komplikace (zvláště finanční) a s výmluvou „vždyť jsou ty kytky stejné“ je nejrůznějšími způsoby obcházeno. Cílem tohoto příspěvku je na příkladu jitrocele prostředního ukázat, že i při pouhém hodnocení základních morfologických znaků lze mezi rostlinami z různých lokalit nalézt statisticky průkazné rozdíly.

Materiál a metody

Na 16 lokalitách v pěti CHKO byly při sběrové expedici v r. 2004 odebrány vzorky semen jitrocele prostředního. Po dopěstování byla v následujícím roce v Olomouci z předpěstovaných sazenic založena polní školka a v letech 2006 a 2007 probíhalo na základě Minimální sady popisných deskriptorů (interní dokument) hodnocení morfologických znaků. U každé původní lokality bylo hodnoceno náhodně vybraných 10 rostlin.

Hodnocenými znaky byly: výška rostliny (měřeno od povrchu půdy po vrcholek květenství), šířka rostliny (měřeno jako šířka přizemní listové růžice včetně bočních růžic), délka listu (čepel a řapík, měřeno 10 listů v růžici), šířka listu (měřeno 10 listů v růžici, v nejširší části listu) a délka květenství (délka 10 květních klasů na rostlině, měřeno včetně květního stvolu). Získané výsledky byly statisticky zhodnoceny jednofaktorovou analýzou variance v prostředí Anova při hladině významnosti $\alpha = 0.05$ resp. 0.01.

Výsledky a diskuze

Odborná literatura uvádí, že čepel listů jsou u jitrocele prostředního (2-)5-12(-26) cm dlouhé a (1,5-)2,5-6,0(-10,0) cm široké a řapík 0,5-4,0(-12,0) cm dlouhý (Chrtek 2000). Celková délka listů tedy dosahuje 2,5-38 cm. Chater a Cartier (1976) uvádí o něco větší rozpětí velikosti listů: (2-)5-15(-30) cm délky a (1,5-)2,5-8 cm šířky. U rostlin experimentálně pěstovaných v polní školce byly zjištěny listy o délce 4,5-35,0 cm a šířce 2,5-12 cm, což odpovídá literárním údajům. Drobné přesahy v obou hodnotách směrem k robustnějšímu vzrůstu listů lze vysvětlit pěstováním v kultuře – v lučním porostu, kde musí rostliny svádět konkurenční boj s jinými druhy, jsou pravděpodobně drobnější.

Květní stvolky jsou uváděny o výšce (7-)15-30(-55) cm a klasy 2-6(-10) cm dlouhé, po odkvětu až 15 cm dlouhé (Chrtek 2000). Celková délka květních stvolů s klasy tedy v době květu tvoří 9-65 cm. Chater a Cartier (1976) uvádí, že délka květních stvolů dalece přesahuje délku listů a květní klasy jsou dlouhé (1-)2-6(-10) cm dlouhé. Délka květenství byla v naší experimentální výsadbě stanovena v rozmezí 14-77 cm, tedy také větší než uvádí citovaná literatura. I tento rozdíl lze zdůvodnit pěstováním rostlin v kultuře.

S délkou květenství v našem experimentu přímo souvisí i celková výška rostlin. Není tedy překvapivé, že obě vlastnosti dosahují téměř shodných výsledků. Výška rostlin byla stanovena v rozmezí 26-78 cm. Šířka rostlin, tedy hlavní listové růžice nebo (v r. 2007) i několika bočních růžic byla zjištěna mezi 15 a 76 cm, tyto hodnoty však není možné konfrontovat s žádnými výsledky v odborné literatuře.

Průměrné hodnoty všech měřených vlastností a jejich směrodatné odchylky u rostlin ze všech hodnocených původních stanovišť jsou uvedeny v tabulce 1.

Hodnocení morfologických znaků jitrocele bylo prováděno v polní školce především proto, aby měly rostliny ke svému vývoji shodné podmínky. Přenesením materiálů do identického prostředí byly setřeny rozdíly v klimatických, půdních a jiných podmínkách původních lokalit a byl tak zdůrazněn genetický potenciál studovaných rostlin. I přes toto opatření byly mezi rostlinami různého původu v obou hodnocených

letech ve všech hodnocených charakteristikách zjištěny statisticky průkazné a vysoce průkazné rozdíly (Tab. 2).

Tabulka 1: Výsledky hodnocení morfologických znaků podle jednotlivých lokalit

Lokalita / průměr (cm) a směrodatná odchylka	Výška rostliny		Šířka rostliny		Délka listu		Šířka listu		Délka květenství	
	Ø	σ	Ø	σ	Ø	σ	Ø	σ	Ø	σ
BK Suchov	45,3	5,7	34,7	8,7	13,6	3,7	5,9	1,3	42,8	6,8
BK Brumov-Bylnice	49,9	10,2	41,6	15,5	15,6	5,1	6,6	1,7	52,6	8,1
BK Březová	52,0	5,5	39,7	3,3	15,6	2,8	6,8	1,4	47,2	6,3
ČS Mentourov	48,0	9,2	44,2	15,6	17,2	5,2	6,2	1,4	49,2	8,3
ČS Radobýl	45,7	8,3	37,0	11,3	13,8	3,5	6,2	1,3	45,8	7,6
ČS Raná	41,1	9,3	34,3	12,5	13,0	4,3	5,2	1,5	40,5	8,6
JH Libič	44,9	10,2	36,8	12,6	13,8	4,1	6,6	1,4	44,8	9,4
JH Rydvaldice	45,8	5,6	40,8	13,3	16,2	4,9	5,7	1,2	43,8	6,2
MK Vilémovice sad	44,7	6,5	38,3	13,3	15,0	5,8	6,1	1,7	43,3	7,9
MK Macošská stráň	44,1	4,8	33,8	7,6	13,6	3,4	5,0	1,3	40,7	6,3
MK Balcarka	49,2	8,8	41,0	12,4	16,2	4,8	6,4	1,6	47,9	8,3
MK sad U hájovny	50,1	9,9	39,0	12,7	15,3	5,0	5,9	1,5	49,1	9,0
MK Křtiny lem	45,1	8,1	34,5	10,5	13,4	3,8	6,1	1,3	44,4	8,2
MK Hády	49,2	7,1	36,9	11,2	14,3	4,2	5,7	1,3	47,9	7,4
MK Vilémovice louky	46,3	8,1	38,2	13,2	14,2	4,5	6,4	1,6	44,2	8,6
ŠU Velký Bor	36,8	6,1	30,1	7,8	11,2	2,7	5,7	1,3	35,1	5,5
průměr	46,0	8,7	37,5	12,4	14,5	4,6	6,0	1,5	44,7	8,7

BK – Bílé Karpaty, ČS – České Středohoří, JH – Jizerské hory, MK – Moravský kras, ŠU - Šumava

Tabulka 2: Statistické rozdíly mezi rostlinami rozdílného původu

	Lokalita		CHKO	
	2006	2007	2006	2007
Výška rostliny	++	++	++	++
Šířka rostliny	++	++	+	++
Délka listu	++	++	++	++
Šířka listu	++	++	++	++
Délka květenství	++	++	++	++

+ statisticky průkazný rozdíl ($\alpha = 0.05$); ++ statisticky vysoce průkazný rozdíl ($\alpha = 0.01$)

Závěr

V letech 2006 a 2007 byly v polní školce v Olomouci hodnoceny základní morfologické znaky (výška a šířka rostlin, délka a šířka listů, délka květenství) u rostlin jitrocele prostředního přenesených ze 16 lokalit v ČR. Hodnocení prokázalo, že rostliny v polní výsadbě mohou dosahovat i lehce robustnějšího vzrůstu, než uvádí odborná literatura. Mezi skupinami rostlin z různých původních lokalit byly ve všech hodnocených vlastnostech a obou pokusných letech zjištěny statisticky průkazné rozdíly.

Poděkování: Výsledky vznikly s podporou výzkumného záměru MZe ČR 0002700602.

Literatura

- CHATER, A.O., CARTIER, D. 1976: *Plantago* L. In: TUTIN, T.G., HEYWOOD, V.H., BURGESS, N.A., et al. (eds.) *Flora Europaea*. Vol. 4. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney. 459 s. ISBN 0 521 08717 1.
- CHRTEK, J. sen. 2000: *Plantaginaceae* Juss. – jitrocelovitě. In: Slavík, B. (ed.) *Květena České republiky* 6, Academia, Praha. 770 s. ISBN 80-200-0306-1.
- KVÍTEK, T. et al. 1997: *Metodika 21/1997 – Udržení, zlepšení a zakládání druhově bohatých luk*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha. 52 s., ISSN 12113972.

Adresa autorů:

Karel Dušek, Elena Dušková, Kateřina Směkalová – Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Oddělení zelenin a speciálních plodin
Olomouc, Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc-Holice

VPLYV VLNKOSTI NA SPALNÉ TEPLA, VÝHREVNOSŤ A ENERGETICKÚ VÝŤAŽNOSŤ DENDROMASY INFLUENCE OF MOISTURE ON GROSS CALORIFIC VALUE, CALORIFIC VALUE AND ENERGY YIELD OF DENDROMASS

Ľubomír ENGLER – Miroslav JANČICH – Lukáš GRÁC – Shubhadeep
ROYCHOUDHURY

*The work was aimed at measuring the gross calorific values along with calculation of calorific values of several willow varieties (*Salix viminalis* L.) and assessment of energy-accumulation potential of dendromass of five varieties of fast-growing willow (*Salix viminalis* L.) planted at the university garden in Koliňany, Nitra, Slovak Republic. Clones were grown for the production of biological material suitable for energy generation. Total calorific values of dendromass of the following Swedish willow clones were measured: Gudrun, Inger, Tora, Tordis and Sven. These willow clones showed genetic, physiological as well as morphological differences. It was interesting to see how these changes are reflected in the energy yield from one another and to other plant species.*

Key words : dendromass, energy-accumulation potential, morphological differences, calorific values,

Introduction

One of the potential areas of future research at the research institutes, scientific laboratories, universities is solving the practical problems associated with the use of biomass. It is supposed that in future addressing the issue of biomass will begin at all levels in society. Research and technology development related to production, processing and utilization of biomass for energy purposes, assumed the seriousness along with the arrival of a new phenomenon of so called global energy crisis. Society is slowly and carefully coming to terms with this modern phenomenon. Energy indicators of dendromass quality determine what direction the research will go and what parameters will be monitored and prioritized in the future. Gross calorific value and calorific value are the most important indicators of the energy value of fuel. Various modern methods of heat and equipments are used for measuring these parameters. A device known as C-200, is suitably designed to monitor the behaviour of materials during combustion. The main difference between the values of the gross calorific value and calorific value is the physical state of water in the combustion of biomass and dendromass. Gross calorific value is released on complete combustion of 1 kg of fuel to CO₂ and SO₂, and liquid water. Calorific value is perceived as heat released under the same conditions, but releasing the steam instead of water in liquid form. Calorific value is calculated by deducting heat of water vapour refrigeration from the gross calorific value. In most cases, the gross calorific value and calorific value are expressed in kWh/kg. Dendromass is characterized by frequently changing relatively high water content, which in fuel up to a certain extent influences the energy characteristics of dendromass. The combustion process involves high water content in the fuel, and greater demands of energy consumption for water evaporation.

Material and methods

Sampling is conducted directly on the ground. The climate was continental in nature. The weather during the growing season was characterized by a fall crop sown at 358 mm of rainfall with an average temperature of 15.7 °C. The soil was muck brown with 1.7-2.1 % humus content and pH 6.45-7.3.

In the laboratory, samples were cleaned and sorted. Calorimetric examinations require only a small quantity (in grams) of material. Biological material was dried, homogenised and then weighed. Prior to subjecting the samples to calorimetric measurement, the their moisture contents were measured using device FM-200. Samples were divided into three groups according to moisture content; the first group had 30 % moisture content measured as moisture content post harvest (Table 1). The second group of samples had 15 % moisture (Table 2) and the third group 0 % (Table 3). Calorimetric device C-200 designed to determine the calorimetric values in solid or liquid substances was used to measure the gross calorific values of solid fuels. The sample fuel was placed in the calorimeter and filled with oxygen pressure from 2.0-3.5 MPa. After electrical ignition of the sample fuel, fuel burned in an oxygen atmosphere and its derivatives in the calorimeter were isobarically cooled to ambient temperature. Gross calorific value of fuel was calculated from changes in water temperature of water filling of calorimeter, heat capacity of calorimeter as determined by the weight of the sample fuel. Consequently, calorific value of samples were mathematically calculated as kWh/kg.

Results and discussion

The aim of the experiment was to evaluate the energy-accumulation potential of dendromass of five varieties of fast-growing willows (*Salix viminalis* L.) planted at the university plantation for the production of biological materials suitable for energy generation. While measuring the gross calorific value of dendromass, for each species values were obtained at different moisture content (%) and at different stages of

ontogenesis. The first value is the value obtained from samples containing 30 % moisture (Table 1). Significant energy diversity was observed amongst the clones. The clone Gudrun recorded the highest value while the lowest value was obtained for the clone Inger. However, comparison of results from Tables 1 and 2 revealed significant differences in calorific value and (increasing) energy levels calculated as k/Wh/kg.

Table 1: Samples with 30 % moisture content.

Variety	Moisture content (%)	Gross calorific value (MJ/kg)	Calorific value (MJ/kg)	Energy (k/Wh/kg)
Inger	30	19.12	12.61	3.51
Sven	30	19.85	13.34	3.71
Tora	30	19.97	13.46	3.74
Tordis	30	19.65	13.14	3.65
Gudrun	30	20.26	13.75	3.82

Even more striking difference in energy recovery and the impact of moisture on it was seen on comparing the results of Table 1 with Table 3, where the samples were dried at 103° C so as to achieve 100 % drying of samples.

Table 2: Samples with 15 % moisture content.

Variety	Moisture content (%)	Gross calorific value (MJ/kg)	Calorific value (MJ/kg)	Energy (k/Wh/kg)
Inger	15	19.12	15.87	4.41
Sven	15	19.85	16.60	4.61
Tora	15	19.97	16.72	4.64
Tordis	15	19.65	16.40	4.55
Gudrun	15	20.26	17.01	4.82

Decrease in energy yield of *Salix viminalis* clones was significant and energy yield was found to increase with decrease of moisture content of dendromass. However, if we compare the gross calorific value and calorific value of other plants, we see differences. However, the factors such as humidity and the period of harvest must be taken into account.

Table 3: Samples with 0 % moisture content.

Variety	Moisture content (%)	Gross calorific value (MJ/kg)	Calorific value (MJ/kg)	Energy (k/Wh/kg)
Inger	0	19.12	19.05	5.31
Sven	0	19.85	19.63	5.51
Tora	0	19.97	19.75	5.54
Tordis	0	19.65	19.43	5.45
Gudrun	0	20.26	20.04	5.62

This is because dendromass as biological material in the course of growth varies not only chemically but also energetically. Moisture content as well as density of dendromass undergo changes, which has implications for energy recovery.

Table 4: of Energy yield comparison of dendromass fuels.

Species	Calorific value (MJ/kg)	Gross calorific value (MJ/kg)
<i>Picea abies</i>	15.2	17.6
<i>Robinia pseudoacacia</i>	14.7	17.1
<i>Betula verrucosa</i>	15.8	18.2
<i>Pinus sylvestris L.</i>	15.6	17.9
<i>Populus alba</i>	14.4	16.8
<i>Alnus glutinosa</i>	14.9	17.3
<i>Fraxinus excelsior L.</i>	14.7	17.3
<i>Fagus sylvatica</i>	14.5	16.5
<i>Quercus robur</i>	15.2	17.6

Conclusion

There are wide scopes of industrial utilization of *Salix viminalis* clones, especially for the purpose of energy generation. Individual clones show high levels of gross calorific value and calorific value. For such applications, however, it won't be enough to know only the energy yield of different clones. There are more important and decisive factors than just energy recovery. Adaptability and morphological characteristics of the clones will play an vital role, particularly their photosynthetic activity in the rapidly changing conditions in Central Europe.

The development of bioenergetics will also depend to a large extent on the political will and associated legislations. Establishment of plantations is expensive, and, therefore, will require far from marginal allocation of funds in order to support the development of bioenergy sector. This is because return on such investment takes at least a few years.

Support for research projects focused on bioenergy, genetics and breeding, as well as related disciplines should be one of the priorities in developing future energy legislation.

References

- ARONSSON, P. – HEISOO, K. – HASSELGREEN, K. 2002. Spatial variation in above-ground growth in unevenly wastewater – irrigated willow *Salix viminalis* plantations. In: Ecological Engineering, 2002, no. 19, p. 281-287. ISSN 0925-8574.
- ENGLER, E. 2009, Nezverejnené výsledky, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra fyziológie rastlín,
- HABOVŠTIAK, J. – DANIEL, J. 2001. Pestovanie odrôd vrb (Salix viminalis L.) na energetické účely (in Slovak). In: Naše pole, 2001, č.5, s. 10. ISSN 1335-2466.
- HÚSKA, J. – URMÍNSKY, VÁGNER, M. – KOLCUN, M. 2000. Experimentálne výsledky z pestovania vrb košíkarskej (Salix viminalis L.), (in Slovak). In: Nová energetická politika SR: obnoviteľné zdroje energie, aproximácia k politike EÚ (zborník z medzinárodnej konferencie). Bratislava Dataexpres, 2000. s. 124-128. ISBN 80-968421-0-2.
- MORTENSEN, J.- NIELSEN, K. H. – JŘRGENSEN, U. 1998. In:
- NIŇAJ, M. – HÚSKA, J. 2005. Vrba – zdroj energie (in Slovak). In: Úroda, roč.53, 2005, č. 1, s. 38-39. ISSN 0139-6013.
- RONNBERG-WASTJUNG, A. C. – GULLBERG, U. 1999. Genetics of breeding characters with possible effects on biomass production in *Salix viminalis* L. In: Theoretical and Applied Genetics, 1999, no. 98. p. 531-540. ISSN 0040-5752.
- ŠPÁNIK, F. – REPA, Š. – ŠIŠKA, B. 1996. Klimatické a fenologické pomery Nitry (1960-1991) (in Slovak). Nitra : SPU 1996. 62 s.
- TAHVANAINEN. L. – RYTKONEN, V. M. 1999. Biomass production of *Salix viminalis* in southern Finland and the effect of soil properties and climate condition on its production and survival. In : Biomass and bioenergy, 1999, no. 16, p. 103-117. ISSN 0961-9534.
- VENTURI, P. – GIGLER, J. K. – HUISMAN, W. 1999. Economical and technical comparison between herbaceous (*MiscanthusxGiganteus*) and woody energy crops. In:

Adresa autorov:

Lubomír ENGLER, Miroslav JANČICH, Lukáš GRÁC, Shubhadeep ROYCHOUDHURY, Department of Plant Physiology, Faculty of Agrobiolgy & Food Resources, Slovak University of Agriculture, Tr. A. Hlinku 2 , 949 76 Nitra, Slovak Republic, Europe

ÚLOHY VÝSKUMU GENOFONDU RASTLÍN A PRENOS POZNATKOV DO PRAXE

TASK OF RESEARCH OF PLANT GENE-POOL AND TRANSFER OF KNOWLEDGE INTO PRACTICE

Pavol HAUPTVOGEL – René HAUPTVOGEL

In the operational Programme Research and Development (OP R&D) is a programme document of the Slovak Republic, based on which the assistance will be provided for the development of the knowledge economy in 2007-2013. The global goal of the OP Research and Development is to modernize and make more effective the system of research and development, support and to improve the infrastructure of higher schools, decreasing regional disparities, establishing new innovative enterprises, creating new employment opportunities and improving the conditions of the educational process. In the year 2009 project "Transfer, use and dissemination of research results of plant genetic resources for food and agriculture" from Operational Programme Research and Development was started. The purpose of the project is support to research and development of plant genetic resources and transfer of knowledge from research into practice. Project is financed by Agency of the Ministry of Education of the Slovak Republic for the Structural Funds of the EU.

Keywords : conservation, plant genetic resources, transfer

Biologická diverzita bola základným pilierom pri vzniku druhov a odrôd poľnohospodárskych plodín, plemien a mikroorganizmov. Biologická diverzita zahŕňa pribuzne a pôvodne divorastúce druhy, rôzne primitívne formy plodín a rozsiahlu skupinu odrôd, plemien a rás, ktoré vznikli v rámci poľnohospodárskych systémov zámernou činnosťou človeka je označovaná ako „genetické zdroje. Genetické zdroje majú pre ľudskú populáciu nevyčísľiteľnú hodnotu, či ich už využívame v poľnohospodárstve, spracovateľskom priemysle, tradičnom alebo modernom šľachtení alebo v genetickom inžinierstve. Prístup a dostupnosť genetických zdrojov pre užívateľa a dostatok informácií o týchto zdrojoch je predpokladom ich efektívneho využívania. V rámci viac ako 80 svetových zbierok je udržiavaných viac ako 800 000 vzoriek genetických zdrojov rastlín vo svete, pričom o týchto zbierkach sú dostupné informácie či už v tlačenej alebo elektronickej forme. Spomedzi početných svetových pracovísk zaoberajúcich sa ochranou genetických zdrojov rastlín a génových bánk možno spomenúť USDA - National Small Grains Collection, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), International Food Policy Research Institute (IFPRI), International Institute of Tropical Agriculture (IITA), International Rice Research Institute (ILRI), Africa Rice Center (WARDA), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Významné sú aj génové banky v Ruskom Petrohrade - N.I.Vavilov Research Institute of Plant Industry, CGN Wageningen a IPK Gatersleben. Na Špicbergoch nórska vláda vybuodovala tzv. „Svetovú banku semien“ pod názvom Svalbard Global Seed Vault.

Zachovávanie genetických zdrojov rastlín na Slovensku je zabezpečované Génovou bankou SR, ktorá vznikla v roku 1996 ako účelové zariadenie na uchovávanie semien genetických zdrojov rastlín. Génová banka SR je súčasťou Centra výskumu rastlinnej výroby Piešťany a je finančne podporovaná Ministerstvom pôdohospodárstva SR. Plnenie úloh v génovej banke sa vykonáva v súlade s „Národným programom ochrany genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo“ a v rámci tohto programu je manažovaných 18 riešiteľských pracovísk z celého Slovenska. Databáza centrálnej evidencie rastlinných genetických zdrojov je vytváraná na CVRV Piešťany. Hlavným identifikačným kritériom genetického zdroja je „národné evidenčné číslo“, ktoré mu podľa stanovených pravidiel prideli kurátor pri zaradení do kolekcie. Tvoria ho kód ústavu, kód plodiny a číslo prírastku v danej kolekci. Databázy kolekcii Národného programu sú súčasťou európskych databáz (European Central Crop Databases) (<http://www.ecpgr.cgiar.org/>) a EURISCO.

V rámci riešenia úloh výskumu a vývoja zhromažďujeme, hodnotíme, uchováujeme a regenerujeme kolekcie genetických zdrojov obilnín, v ktorých sú zahrnuté pšenice a ich predchodcovia, jačmeň, tritikale a raž, zo skupiny pseudobilnín sa venuje pozornosť pohánke jedlej, prosu sietemu a láskavcu, zo strukovín je to šošovica, sója, hrachor, cícer a vľčí bôb, z krmovín lucerna, ďatelina, vičenc, bôľhoj, komonica, ľadenec, ranostaj a kozinec. Z olejní sa zhromažďujú, hodnotia a udržiavajú kolekcie repky olejky, katranu a ľaničnika, z priemyselných, energetických rastlín a druhov pre alternatívne hospodárenie a iné špeciálne použitie požití a tabak. V priebehu riešenia rastlín v zbierkových škôlkach vykonávame primárne hodnotenie zhromaždených genotypov domáceho a zahraničného pôvodu za účelom zistenia stavu rezistencie voči chorobám, rozmnoženia osiva a výberu genotypov do škôlok základného hodnotenia, v škôlkach základného hodnotenia sa zaradené genotypy hodnotia podľa morfológických znakov, fenologických charakteristík, agronomických znakov a vlastností uvedených v klasifikátoroch jednotlivých plodín. Výsledkom riešenia je šľachtiteľsky a výskumne využiteľný biologický materiál rastlinného pôvodu súčasnej alebo potenciálnej hodnoty a ochrana genetickej rozmanitosti uchovávaných genetických zdrojov rastlín.

Navrhovaný projekt podporuje výskum orientovaný na reálne využitie jeho výsledkov, vytvára a podporuje transfer novozískaných poznatkov z genetických zdrojov rastlín do praxe, ktoré vyúsťia prostredníctvom informačno-komunikačných technológií do ďalšieho partnerstva. Strategický cieľ sleduje globálny cieľ Operačného programu Výskum a vývoj zameraného na rozširovanie výsledkov výskumu a

koncentrovanie predmetu výskumu rastlín, ktoré sú predmetom výskumu a vývoja v oblasti strategickej pre spoločnosť. Projekt sa viaže na 5 z 12 vecných priorít výskumu a vývoja v SR: priorita 10 - Využívanie, ochrana a reprodukcia biologických zdrojov; priorita 11 - Ochrana životného prostredia; priorita 12 - Využitie domácich surovínových zdrojov; priorita 3 - Biotechnológie a priorita 6 - Energia a energetika.

Ciele sú zamerané na podporu a zlepšenie stavu transferu, informatizácie sústredených poznatkov o genetických zdrojoch rastlín, budovanie kapacít pre informačné systémy a diseminácie údajov o genetických zdrojoch rastlín v oblastiach produkcie potravín, životného prostredia, ale aj v odvetviach národného hospodárstva. V ďalšej časti budeme inventarizovať tradične pestované druhy a odrody kultúrnych druhov, ich determináciu a charakterizáciu a s akcentom rozšírenia druhovej diverzity vo výžive a poľnohospodárstve.

V jednotlivých aktivitách sa zameriavame na:

1. budovanie kapacít v oblasti informačných systémov genetických zdrojov rastlín,
2. prenos výsledkov výskumu hospodársky významných genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo,
3. charakterizáciu úžitkovej hodnoty plodín pre výživu a poľnohospodárstvo,
4. budovanie informačnej podpory vo výskume genetických zdrojov rastlín a jeho integrácia do verejného sektora.

V rámci aktivít sa zameriame najmä na prístup k relevantným informáciám pre užívateľa genetických zdrojov rastlín a tieto budú kompatibilné s medzinárodne prijatým systémom ABS (Access, benefit and sharing) - prístup, rozdeľovanie výhod a využívanie výsledkov výskumu genetických zdrojov rastlín. Okrem elektronizácie výsledkov výskumu je potrebné budovať a tvoriť katalógy genetických zdrojov rastlín pre disemináciu a transfer poznatkov.

Navyše oblasť ochrany genetických zdrojov rastlín je závislá od prístupu k informáciám, keďže ide o oblasť generujúcu množstvo nových poznatkov. Ochrana genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo je dôležitou ekonomickou prioritou s dopadom na súčasnú a budúcu kvalitu života s významným vplyvom na potravinovú bezpečnosť.

Slovenská republika venuje a venuje zhromažďovaniu, hodnoteniu, rozmnožovaniu a uchovávaníu genofondu kultúrnych rastlín veľkú pozornosť. Ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky schválilo národný program a riadi výkon štátnej správy vo veciach ochrany a trvalo udržateľného využívania genetických zdrojov rastlín.

Realizovaním projektu budú podporené aktivity svetového plánu akcií, z ktorých vychádza aj „Národný program ochrany genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo“ podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva SR. Preto je dôležité podporovať tieto aktivity systematicky, s cieľom valorizácie vedecko-výskumných poznatkov, ktorá prinesie množstvo pozitívnych efektov najmä pre verejný a mimovládny sektor a v konečnom dôsledku pre celú spoločnosť a rozvoj celého regiónu.

Pod'akovanie: Tato štúdia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Transfer, využitie a diseminácia výsledkov výskumu genofondu rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (ITMS: 26220220058), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

GENEWHEAT - CHARAKTERIZÁCIA A HODNOTENIE DIVERZITY PŠENICE A JEJ DIVORASTÚCICH PREDCHODCOV PRE ICH VYUŽITIE V ŠLACHTENÍ GENEWHEAT - CHARACTERISATION AND EVALUATION DIVERSITY OF WHEAT AND THEIR WILD RELATIVES AND THEIR UTILISING IN BREEDING

Pavol HAUPTVOGEL – Miroslav ŠVEC – Marián BRESTIČ - Ľubomír MENDEL - René HAUPTVOGEL – Magdaléna BIELIKOVÁ – Katarína ZIRKELBACHOVÁ –Edita GREGOVÁ – Katarína OLŠOVSKÁ – Jana REPKOVÁ – Soňa GAVURNÍKOVÁ – Katarína BOJNANSKÁ

*Within research experiments in years 2008-2009 we evaluated some genotypes of *Triticum aestivum* L., *Triticum spelta* L., *Triticum dicoccon* SCHRANK and *Aegilops* L. from Slovakia and several countries of the world. Purposes of this work was evaluation and characterise of wheat genetic resources and their wild relatives for agromorphological traits, technological quality, molecular markers and screening physiological parameters of selected genotypes under environmental stress and quantitative resistance diseases. We determined agromorphological traits, that highest seed yield show Timber, Venistar, Bardotka, Simila, Mulan, Gulliver, Biscay and Barryton species. Species origin Kl. Escudo from Argentina and Poshana from Ukraine show the highest values of wheat technological quality. We used here technology of multivariate analyses. We made molecular analyses of *Aegilops* and tetraploid wheat. These results suggest subspecies polymorphism. Complex of physiological, morphological and phenological methods have been used to analyse, which determinate their both productivity as well as traits characterizing improved tolerance or, opposite, sensitiveness to drought. The results show that higher leaf cuticular resistance and osmotic adjustment of plants under conditions of reduced water availability and to improved tolerance of primary photosynthetic reactions to water stress and high temperature.*

Key words: wheat, genetic resources, technological quality

Úvod

Pšenica v celosvetovom meradle patrí medzi najdôležitejší potravinové zdroje. Mnohé medzinárodné a národné výskumné programy sú zainteresované v šľachtení pšenice, pričom pre pestovateľskú prax boli vytvorené úrodné odrody pšenice. Avšak, moderné odrody pšenice majú úzky genetický základ. Súčasťou práce s genetickými zdrojmi pri jednotlivých druhoch je aj popis znakov a vlastností za účelom rozlíšenia a detekcie hospodársky najcennejších genotypov pre ďalšie využitie v šľachtiteľských programoch alebo v pestovateľskej praxi. V súčasnosti sa na vyhodnocovanie rozdielov medzi genotypmi a taktiež medzi populáciami používajú moderné metódy detekcie ako sú molekulárne a biochemické markéry. Napriek tomu sa morfológické znaky naďalej používajú ako rozlišovacie kritériá. Hlavným zdrojom génov pre šľachtenie pšenice sa postupne stávajú diploidné a tetraploidné pšenice a ich vnútrodruhovú variabilitu. Diploidné a tetraploidné pšenice sú zaujímavým biologickým materiálom z historického, geografického i genetického hľadiska. Avšak využiteľné poznatky a charakteristika diploidných a tetraploidných pšeníc často chýbajú, napriek tomu patria k najcennejším zdrojom. Niektoré z nich majú gény, ktoré sa nenachádzajú v odrodách hexaploidnej pšenice a môžu byť cenné pri zvyšovaní ich odolnosti proti biotickým a abiotickým faktorom. Štúdium tetraploidných a diploidných foriem pšenice priťahuje viac pozornosti a preto sa na tento účel začali intenzívne používať molekulárne markéry. Zásobné bielkoviny sú považované za vhodné markéry pre štúdium genetických zdrojov pšenice (Gregová et al. 2006). Výsledky ukázali, že vysokomolekulové glutenínové gény *Aegilops tauschii* v syntetických hexaploidných pšenicách zlepšili technologickú kvalitu (Hsam a kol. 2001, Wieser a kol. 2003). Potenciálne využiteľné v tejto sfére sa javia aj divorastúce a kultúrne formy tetraploidných pšeníc. Príkladom je rozšírenie pestovania tetraploidnej pšenice Kamut v USA a Európe, ktorej taxonomické zatriedenie nie je doteraz celkom jasné, pravdepodobne je to blízka forma *T. turgidum* ssp. *durum* alebo *T. turgidum* ssp. *polonicum* (Khlestkina et al. 2006). Je predpoklad, že aj medzi ostatnými tetraploidnými pšenicami sa nachádzajú genotypy s podobnými vlastnosťami, ktoré bude možné v budúcnosti využiť v rámci organického šľachtenia. Pri štúdiu možnosti využitia genetických zdrojov sa fyziologickým procesom nevenuje dostatočná pozornosť, pričom, napr. fotosyntéza je primárnym zdrojom energie pre všetky životné procesy, ktoré závisia od mechanizmov príjmu, distribúcie vody v rastlinách, od ktorých je v prirodzených podmienkach závislá vodná bilancia. Všetky sú závislé od aklimatických a adaptačných reakcií fotosyntetického aparátu.

Cieľom práce bolo hodnotenie a charakterizácia genetických zdrojov pšenice a jej divorastúcich predchodcov na agromorfológické znaky, technologickú kvalitu, molekulárnych markérov a skrining fyziologických parametrov vybraných genotypov pri environmentálnom strese a rezistencie voči chorobám.

Materiál a metódy

K naplneniu cieľov sme založili sme v jesenných mesiacoch v roku 2008-2009 poľné pokusy so s genotypmi pšenice letnej f. ozimnej so štandardnými odrodami Venistar, Ilona, Torysa, Ilias, Bardotka a Astella. Celkovo sme analyzovali 112 odrôd pšenice letnej f. ozimnej (*Triticum aestivum*, L.) pochádzajúcej

z rôznych krajín sveta (ARG, AUT, BGR, CZE, DEU, FRA, GBR, HUN, CHN, ITA, KAZ, MEX, NLD, RUS, SRB, SUN, SVK, TUR, UKR, URY, USA, YUG), mnohoštetu získaného na území Slovenska a v zahraničí, genotyp pšenice špaldovej zo zberovej expedície (SVKKOR2006-52) a genotypy pšenice dvojzrnovej (BVAL 212011, CGN 11486, CGN 11488, CGN 8104, Roncal, TRI 5329 a UAO 300133).

Hodnotili sme fenologické, morfológické a kvalitatívne znaky podľa s klasifikátora pre rod *Triticum* a *Aegilops*. Hodnotenie technologickej kvality vybraných odrôd pšenice letnej f. ozimnej sme vykonali podľa požiadaviek na kvalitu potravinárskej pšenice, ktoré stanovuje STN 46 1100-2 Potravinárske obilniny, Časť 2: Zrno potravinárskej pšenice letnej. V ďalšej časti sme extrahovali, separovali, vizualizovali gluteníny podľa štandardnej techniky SDS-PAGE pre pšenicu (Wrigley et al., 1992). Okrem týchto pokusov sme v nasledujúcej fáze v poľných podmienkach analyzovali nešpecifickú rezistenciu genotypov tetraploidnej pšenice *Triticum turgidum* ssp. *dicoccum* voči múčnatke trávovej. V laboratórnych podmienkach sme uskutočnili molekulárne analýzy 30 genotypov *Aegilops cylindrica*, pričom sme sa zamerali na sledovanie DNA polymorfizmu pomocou RAPD markérov a takisto pomocou mikrosatelitov. V rámci tretej časti úlohy sme parametrizovali vlastnosti divorastúcich predchodcov pšenice z rodu *Aegilops* a genotypy pšenice letnej formy ozimnej. V spoločných experimentoch s realizačným tímom bola pripravovaná metodológia a testované protokoly pre štúdium autoregulačných a rastovo-produkčných vlastností, ako aj morfológických a fyziologických parametrov na rôznych druhoch *Aegilops*. Výsledky boli štatisticky hodnotené softvérovým balíkom MS Office a štatistickým softvérom STATISTICA 9Cz.

Výsledky a diskusia

V nadväznosti na ciele vyplývajúce z projektu sme pokračovali v zhromažďovaní genotypov pšenice a jej divorastúcich príbuzných druhov a ich hodnotením v špeciálnych škôlkach a v laboratórnych experimentoch pre potreby ďalšieho výskumu a šľachtenia pšenice.

Na zberovej expedícii v Azerbajdžane (AZESVK2009) sme zozbierali 109 vzoriek (*Aegilops* 36, *Cicer* 1, *Hordeum* 9, *Onobrychis* 1, *Secale* 1, *Triticale* 1 a *Triticum* 60), ktoré zahrnovali druhy *Aegilops biuncialis*, *Aegilops cylindrica*, *Aegilops speltoides*, *Aegilops tauschii*, *Aegilops truncialis*, *Cicer arietinum*, *Hordeum spontaneum*, *Hordeum vulgare*, *Onobrychis* ssp., *Secale cereale*, *Triticale*, *Triticum aestivum*, *Triticum aestivum*, f. *veljutineum*, *Triticum araraticum*, *Triticum boeoticum*, *Triticum dicoccoides*, *Triticum dicoccum*, *Triticum durum*, *Triticum ispahanicum*, *Triticum monococcum*, *Triticum palaeocolchicum*, *Triticum persicum*, *Triticum spelta*, *Triticum timopheevii*, *Triticum turgidum*, *Triticum uraratum* a *Triticum vavilovii*. Prehľad a zoznam zozbieraných genetických zdrojov rastlín je spracovaný v databáze a s využitím geografického informačného systému ArcGIS boli spracované mapy zberu genetických zdrojov rastlín. Získané a spracované dáta nám poskytujú informáciu o lokalite - regióne - krajiny, prehľad o vývoji pozorovaného územia, ktoré sú využiteľné pre plánovanie v ochrane genofondu, životného prostredia, ako aj pre agroenvironmentálne štúdie a ďalšie prognózy. Na základe zberovej expedície v centre vzniku pšenice je potrebné zdôrazniť, že zhromažďovanie genetických zdrojov rastlín slúži pre aplikovaný výskum pri tvorbe nových genotypov s vysokou technologicou kvalitou a odolnosťou k nepriaznivým faktorom prostredia.

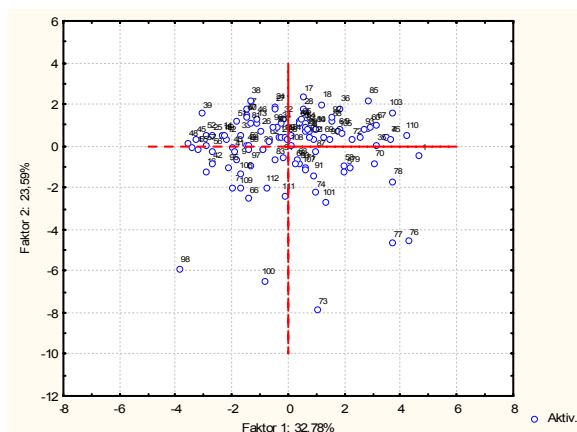
V škôlke hodnotenia sme hodnotili 112 odrôd pšenice letnej f. ozimnej, pričom boli stanovené základné štatistické charakteristiky dĺžky vegetačnej doby, výšky porastu, poliehania, odolnosti voči múčnatke, hrdze pšeničnej, hrdze trávovej, bieloklasosti, septoria plevová, HTZ, úroda zrna na jednotku plochy, počet klasov na m², dĺžka klasu, počtu kláskov v klase, počtu zrn v klásku, počtu zrn v klase a hmotnosti zrna z klasu. V prvom roku hodnotenia v úrode zrna v porovnaní s kontrolnou odrodou Astella lepšiu úrodu zrna mali odrody Timber; Venistar; Bardotka; Simila; Mulan; Gulliver; Biscay a Barryton. V dĺžke vegetačnej doby mali veľmi krátku vegetačnú dobu odrody Shaan 8007-7, MV Toborza, MV Regiment, GK Ati, GK Kapos, Shark-4, Zagore a GK Bokros. V priemerných hodnotách jednotlivých znakov a vlastností sme odrodami pšenice letnej f. ozimnej pozorovali vysokú variabilitu.

Pre vymletie kvalitnej múky pre pekárské účely je potrebná pšenica s hodnotami mokrého lepku v sušine najmenej 25 % a číslom poklesu najmenej 220 s. Týmto požiadavkám vyhovelo zo 112 vzoriek u mokrého lepku 72 vzoriek, t.j. 64,3 % vzoriek, u čísla poklesu 105 vzoriek, t.j. 93,8 % vzoriek. Pre výber vzoriek na pečenie sú vhodné genotypy Globus a Hybrid z Nemecka, ktoré majú farinografické číslo kvality, vývin cesta a stabilitu cesta na úrovni silnej múky, ale pravdepodobne nízky mokrý lepok negatívne ovplyvnil väznosť vody. Z celkového hodnotenia vzoriek sú najzaujímavejšie vzorky č. Kl. Escudo z Argentíny, Exquisit z Rakúska a Poshana pochádzajúca z Ukrajiny, ktoré sa vyznačujú vysokou kvalitou a stabilitou parametrov, vzorky č. Kl. Escudo a Poshana tvarom farinografickej krivky, vzorka Exquisit aj obsahom obsahom popola.

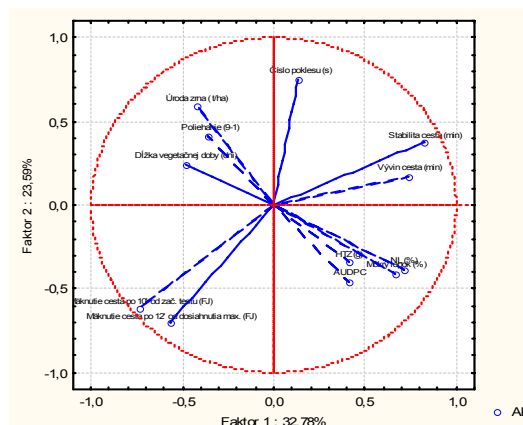
V rámci hodnotenia genotypov pšenice sme klasifikovali 112 odrôd pšenice s použitím 18 agromorfológických popisných znakov a 11 ukazovateľov technologickej kvality pšenice vyhodnotením nameraných výsledkov modernými technikami mnohorozmernej analýzy dát. Využitím metódy hlavných komponentov (PCA) sme získali štatisticky významné tri komponentné osi, kde prvá komponentná os zachytila 32,8 % celkovej variability, druhá komponentná os zachytila 23,6 % variability, spolu PC1 a PC2 zachytili cca 56,4 % variability hodnoteného súboru, PC3 zachytila už len 13,2 % variability. Spolu všetky 3 komponentné osi pokryli cca 70 % variability hodnoteného súboru 112 odrôd pšenice. Najväčší vplyv na

klasifikáciu odrôd pšenice mali znaky: dĺžka vegetačnej doby (dni), poliehanie (9-1), AUDPC, HTZ (g), úroda zrna (t/ha), dusíkaté látky (%), mokrý lepok (%), číslo poklesu (s), vývin cesta (min), stabilita cesta (min), mäknutie cesta po 10 min. od začiatku testu (FJ) a mäknutie cesta po 12 min. od dosiahnutia maxima (FJ).

Na obr. č.1 je ilustrované prirodzené zoskupovanie hodnotených odrôd pšenice a na obr. č.2 sú premietnuté hodnotené deskriptory. Z oboch grafov vyplýva, že v kladnom kvadrante PC1 a PC2 sa zoskupujú odrody pšenice, ktoré charakterizuje číslo poklesu, vývin cesta a stabilita cesta, v protíľahlom zápornom kvadrante PC1 a PC2, tento kvadrant je reprezentovaný odrodami pšenice na základe technologických charakteristík mäknutie cesta po 10 min. od začiatku testu (FJ) a mäknutie cesta po 12 min. od dosiahnutia maxima. Orody pšenice nachádzajúce sa v zápornom kvadrante PC1 a kladnom kvadrante PC2 sú charakteristické spoločnou dĺžkou vegetačnej doby, poliehaním porastu a úrodou zrna. Kladný priestor PC1 a záporný priestor PC2 reprezentujú kvalitatívne parametre, obsah dusíkatých látok, s nim súvisiaci obsah mokrého lepku, hmotnosť tisíc semien a hodnoty AUDPC.



Obr. 1: Hlavné komponenty pre agro-morfologické znaky a technologické ukazovatele kvality súboru 112 odrôd pšenice v rovine dvoch najvýznamnejších komponentných osí PCI - PC2 s uvedením časti celkovej informácie v percentách, ktorú obsahuje príslušný hlavný komponent.



Obr. 2: Hlavné komponenty pre agro-morfologické znaky a technologické ukazovatele kvality - deskriptory

V rámci molekulárnych analýz sme použili päť RAPD markerov, tieto neprodukovali taký polymorfizmus, ktorý by bol dostačujúci na odhalenie vnútrodrohového polymorfizmu druhu *Aegilops cylindrica*. PCR-SSR primery série Xgwm produkovali u tohoto druhu takisto nízky počet DNA fragmentov, pomocou ktorých nebolo možné detekovať vnútrodrohový polymorfizmus. Na základe molekulárnych analýz môžeme konštatovať, že genetická diverzita slovensko-maďarských genotypov mnohoštetov je len o niečo nižšia (0,325) ako diverzita arménskych genotypov (0,375), ktoré predstavujú genetické centrum najväčšej genetickej diverzity mnohoštetov. Molekulárne analýzy tetraploidných pšeníc uskutočnené pomocou AFLP metódy mali za cieľ detekovať DNA polymorfizmus. Predbežné výsledky naznačujú, že existuje polymorfizmus nielen medzi jednotlivými poddruhmi *Triticum turgidum*, ale aj v rámci poddruhov.

Úspešné pestovanie plodín v určitej lokalite závisí od dvoch základných faktorov, a to od vplyvu prevládajúceho prostredia na rast a vývin plodiny a od odrody, ktorá sa hodí do daného prostredia a musí vedieť efektívne využívať zdroje, ktoré má v prostredí k dispozícii pre to, aby vytvorila úrodu. Udržanie vysokého turgoru v listoch sucha je zabezpečená buď zlepšenou činnosťou koreňovej sústavy v prijíme vody či efektívnym zatvorením prieduchov a redukciou neúčinného výparu vody listami, alebo schopnosťou redukovať osmotický a vodný potenciál niektorými anatomickými a morfológickými charakteristikami.

Merania realizované na listoch 10 genotypov *Aegilops* označených číslami, boli realizované aj merania na listoch pšenice (*Triticum aestivum* L., cv. Torysa). Z výsledkov vyplýva, že, *Aegilops cylindrica* Host. sa svojimi vlastnosťami viac približuje pšenici v porovnaní s ostatnými sledovanými botanickými druhmi *Aegilops*, čo sa ukazuje aj na stanovených hodnotách plochy zástavkových listov a kutikulárnej transpirácii. Aj v rámci toho istého druhu však môžeme nájsť pomerne značné rozdiely v priepustnosti kutikuly. Z meraní na 30 genotypoch pšenice sa ukázali výrazné odlišnosti v hodnotách vodného potenciálu listov z dôvodu rozdielnych charakteristík (koreňa, hydraulického vodivosti, vodivosti prieduchov, voskovatenia nadzemných častí, inklinácie či pohybov listov). Pre hodnotenie genetických zdrojov je však podmienkou, aby vyselektovaný znak vykazoval dostatočnú genetickú variabilitu, vyšší stupeň dedivosti než samotná úroda, a navyše, aby selekcia znaku bola rýchla a ľahko merateľná. Z fyziologických znakov, ktoré sú vhodné pre selekciu a majú vzťah k úrode, sú dôležité tzv. konštitučné znaky, ktoré zabezpečujú funkčnosť rastliny aj v podmienkach stresu. Výsledky štúdia biofyziky fotosyntézy na úrovni PSII (analýzou energetiky reakčných centier a svetlozberných antén) poukazujú na rozdielny index výkonnosti študovaných druhov. Už

samotný O-J-I-P test ukazuje rozdielnu flexibilitu v prvej fáze fotosyntézy v podmienkach stresu, ako pre druhy *Aegilops*, tak aj krajové odrody a široký súbor študovaných genotypov.

Adaptácia plodín na vysokú teplotu má význam v horúcich podmienkach často sprevádzaných nedostatkom vody. Počas sezóny 2009 boli merané hodnoty teploty porastu blížiac sa k 40 stupňom, čo ukazuje na potrebu venovať termotolerancii fotosyntetického aparátu zvýšenú pozornosť. Ukázalo sa, že divorastúci príbuzní a krajové odrody sú napr. odolnejšie voči vyšším teplotám než súčasné moderné odrody. Táto vlastnosť súvisí jednak so schopnosťou fotoperiodizmu kontrolovať nástup a dĺžku kvitnutia, voskovatenia listov a ich sklonom v poraste, ale aj schopnosťou adaptovať vnútorný obsah buniek koncentrovaním (zahusťovaním) protoplazmy a tvorbou stresových proteínov vrátane proteínov teplotného šoku (*heat shock proteins*, *HSPs*). Tieto sa správajú v bunkách ako molekulové šaperóny, ktorých úlohou je ochraňovať a stabilizovať ostatné proteíny membrán a cytoplazmy v podmienkach vysokej teploty.

Záver

V rámci riešenej problematiky sme v Azerbajdžane zozbierali 109 vzoriek. Na základe zhromaždených vzoriek z tribu Triticaceae v centre vzniku pšenice je potrebné zdôrazniť, že biologický materiál tvorí významnú súčasť zachovávaných vzoriek v Génovej banke SR pre aplikovaný výskum pri tvorbe nových genotypov. V priemerných hodnotách jednotlivých znakov a vlastností sme odrodami pšenice letnej f. ozimnej pozorovali vysokú variabilitu. Z hľadiska hodnotenej úrody zrna pozornosť si zaslúžia najmä odrody Timber; Venistar; Bardotka; Simila; Mulan; Gulliver; Biscay a Barryton. Z celkového hodnotenia vzoriek na kvalitatívne ukazovatele sú najzaujímavejšie odrody Kl. Escudo, Exquisit a Poshana, ktoré sa vyznačujú vysokou kvalitou a stabilitou parametrov. V rámci využitia techník mnohorozmernej štatistiky sme zistili, že najväčší vplyv na klasifikáciu odrôd pšenice mali znaky: dĺžka vegetačnej doby, poliehanie, AUDPC, HTZ, úroda zrna, NL, mokrý lepok, číslo poklesu, vývin cesta, stabilita cesta, mäknutie cesta po 10 min. od začiatku testu a mäknutie cesta po 12 min. od dosiahnutia maxima. Na základe molekulárnych analýz môžeme konštatovať, že genetická diverzita slovenských a maďarských mnohoštetov je len o niečo nižšia ako diverzita arménskych genotypov, ktoré predstavujú genetické centrum najväčšej genetickej diverzity mnohoštetov. Adaptácia plodín na vysokú teplotu zohráva významnú úlohu v extrémnych klimatických podmienkach často sprevádzaných nedostatkom vody, čo ukazuje na potrebu venovať termotolerancii fotosyntetického aparátu zvýšenú pozornosť. Ukázalo sa, že divorastúci príbuzní a krajové odrody sú napr. odolnejšie voči vyšším teplotám než súčasné moderné odrody. Predpokladáme, že adaptácia na extrémnejšie teploty môže posunúť optimálnu rovnováhu medzi úrodotočnými prvkami, a teda selekcia genotypov je možná aj na základe vyvinutého testu.

Pod'akovanie: Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0770-07.

Literatúra

- GREGOVÁ, E. - HERMUTH, J. - KRAIC, JÁN - DOTLAČIL, L. (2006) : Protein heterogeneity in European wheat landraces and obsolete cultivars In: Genetic Resources and Crop Evolution. Roč. 53, č. 5 (2006), s.867-871.
- HSAM, S. L. K. – KIEFFER, R. – ZELLER F. J. (2001). Significance of *Aegilops tauschii* glutenin genes on breadmaking properties of wheat. *Cereal. Chem.* 78:521-525
- KHLESTKINA, E.K. – MARION, S. R. – GRAUSGRUBER, H. – BOERNER, A. (2006): A DNA fingerprinting-based taxonomic allocation of Kamut wheat. *Plant Genetic Resources*, 4: 172-180, Cambridge University Press
- WIESER, H. – HSAM, S. L. K. – ZELLER, F. J.(2003). Relationship between the qualitative and quantitative compositions of gluten protein types and technological properties of synthetic hexaploid wheat derived from *Triticum durum* and *Aegilops Tauschii*. *Cereal. Chem.* 80:247-251
- WRIGLEY, C. W. (1992) : Identification of cereal varieties by gel electrophoresis of the grain proteins. Heidelberg, Springer-Verlag, 17-41.

Kontaktná adresa autora :

Ing. Pavol Hauptvogel, PhD. Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, e-mail : hauptvogel@vurv.sk

HODNOTENIE VYBRANÝCH ZNAKOV DIHAPLOIDNÝCH GENOTYPOV ĽUĽKA ZEMIAKOVÉHO (*SOLANUM TUBEROSUM*, L.) EVALUATION OF SELECTED TRAITS OF POTATO (*SOLANUM TUBEROSUM*, L.) DIHAPLOID GENOTYPES

Ján HELDÁK – Eva BRUTOVSKÁ

Dihaploid population, derived from Solanum tuberosum, differed in the sensory traits, and contents of dry matter, starch and protein. The population contained up to 10,35 % dihaploids of cooking type A, 41,38 % genotypes with consumption value higher than 70 points, 13,8 % genotypes with the starch content higher than 20 % and 58,62 % genotypes with the protein content higher than 2,5 %. Recorded data were introduced into genepool database. The genotypes with good sensory traits, the high content of starch, dry matter and proteins were recommended to be involved into breeding programme.

Key words: potato, dihaploid, starch, protein, dry matter content

Úvod

Stratégia využitia divorastúcich druhov *Solanum* pri zlepšovaní rezistencie proti patogénom a škodcom, pri zvyšovaní obsahu cieľových látok a skvalitňovaní senzorických vlastností ľuľka zemiakového, je založená na ich krížení s dihaploidnými genotypmi. Dihaplidy ľuľka zemiakového sa získavajú krížením tetraploidných odrôd a krížencov diploidným *Solanum phureja*, ktorý má vysokú schopnosť indukovať dihaploidy. Tetraploidné genotypy majú rôznu responzibilitu k indukcii dihaploidov najmä z hľadiska schopnosti dihaploidov tvoriť hľuzy, kvitnúť, tvoriť fertílly peľ a podobne (Hutten at al., 1995). Výhoda použitia dihaploidov spočíva v rýchlej eliminácii nežiaducich génov a jednoduchom monitoringu recesívnych aliél.

V tejto práci sa hodnotil súbor dihaploidných genotypov, ktoré tvorili minimálne takú veľkosť hľúz, aby mohli byť vyhodnotené stanovené znaky, predovšetkým senzorické vlastnosti. Zároveň sa vyhodnotil súbor znakov, ktoré sú súčasťou nutričných a trhových požiadaviek na nové odrody ľuľka zemiakového.

Materiál a metódy

Dihaplidy pochádzali kríženia tetraploidných genotypov s divorastúcim druhom *Solanum phureja* a boli vysadené v poľných podmienkach. Po zbere sa hodnotili senzorické vlastnosti hľúz a obsah sušiny, škrobu a bielkovín.

Morfologické znaky sa hodnotili podľa klasifikátora pre hodnotenie znakov ľuľka zemiakového. Senzorické vlastnosti sa hodnotili podľa metodiky pre určovanie stolnej hodnoty. Obsah sušiny sa stanovil vázkovou metódou sušením pri 105 °C do konštantnej váhy, obsah škrobu na škrobových váhach a obsah bielkovín: metódou podľa Kjeldahla.

Výsledky a diskusia

V súčasnosti sa vyvíjajú mnohé aktivity, ktoré súvisia s vyhľadávaním genetických zdrojov ľuľka zemiakového pre zlepšenie nutričných vlastností a takých znakov, ktoré vedú k lepšej pestovateľnosti a uplatniteľnosti na trhu. Na tetraploidnej úrovni sú možnosti limitované, preto sa viac začínajú preferovať genetické zdroje na dihaploidnej úrovni. Zároveň sa intenzívne hľadajú molekulové markery pre rýchly skrining tých zložiek, ktoré majú rozhodujúci podiel na senzorických vlastnostiach.

Varné typy sa rozdeľujú do troch skupín: genotypy vhodné na výrobu šalátov (A, A/B; B/A), genotypy vhodné ako prílohové zemiaky (B, B/C) a genotypy vhodné na prípravu pyrú a zemiakového cesta (C/B, C). Varný typ A, ktorý je na tetraploidnej úrovni veľmi zriedkavý, na dihaploidnej úrovni mal 10,35 %-tné zastúpenie. Viac ako 50 %-né zastúpenie genotypov vhodných na výrobu šalátov poukazuje na veľké možnosti zvyšovania kvality hľúz s využitím dihaploidov.

Na základe hodnotenia chuti boli genotypy rozdelené do troch kategórií: genotypy s veľmi dobrou chuťou (počet bodov vyšší ako 25,0), genotypy s dobrou chuťou (22,5 – 24,9 bodov) a genotypy s priemernou chuťou (20 – 22,4 bodov) a genotypy s podpriemernou chuťou (menej ako 20 bodov). Len tretinové zastúpenie genotypov s dobrou a veľmi dobrou chuťou naznačilo, že negatívny efekt z divorastúcich genotypov bude aj do budúcnosti dominantným problémom. Predbežné výsledky naznačili, že významný podiel na zhoršení chuťových vlastností mal vysoký obsah glykoalkaloidov.

Konzumná hodnota, ako komplexný znak pozostávajúci zo šiestich parametrov, sa vyznačuje veľkou variabilitou v závislosti od genotypu, pestovateľských podmienok, technológie spracovania a ďalších faktorov. V skupine dihaploidov boli hodnoty vysoké v porovnaní s tetraploidnými krížencami uchovávanými v génovej banke. Na tejto skutočnosti sa podieľalo viacero faktorov, najmä vzhľad hľúz pred a po uvarení, trvanlivosť farby a konzistencia, ktoré mali v skupine dihaploidov vyššie hodnoty.

Obsahové látky v hľuzách dihaploidov ľuľka zemiakového umožnili selekciu pre ďalšie ciele využitie. Genotypy s vysokým obsahom škrobu sú vhodnou surovinou pre spracovateľský priemysel (výroba škrobu,

výroba lupienkov a hranolkov). V súbore bol jeden genotyp s obsahom škrobu 26 % a jeden genotyp s obsahom škrobu 22,2 %, čo naznačuje ich vysoký potenciál pre spomínaný účel využitia.

Bielkoviny ľuľka zemiakového sú kvalitné. Na základe zloženia aminokyselín sa hodnotí kvalita bielkovín, ktorá v prípade hľúz ľuľka zemiakového predstavuje 70 % vaječného ekvivalentu. V dihaploidných genotypoch sa zistil vyšší obsah bielkovín ako je udávaná priemerná hodnota pre ľuľok zemiakový (2 %) vo viac ako 80 % genotypov, čo výrazne zvyšuje ich nutričnú hodnotu, pričom jeden genotyp obsahoval 2,97 % bielkovín.

Záver

Haploidizácia tetraploidných genotypov ľuľka zemiakového zvyčajne vedie k zvýšeniu homozygotnosti, ktorá zodpovedá efektu troch generácií samoopelenia (Hougas, Peloquin, 1958). Preto sa v dihaploidných populáciách predpokladá množstvo nežiaducich recesívnych alieli, ktoré boli prítomné v tetraploidných genotypoch. Napriek tomu sú dihaploidy veľmi dôležitou súčasťou získavania nových genotypov s cennými vlastnosťami do meniacich sa agroekologických podmienok.

PodĎakovanie: Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu vedy a vývoja prostredníctvom finančnej podpory č.APVT-99-027104".

Literatúra

- HOUGAS, R.W. – PELOQUIN, S.J. 1958. The potential of potato haploids in breeding and genetic research. In: *Am. Potato J.*, 35, 1958, s.701 – 707.
- HUTTEN, R.C.B. – SOPPE, W.J.J. – HERMSEN, J.G.TH. – JACOBSEN, E. 1995. Evaluation of dihaploid populations from potato varieties and breeding lines. In: *Potato Res.*, 38, 1995, s. 77 – 86.

Tabuľka 1: Zastúpenie dihaploidných genotypov ľuľka zemiakového v šiestich vybraných znakoch charakterizujúcich kvalitu hľúz.

Znak	Stupne triedenia	Zastúpenie (%)
Varný typ	A	10,35
	A/B	17,25
	B/A	24,13
	B	34,48
	B/C	10,34
	C	3,45
Chuť	25 b a viac	10,34
	22,5 - 24,9 b	20,7
	20,0 - 22,4 b	34,48
	menej ako 20 b	34,48
Konzumná hodnota	70 b a viac	41,38
	65 - 69,9 b	31,03
	60 - 64,9 b	17,25
	55 - 59,9 b	10,34
Sušina	25% a viac	20,68
	20 - 24,9 %	65,52
	15 - 19,9 %	13,80
Obsah škrobu	20% a viac	13,80
	16 - 19,9 %	51,72
	12 - 15,9 %	34,48
Obsah bielkovín	viac ako 2,5 %	58,62
	2 - 2,49 %	34,48
	1,5 - 1,99 %	6,90

Adresa autorov:

Ing. Ján Heldák, PhD., VŠÚZ - Výskumný a šľachtiteľský ústav zemiakársky, .a.s., Popradská 518, 05952 Veľká Lomnica, email: heldak@sinet.sk

Ing. Eva Brutovská, VŠÚZ - Výskumný a šľachtiteľský ústav zemiakársky, .a.s., Popradská 518, 05952 Veľká Lomnica, email: brutovska@vsuz.sk

DYNAMIKA OBSAHU β -D-GLUKÁNU V ZRNE OVSA (AVENA SATIVA L.) OVPLYVNENÁ VÝŽIVOU A ROČNÍKOM THE DYNAMICS OF β -GLUCAN CONTENT IN OAT (AVENA SATIVA L.) INFLUENCED BY NUTRITION AND YEAR

Andrea HLINKOVÁ – Michaela HAVRLETOVÁ – Daniela DVONČOVÁ – Alžbeta ŽOFAJOVÁ – Ján KRAIC

β -D-glucan is a soluble component of fibre localized in the cell wall of grain. Oat and barley are characterized by higher β -D-glucan content in compare with other cereals. This homopolysaccharide presents a wide spectrum of health beneficial effects. It is also a source material of endosperm used as agent of transport and water regulation in cereal grain. Its content can be influenced by both genetic and environmental factors. Many publications regarded that higher nitrogen fertilization can increase its level in oat. Naked and hulled oat grains grown in experimental field of the Plant Production Research Center in Víglaš – Pstruša in three consecutive years (2007-2009) were monitored in presented work. The influence of year of seeding and various nitrogen + selenium amounts on β -D-glucan content were evaluated. β -D-glucan content was measured by enzymatic method (Megazyme International Ireland, Ltd.). Our results show the considerable influence of year on β -D-glucan content. Nitrogen + selenium increase β -glucan content only in two consecutive years. We found out significant interactions year x genotype and year x nutrition x genotype influencing the content of monitored cell wall polysaccharide.

Key words: β -D-glucan, oat, nitrogen, selenium, genotype, year

Úvod

Ovos siaty (*Avena sativa* L.) predstavoval veľmi dlhé obdobie plevel v kultúrnych obilninách a k nám sa dostal ako burina v pšenici a jačmeni. Spočiatku sa využíval pre medicínske aplikácie ako liečivá rastlina, neskôr sa stal obilninou pestovanou na zrno, pričom slúžil ako základná surovina pre ťažné zvieratá, najmä pre kone s ktorými je spojená história tejto obilniny (Moudrý, 2003). Ovos je odlišný od ostatných obilnín z dôvodu jeho multifunkčných charakteristík a nutričného profilu. Je to dobrý zdroj potravinovej vlákniny, hlavne β -D-glukánu, minerálov a iných živín. Ovsené otruby sú zdrojom vitamínov skupiny B, bielkovín a tukov.

β -D-glukány sú považované za esenciálne frakcie potravinovej vlákniny, tvoria asi 89 % celkovej rozpustnej vlákniny ovsených otrúb. β -D-glukán je štruktúrna zložka bunkových stien a zásobný materiál endospermu (Buckeridge et al., 2001). Plní funkciu transportu a regulácie vody v bunkovej stene zrna. Po chemickej stránke je to neškrobový homopolysacharid zložený z β -(1 \rightarrow 3)- a β -(1 \rightarrow 4)-D-glukopyranózových jednotiek zastúpených vo variabilnom pomere. β -D-glukán je charakteristický dvoma špecifickými fyziologickými odpoveďami. Má účinok znižovať hladinu cholesterolu a znižuje postprandiálnu glukózu v krvi, preto našiel uplatnenie v liečbe dvoch typov Diabetes (Cugnet-Anceau et al., 2010). β -D-glukán je účinný aktivátor imunity a pravidelná denná konzumácia β -D-glukánu výrazne stimuluje bunky imunitného systému. Biosyntéza β -glukánu je katalyzovaná β -glukán syntetázou, pričom ako donorový substrát vstupuje uridindifosfát glukóza (UDP-Glc). Zistilo sa, že syntéza β -glukánu prebieha v Golgiho membráne a vyžaduje prítomnosť Mg^{2+} alebo Mn^{2+} a má hodnotu Michaelisovej konštanty typickú pre UDP-Glc. Existencia širokej genetickej variability koncentrácie β -D-glukánu v ovse je dôležitým krokom pre šľachtiteľov k vyvinutiu odrôd s vysokou alebo nízkou hladinou β -glukánu. Dedivosť koncentrácie β -D-glukánu je kontrolovaná aditívnym genetickým systémom troch až piatich efektívnych faktorov a dvoch alebo troch dominantných génov, ktoré sú zodpovedné za hladinu β -D-glukánu. Dusík je významným prvkom a spolu s uhlíkom je dôležitý pre vývoj ovseného zrna. Množstvo aplikovaného dusíka v hnojive výrazne ovplyvňuje obsah β -D-glukánu. Ames et al. (1998) ohodnotili nárast množstva dusíka z 0 na 120 kg.ha⁻¹ ako dávku, ktorá vyvolala zvýšenie množstva β -D-glukánu o viac ako 1 %. Jackson et al. (1994) ohodnotil vyšší obsah aplikovaného dusíka ako faktor zvyšujúci úrodu a obsah proteínov v ovse a jačmeni. Aplikácia dusíka spolu s oneskoreným vysievaním ovplyvňuje hladinu sledovaného polysacharidu. Na jeho obsah vplyvajú i agronomické parametre ako výsevok a hĺbka sejby. Významné sú interakcie odroda x ročník alebo odroda x lokalita. Martinez et al. (2010) hodnotili výrazný vplyv ročníka na hladinu daného metabolitu. Rastliny prijímajú selén najlepšie vo forme Na₂SeO₄, ktorý sa vo forme selenátu primárne transportuje do chloroplastov a je súčasťou asimilačných reťazcov. Redukcia na selenit následne vyúsťuje do produkcie aminokyselín ako selenocysteín a selenometionín a takouto cestou sa selén dostáva do ľudského organizmu (Newell, 2008). Koutník et al. (1993) potvrdili pozitívny vplyv selénu na aktivitu nitrátoreduktázy v obilninách a Duma a Karklina (2008) dokázali vplyv selénu na zvyšovanie obsahu vybraných aminokyselín, predovšetkým izoleucínu v zrnách jačmeňa. Vplyv selénu na obsah β -D-glukánu zatiaľ nebol študovaný.

Materiál a metódy

Na analýzu β -D-glukánu v zreých zrnách ovsa siateho sme ako biologický materiál použili štyri odrody ovsa siateho vysiate v troch po sebe nasledujúcich rokoch (2007, 2008, 2009). Dve odrody zahŕňali nahý typ ovsa (Avenida a Detvan) a dve boli plevnaté (Vendelín a Zvolen). Všetky odrody sme získali z

lokality Výskumno-šľachtiteľskej stanice (VŠS) Víglaš - Pstruša, kde bol pokus realizovaný. Vzorku sme tesne pred analýzou pomleli v ultracentrifugačnom mlyne a stanovili obsah sušiny na automatickom analyzátore. V práci sa použilo deväť variantov dusíkatej výživy (Tab.1) a každý variant sa vysial v štyroch opakovaníach. Použitá bola jednotná fosforečná a draselná výživa, ktorá bola na úrovni nahradzovacieho hnojenia. Taktiež niektoré varianty boli fortifikované selénom v množstve 5 g.ha⁻¹.

Tabuľka 1: Varianty dusíkatej výživy ovsa

Var.	N kg.ha ⁻¹	N kg.ha ⁻¹	Se g.ha ⁻¹	P	
				kg.ha ⁻¹	
1.	0	0	0	P	K
2.	N _{PS} do 0,3 m 100 % využitie N _{an} na úrodu 4 t.ha ⁻¹	N1	0	P	K
3.	N _{PS} do 0,6 m 50 % využitie N _{an} na úrodu 4 t.ha ⁻¹	N2	0	P	K
4.	N _{PS} do 0,3 m 100 % využitie N _{an} na úrodu 4 t.ha ⁻¹ + N v DC 29	N1+15	0	P	K
5.	N _{PS} do 0,6 m 50 % využitie N _{an} na úrodu 4 t.ha ⁻¹ + N v DC 29	N2+15	0	P	K
6.	N _{PS} do 0,3 m 100 % využitie N _{an} na úrodu 4 t.ha ⁻¹	N1	5	P	K
7.	N _{PS} do 0,6 m 50 % využitie N _{an} na úrodu 4 t.ha ⁻¹	N2	5	P	K
8.	N _{PS} do 0,3 m 100 % využitie N _{an} na úrodu 4 t.ha ⁻¹ + N v DC 29	N1+15	5	P	K
9.	N _{PS} do 0,6 m 50 % využitie N _{an} na úrodu 4 t.ha ⁻¹ + N v DC 29	N2+15	5	P	K

N_{PS} – dusík aplikovaný pred sejbou,

N_{DC29} – dusík aplikovaný počas vegetácie vo fáze 29 DC - koniec odnožovania ,

N1, N2 – varianty hnojenia dusíkom podľa analýz pôdy,

P – dávka fosforu bude konštantná, v závislosti od stanoveného obsahu prvku v pôde,

K – dávka draslíka bude konštantná, v závislosti od stanoveného obsahu prvku v pôde.

Obsah β-D-glukánu sme stanovili vo vzorke z každého opakovania enzymatickou súpravou Mixed-linkage beta-glucan assay procedure K-BGLU 04/06 (Megazyme International Ireland, Ltd.) (McCleary, 2006). Každú vzorku sme podrobili analýze v dvoch opakovaníach a výsledné hodnoty sme prepočítali na sušinu. Získané údaje sme spracovali štatistickým balíkom Statgraphics 5.0 pomocou analýzy rozptylu (ANOVA) využitím všeobecného lineárneho modelu (GLM). Na hodnotenie štatistickej významnosti rozdielov priemerov (P<0,05) sme použili metódu najmenších štvorcov (LSD).

Výsledky a diskusia

V prípade nahej odrody Avenuda sme zaznamenali rozdiely medzi rokom 2007 a ďalšími dvoma hodnotenými rokmi (2008 a 2009) v hladine β-D-glukánu vzhľadom na varianty výživy. Kým v roku 2007 bola kontrolná hodnota, resp. hladina β-D-glukánu vo variante 1 najnižšia (4,41 %), pri všetkých ostatných variantoch (2-9) sme pozorovali zvýšenú hladinu β-D-glukánu. Druhý hodnotený rok 2008 sa oproti predchádzajúcemu roku prejavil veľmi odlišne. Výrazným rozdielom bol variant 4, ktorý bol v predchádzajúcom roku hodnotený ako najlepší (s najvyššou hladinou β-D-glukánu), a v roku 2008 sme v tomto variante výživy zaznamenali najnižšiu hodnotu daného polysacharidu (4,56 % oproti 5,57 % v kontrolnom variante). Tretí rok 2009 bol veľmi zhodný s predchádzajúcim rokom. Najnižšou hladinou β-D-glukánu sa podobne ako v roku 2008 vyznačoval variant 4 (4,07 % oproti 4,63 % v kontrolnom variante).

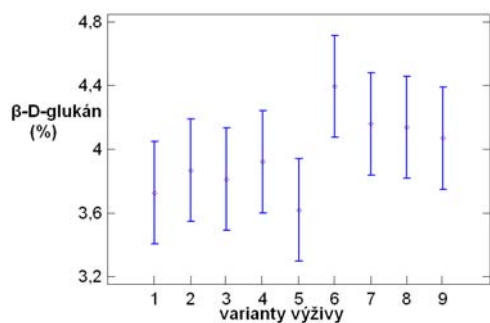
Hodnoty β-D-glukánu vo variantoch kombinovanej výživy sa v odrode Detvan pohybovali v hodnotách 4,16-4,93 %. Najvyššou hladinou polysacharidu sa vyznačoval v roku 2007 variant 8 (4,93 %, pričom kontrola bola 4,13 %). V roku 2008 sa varianty kombinovanej výživy opäť prejavili ako varianty s vyššou hladinou β-D-glukánu (4,10 – 4,58 %), i keď boli v niektorých prípadoch nižšie oproti kontrole (4,51 %). Najvyššou hodnotou sa vyznačovali variant 9 (4,58 %) a 7 (4,57 %). V roku 2009 predstavoval variant 6 najvyššiu hladinu β-D-glukánu (4,8 %), avšak variant 9, ktorý predstavuje kombinovanú výživu podobne ako variant 6, bol charakterizovaný ako variant najhoršie hodnotený z hľadiska obsahu β-D-glukánu pre túto odrodu v danom roku (3,91 %). Obsah sledovaného polysacharidu v kontrolnom variante bol 4,16 % v danom hodnotenom roku.

V prípade odrody Vendelin v roku 2007 všetky varianty kombinovanej výživy predstavovali hodnoty vyššie oproti kontrole (3,30 %) a pohybovali sa v rozmedzí 3,42 % (variant 7) až po najvyššiu hodnotu zo všetkých variantov, ktorú predstavoval variant 6 (3,77 %). V roku 2008 boli varianty kombinovanej výživy nižšie (2,98 – 3,41 %) oproti kontrole (3,48 %). Iba variant 8 predstavoval najvyššiu hodnotu v tomto roku (3,67 %). V treťom hodnotenom roku varianty dusíkatej výživy preukazovali hladiny β-D-glukánu od 3,56 do 4,26 %. Variant 4 bol variantom s najvyššou hladinou β-D-glukánu. Varianty kombinovanej výživy sa pohybovali v hodnotách 3,84 - 4,17 %.

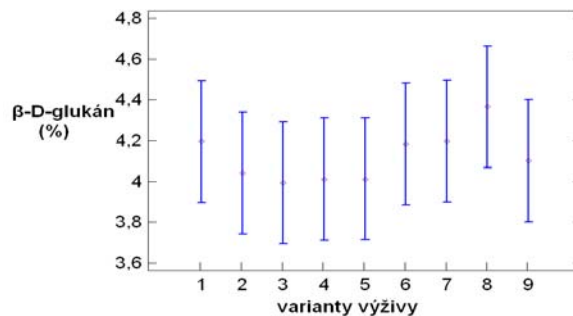
V prípade odrody Zvolen sa v prvom hodnotenom roku najvyššou hladinou β-D-glukánu vyznačoval variant 6 (3,74 % oproti kontrole 3,05 %). Druhý hodnotený rok 2008 bol odlišný. Kontrolná vzorka mala 3,22 % a hodnota vo variante 2 bola najnižšia (3,11 %). Avšak už od tejto hodnoty pozorujeme vo všetkých

ostatných variantoch zvýšený obsah β -D-glukánu. Najvyššou hladinou polysacharidu sa vyznačoval variant 8 (4,44 %). V prípade odrody Zvolen môžeme konštatovať výrazné rozdiely medzi ročníkmi. V rokoch 2007 a 2008 boli najlepšími variantmi ohodnotenými selénové (varianty 6 a 8), avšak v poslednom roku 2009 sa ako najlepší variant prejavil variant bez prídavku selénu do pôdy, teda variant 4.

V roku 2007 sa všeobecne varianty výživy v kombinácii so selénom vyznačovali pre všetky odrody vyššou hladinou β -D-glukánu (obr. 1). Ich priemerný obsah bol 4,07 (variant 9) až 4,39 % (variant 6). V prípade roku 2008 (obr. 2) sú medzi jednotlivými variantmi výrazné rozdiely v obsahu β -D-glukánu. Oproti kontrolnému variantu sme pozorovali pri variantoch dusíkatej výživy, ale i pri variantoch 6 a 9 (fortifikácia dusíkom a selénom), zníženú hladinu β -D-glukánu. Najvyšší obsah sledovaného polysacharidu sme pozorovali pri variante 8 (4,36 %), t.j. vo vzorkách ovsu, kde bol nadštandardne aplikovaný dusík a selén. Tento výsledok nie je zhodný s predchádzajúcim rokom, v ktorom bol najvyšší obsah pozorovaný pri variante 6, kedy pôda bola fortifikovaná selénom a dusík bol počas rastu aplikovaný len na základe analýzy pôdy.

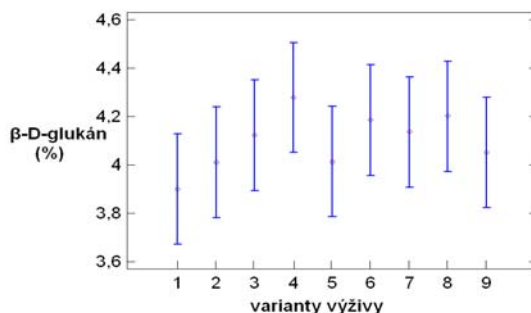


Obr.1: Priemerný obsah β -D-glukánu v roku 2007 vzhľadom na variant výživy



Obr.2: Priemerný obsah β -D-glukánu v roku 2008 vzhľadom na variant výživy

V roku 2009 bola kontrolná hodnota najnižšia (3,9 %) a od variantu 2 pozorujeme stúpanie hladiny β -D-glukánu až po pokles pri variante 5 (4,01 %). Variant 5 ale i variant 2 predstavujú rovnakú hodnotu a sú zároveň varianty s najnižším obsahom β -D-glukánu. Variant 4 predstavuje najvyššiu hodnotu (4,28 %) sledovaného polysacharidu (obr. 3).



Obr. 3: Priemerný obsah β -D-glukánu v roku 2009 vzhľadom na varianty výživy

Priemerný obsah β -D-glukánu v odrodách bol v rokoch 2007 a 2009 zhodný. Priemerné obsahy β -D-glukánu v rokoch 2007 a 2009 sa pohybovali v poradí Avenuda > Detvan > Vendelin > Zvolen a v roku 2009 bolo poradie Avenuda > Detvan > Zvolen > Vendelin. Odroda Avenuda sa vyznačovala najvyšším obsahom vo všetkých troch rokoch. Nahé odrody ovsu sa vyznačujú vo všeobecnosti vyšším obsahom daného polysacharidu než odrody plevnaté (Havrlentová, 2008; Grausgruber et al., 2004).

Štatistické vyhodnotenie výsledkov z rokov 2007 a 2008 poukázalo, že varianty dusíkatej výživy nemali štatisticky významný vplyv na obsah sledovaného metabolitu v zreých zrnách ovsu siateho. Na druhej strane, varianty s prídavkom selénu k predchádzajúcemu dusíkatému hnojeniu mali štatisticky významný vplyv na obsah β -D-glukánu. V roku 2009 sa nepreukázal štatisticky významný vplyv variantov výživy na hladinu polysacharidu. Množstvo publikácií poukazuje, že so zvyšujúcim obsahom dusíka v hnojive sa docielilo zvýšenie obsahu β -D-glukánu (napr. Ames, 1998; Brunner a Fedd, 1994). May et al. (2004) zistili, že úroda zrna bola značne ovplyvnená interakciami odroda x obdobie vysievania, odroda x hnojenie a odroda x lokalita. Podobne i naše výsledky potvrdzujú, že všetky sledované faktory, teda ročník, varianty výživy i odroda boli významným zdrojom premenlivosti. Na obsah β -D-glukánu vplývali interakcie ročník x odroda a ročník x variant výživy x odroda (tab. 2).

Tabuľka 2: Priemerné štvorce z analýzy rozptylu (všeobecný lineárny model) obsahu β -D-glukánu

Zdroj premenlivosti	Stupne voľnosti	Priemerné štvorce	F test	P hodnota
Rok	2	1,018	4,46	0,0123
Opakovanie (rok)	9	0,343	1,50	0,1457
Variant výživy	8	0,841	3,69	0,0004
Odroda	3	49,478	216,78	0,0000
Rok x variant výživy	16	0,285	1,25	0,2284
Rok x odroda	6	2,991	13,11	0,0000
Variant výživy x odroda	24	0,243	1,07	0,3787
Rok x variant výživy x odroda	48	0,470	2,06	0,0001
Reziduál	315	0,228		
Spolu	431			

Záver

Naše výsledky poukazujú na významný vplyv ročníka na hladinu β -D-glukánu, významného polysacharidu bunkovej steny ovsa. Štatistické vyhodnotenie potvrdilo, že v prípade odrôd vysiatych v roku 2007 a 2008 má dusikátá výživa v kombinácii so selénom štatisticky preukazný pozitívny vplyv na hladinu daného polysacharidu. V treťom hodnotenom roku (2009) sa štatistický význam nepotvrdil. Významné vzhľadom na vplyv na obsah sledovaného polysacharidu boli interakcie ročník x odroda a ročník x variant výživy x odroda. Nahé odrody ovsa sa vyznačovali vyšším obsahom β -D-glukánu v porovnaní s plevnatými a najvyšší obsah danej látky sme sledovali v odrode Avenuda. Všetky odrody vysiate v roku 2007 obsahovali najvyššie zastúpenie daného polysacharidu pri variante 6 a odrody vysiate v roku 2008 vo variante 8. V roku 2009 sa ako najvhodnejší variant z hľadiska obsahu sledovanej látky prejavil variant nekombinovanej výživy a to variant 4.

Pod'akovanie: Táto práca vznikla realizáciou projektu "Transfer, využitie a diseminácia výsledkov výskumu genofondu rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo" (ITMS kód: 26220220058) podporovanom v rámci výzvy OPVaV-2008/2.2/01-SORO na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- AMES, N.: The effect of genotype, environment and genotype by environment interaction on oat processing and end product quality characteristics. Cereal Research Centre Agriculture and Agri-Food Canada, 204, 1998, s. 983-1461.
- BRUNNER, B.R. – FEED, R.D.: Oat grain β -glucan content as affected by nitrogen level, location and year. Crop Science, 33, 1994, s. 473-476.
- BUCKERIDGE, M.S. – VERGARA, C.E. – CARPITA, N.C.: Insight into multi-site mechanism of glycosyl transfer in (1 \rightarrow 4)- β -glucan synthases provided by the cereal mixed-linkage (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -glucan synthase. Phytochemistry, 57, 2001, s. 1045-1053.
- CUGNET-ANCEAU, C. – NAZARE, J.A. – BIORKLUND, M. – COQUIL, E. – SASSOLAS, A. – SOTHIER, M. – HOLM, J. – LANDIN-OLSSON, M. – ONNING, G. – LAVILLE, M. – MOULIN, P.: A controlled study of consumption of beta-glucan-enriched soups for 2 months by type 2 diabetic free-living subjects. British Journal of Nutrition, 103, 2010, s. 422-428.
- DUMA, M. – KARKLINA, D.: Selenium and changes of amino acids content in germinated barley grains. [online]. 2008. Dostupné na internete: <http://llu.fv.ltu.lv/conference/foodbalt/2008/Foodbalt-Proceedings-2008-25-29.pdf>
- McCLEARY, B.V.: Megazyme: Mixed-linkage beta-glucan assay procedure (McCleary method). [online]. 2006. Dostupné na internete: www.megazyme.com
- GRAUSGRUBER, H. – SCHEIBLAUER, J. – SCHÖNLECHNER, R. – RUCKENBAUER, P. – BERGHOFER E.: Genetic variation for plant breeding, Proceedings of the 17th EUCARPIA General Congress, Tulln, 8 – 11 Sept. 2004, Proceedings Book (Vollmann J., Grausgruber H., Ruckebauer P., eds.), p. 23.
- HAVRENTOVÁ, M. – BIELIKOVÁ, M. – MENDEL, E. – KRAIC, J. – HOZLÁR, P.: The correlation of (1-3)(1-4)-beta-D-glucan with some qualitative parameters in the oat grain. Agriculture, 54, 2008, s. 65-71.
- JACKSON, G.D. – BERG, R.K. – KUSHNAK, G.D. – BLAKE, T.K. – YARROW, G.I.: Nitrogen effects on yield, beta-glucan content and other quality factors of oat and waxy hulless barley. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 25, 1994, s. 3047-3055.
- MARTINEZ, M.F. – ARELOVICH, H.M. – WEHRHAHNE, L.N.: Grain yield, nutrient content and lipid profile of oat genotypes grown in a semiarid environment. Field Crops Research, 116, 2010, s. 92-100.

- MAY, W.E. – MOHR, R.M. – LAFOND, G.P. – JOHNSTON, A.M. – STEVENSON, F.G.: Effect of nitrogen, seeding date and cultivar on aot quality and yield on the eastern Canadian prairies. *Canadian Journal of Plant Science*, 84, 2004, s. 1025-1036.
- MOUDRÝ, J.: Postavení ovsy v obilninárství. *Úroda*, 3, 2003, s. 1-3.
- NEWELL, J.: Selenium – Little known, but important. [online]. 2008. Dostupné na internete: <http://www.healthnews.com/natural-health/selenium-little-known-important-657.html>

Adresa autorov:

Mgr. Andrea Hlinková, RNDr. Michaela Havrlentová, PhD., Ing. Alžbeta Žofajová, PhD., doc. RNDr. Ján Kraic, PhD., CVRV-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, hlinkova@vurv.sk, havrlentova@vurv.sk, zofajova@vurv.sk, kraic@vurv.sk; Ing. Daniela Dvončová, CVRV – VŠS Vígľaš-Pstruša, 962 12 Detva, Slovenská republika, e-mail: dvoncova@vurv.sk.

SLOVENSKÁ KOLEKCIA OVSA (*AVENA L.*) A JEJ UCHOVÁVANIE A HODNOTENIE THE SLOVAK OAT (*AVENA L.*) COLLECTION AND THEIR STORAGE AND EVALUATION

Peter HOZLÁR – Daniela DVONČOVÁ – Magdalena BIELIKOVÁ

The Slovak Avena Collection contains 1073 genotypes. The specific morphological and biological marks were recorded according to the descriptor "Avena" (IBPGR, 1985). 44 data-processing and 27 descriptive marks were totally recorded. By the means of Statistica Programme the specific descriptive marks of all the Slovak Avena Collection were evaluated. Histograms of specific marks and density function of a common distribution of these marks were also carried out. The high variability of the collection was found out with the following marks – yield, plant height, 1000 seeds weight, volume weight, huskiness and protein content.

Key words: Avena collection, genetic resources, variability, histogram

Úvod

Genetické zdroje *Avena L.* reprezentuje 26 divých a kultúrnych druhov, s tromi úrovňami ploidity. Diploidné (napr. *A. strigosa* $2n=14$), tetraploidné (napr. *A. abyssinica* $2n=28$) a hexaploidné (napr. *A. sativa*, *A. byzantina* $2n=42$). Najväčšia diverzita rodu *Avena L.* pri krajových odrodách je koncentrovaná v ex situ kolekciách Ruska a USA, ale divé druhy sú koncentrované hlavne v génových bankách Kanady, USA, Veľkej Británie a Ruska. (Loskutov 2008). Najväčšou kolekciou *Avena L.* v európskom priestore disponuje génová banka v inštitúte IPK Gatersleben v Nemecku. V Nemecku bola ustanovená v roku 1984 aj pracovná skupina *Avena* ECPGR ako jedna z originálnych šiestich pracovných skupín a v tom istom roku bola vytvorená Európska *Avena* databáza (EADB). ECPGR pracovná skupina *Avena* má v súčasnosti 29 členov, kde má svoje zastúpenie aj Slovensko (www.bioversityinternational.org). V súčasnosti slovenská *Avena* kolekcia pozostáva z 1073 genotypov *Avena*. Rozhodujúci podiel tvorí druh *Avena sativa* 1063 genotypov, *Avena byzantina* je zastúpená 8 genotypmi a *Avena fatua* 2 genotypmi. Všetky genotypy slovenskej kolekcie sú hexaploidné. Všetky hexaploidné druhy ovsu majú rovnaký karyotyp (AACCCDD) a sú navzájom fertílné. (Ladizinsky a Zohary, 1971). Spomedzi 1073 genotypov je 269 genotypov so žltou farbou plevy, 637 s bielou farbou plevy, 58 s čiernou farbou plevy, 6 s hnedou farbou plevy, 73 genotypov je nahého (bezplevnateho) ovsu a 30 genotypov s neidentifikovanou farbou plevy.

Materiál a metódy

Za hodnotenie kolekcie *Avena L.* je na Slovensku zodpovedné pracovisko CVRV Piešťany, VŠS Vígľaš-Pstruša. Uchovávanie a vedenie databázy realizuje Génová banka SR. Každoročne sa vysievajú škôlky zbierková, do ktorej sa zaraďujú získané nové genotypy z génových bánk, šľachtiteľských a výskumných pracovísk a zberových expedícií. Súčasne sa z premnoženého osiva vysievajú dva ročníky škôlok hodnotenia, kde hodnotíme 27 popisných znakov, ktoré sú zaznamenávané do popisných databáz.

Zaznamenávame aj 44 pasportných znakov. Pri potrebe regenerácie osiva v uchovávanej kolekcii sú vysievané aj škôlky regenerácie, hlavne v prípade zníženia klíčivosti uchovávaných genotypov alebo v prípade zníženia množstva osiva pod stanovenú uskladňenú hranicu pri jeho poskytnutí iným pracoviskám. Celkovo sa každoročne vysieva 4 000 až 11 000 m² škôlok podľa množstva získaného premnožovaného alebo regenerovaného osiva. Vybrané morfológické (obrázky 1-6) a biologické znaky sú zaznamenávané podľa klasifikátora *Avena L.* (IBPGR, 1985). Úroda je prepočítaná na 15 % vlhkosť a zaznamenáva sa počas 2-ročného skúšania u všetkých genotypov. Vybrané kvalitatívne znaky ako podiel plevy, HTZ, objemová hmotnosť a podiel predného zrna sú stanovované na lúpačke plevy, počítačke semien, valcoch určených na stanovenie objemovej hmotnosti a steinekerových sítach. N je stanovovaný Dumasovou metódou na analyzátore CNS 2000 (LECO Corp. USA) a dusíkaté látky (proteíny) prepočtom. Sušina je stanovovaná na automatickom analyzátore vlhkosti MA 30 (Sartorius, SRN). Hrubá vláknina je stanovovaná metódou podľa Henneberga a Stohmanna.



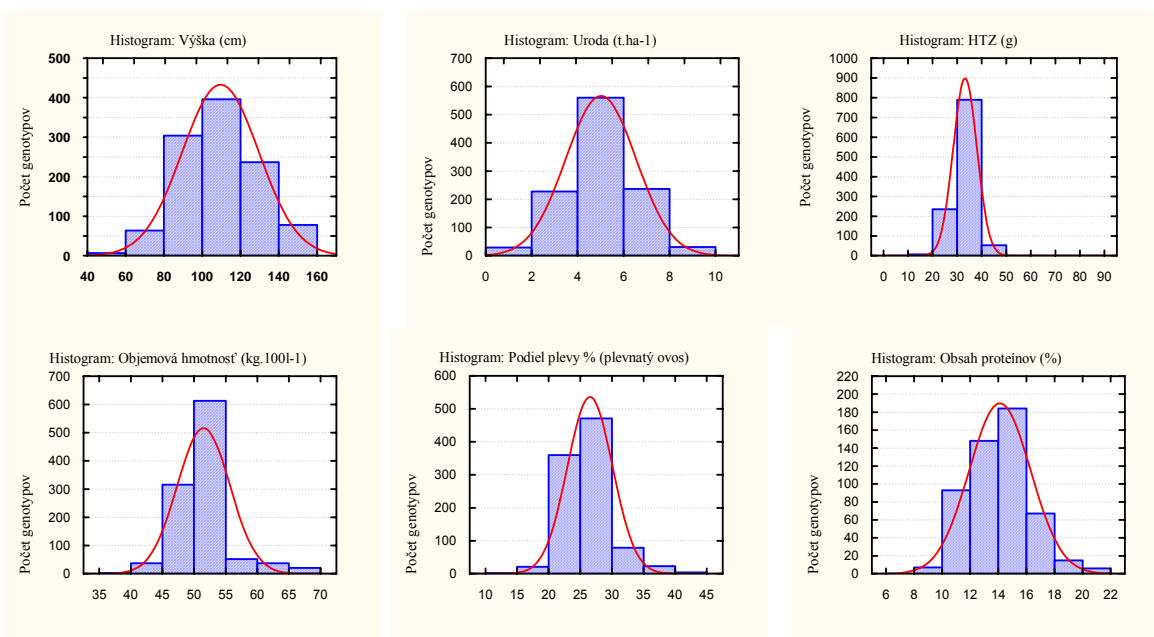
Obrázky 1-6

V práci boli zhodnotené vybrané popisných znaky celej slovenskej *Avena* kolekcie v programe Statistica. Rovnako boli realizované histogramy jednotlivých znakov a funkcie hustoty normálneho rozdelenia, pri týchto znakoch.

Výsledky a diskusia

Na základe grafov 1-5 môžeme zistiť, že minimálne hodnoty v znaku výška boli pri dwarf typoch cca 40 cm a maximálne až 160 cm. V znaku úroda sa minimálne úrody hlavne pri genotypoch druhu *A. fatua* pohybovali okolo 0,5 t.ha⁻¹ a pri nových špičkových úrodných odrodách *A.sativa* to bolo do 10 t.ha⁻¹. V znaku HTZ bola v kolekcii zistená tiež široká variabilita, keď niektoré genotypy nahého ovsa vykazovali HTZ medzi 10-20 g a niektoré plevnaté ovsy až 50 g. Objemová hmotnosť sa pri vysokoplevnatých ovsoch pohybovala od menej ako 40 kg.100l⁻¹ do 70 kg.100l⁻¹ pri niektorých nahých ovsoch. Rovnako znak percentuálny podiel plevy pri plevnatých ovsoch sa pohyboval od 16 do 40 %. Pozoruhodné rozdiely boli zaznamenané pri percentuálnom obsahu proteínov, keď niektoré plevnaté genotypy vykazovali obsah proteínov, len o niečo vyšší ako 8 % a niektoré nahé ovsy sa približovali k 22 %.

Graf 1-6



Záver

Na základe zhodnotenia vybraných znakov slovenskej *Avena L.* kolekcie môžeme konštatovať:

- V práci sme zhodnotili vybrané znaky slovenskej kolekcie *Avena*, čo nám umožňuje posúdiť variabilitu v daných znakoch pri celej slovenskej *Avena* kolekcii.
- Na základe testovania boli vytypované genotypy, ktoré vykazovali v našich podmienkach vyšší úrodový potenciál ako súčasne registrované odrody na Slovensku a môžu slúžiť ako východiskový materiál pre šľachtenie.
- Na základe analýz boli vytypované genotypy s extrémnymi prejavmi pri vybraných znakoch, ktoré tiež môžu slúžiť ako východiskové materiály pre šľachtenie alebo pre výkonné účely.

Literatura

LADIZINSKY, G. – ZOHARY, D. (1971): Notes on species delimitation, species relationships and polyploidy in *Avena*. *Euphytica*, 20: 380-395.

LOSKUTOV, I.G.(2008) :Strength and Weakness of Covered and Naked Oat: Approaches and Perspectives.Physiology, Ecology and Production – Poster IV-7a, IOC 2008.

IBPGR(1985): Oat descriptors. International Board for plant genetic resources, 1985, Rome

www.biodiversityinternational.org

Adresa autorov:

Peter Hozlár, CVRV,VURV,VŠS Vígľaš-Pstruša, 96212 Detva, Slovakia

Daniela Dvončová, CVRV,VURV,VŠS Vígľaš-Pstruša, 96212 Detva, Slovakia

Magdaléna Bieliková, CVRV,VURV,Bratislavská cesta 122, 92168 Piešťany, Slovakia

POLYMORFIZMUS MIKROSATELITNEJ DNA GENÓMU LÁSKAVCA THE POLYMORPHISM OF MICROSATELLITE DNA IN THE AMARANTH GENOME

Katarína HRUBÍKOVÁ⁽¹⁾ – Mária LABAJOVÁ⁽¹⁾ – Jana ŽIAROVSKÁ⁽¹⁾ – Andrea HRICOVÁ⁽²⁾ – Alena GAJDOŠOVÁ⁽²⁾

The work has been focused on the analysis of induced mutagenesis effect on polymorphism of microsatellite DNA of amaranth mutant lines; *A. cruentus* genotype Fichta and hybrid K-433 originated from inter-specific hybridization of *A. hypochondriacus* × *A. hybridus*). The mutant lines are result of radiation mutagenesis with significant higher values of seeds yield. For polymorphism analysis of mutant lines and controls the ISSR technique has been used applying primers of sequences of microsatellite DNA DNA [(GATA)₂(GACA)₂; (AGT)TG₆ a (ATG)₆]. By exploitation of mentioned primers has been possible to distinguish of mutant lines based on their origin as well as to record the mutagen effect on polymorphism of microsatellite DNA.

Key words: *Amaranthus L.*, induced mutagenesis, polymorphism, ISSR

Úvod

I keď ľaskavec patrí medzi menej využívané plodiny, má významné postavenie z hľadiska výživy, ako náhražka múk obilnín pri bezlepkovej diéte či fenylylketonúrii (Jamriška a Halvoň, 2006). Zlepšovanie výšky rastlín, výnosu, náchylnosti alebo odolnosti voči chorobám a najmä úžitkových vlastností plodín je hlavnou úlohou šľachtiteľských programov. Okrem klasického kríženia sa využívajú na zlepšovanie požadovaných vlastností aj iné metódy, napr. mutačné šľachtenie. Indukované radiačné mutácie sú realizované pod záštitou programu The Joint FAO/IAEA programme, ktorého hlavným cieľom je genetické zlepšenie semenných a vegetačne sa rozmnožujúcich rastlín (Jain, 2005). Molekulové markéry sú vhodnými nástrojmi hodnotenia polymorfizmu a umožňujú odhadnúť rozsah genetickej diverzity a genetických vzťahov genotypov (Dongre et al., 2007). Markéry, ktoré slúžia ako identifikátory ekonomicky dôležitých vlastností, sú významné pre zlepšovania kvality rastlín (Staub et al., 1996). Za ideálne DNA markéry sú považované aj tie, ktoré obsahujú mikrosatelitné sekvencie DNA. Technika využívajúca mikrosatelitné sekvencie je označovaná ako ISSR (Inter Simple-Sequence Repeats). Táto technika umožňuje rozlíšenie aj príbuzensky blízkych genómov, kde iné techniky neposkytujú dostatočný stupeň polymorfizmu.

Materiál a metodika

Genomická DNA bola izolovaná zo 7-dňových klíčencov semien pochádzajúcich z mutantných línií ľaskavca (*Amaranthus L.*). Pôvodný biologický materiál bol vystavený pôsobeniu radiačného (γ)-žiarenia v dávke 175 Gy. Charakteristiku biologického materiálu uvádza tabuľka 1.

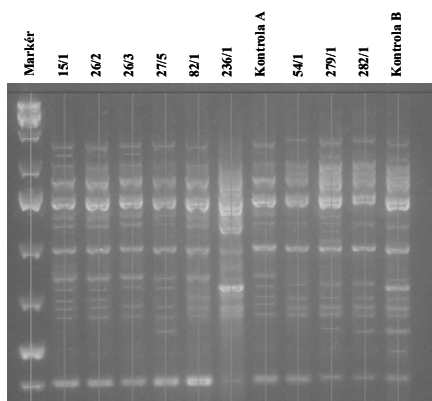
Tabuľka 1: Charakteristika mutantných línií ľaskavca

Genetický pôvod línií	Mutantné línie
<i>Amaranthus cruentus</i> , genotyp Fichta	15/1; 26/2; 26/3; 27/5; 82/1; 236/1; kontrola A
Hybrid K-433 (<i>A. hypochondriacus</i> × <i>A. hybridus</i>)	D 54/1; D 279/1; D 282/1; kontrola B

Genomická DNA bola izolovaná pomocou izolačnej sústavy DNA-AXYGEN (Axigen Biosciences, AxyPrepTM) a kvantifikovaná fluorometricky (QuibitTM). PCR-ISSR reakcie prebiehali v tlmivom ustálenom roztoku 1 × PCR obsahujúcom 20 mmol × dm⁻³ Tris-HCl, pH 8,0 (InvitrogenTM, Life technologies), 50 mmol × dm⁻³ KCl (InvitrogenTM), 3 mmol × dm⁻³ MgCl₂ (InvitrogenTM), 0,3 mmol × dm⁻³ d NTP (InvitrogenTM), 250 nmol × dm⁻³ prajmer [(ATG)₆, AGT(TG)₆], resp. 1000 nmol × dm⁻³ [(GATA)₂ (GACA)₂] (Microsynth), 1 U *Taq* polymerázy (InvitrogenTM). Časový a teplotný profil PCR-ISSR bol nasledovný: 3 minúty pri 95 °C pre úvodnú denaturáciu a následne 33 cyklov: 15 sekúnd pri 95 °C pre denaturáciu, 40 sekúnd pri 47 °C (prajmer (GATA)₂(GACA)₂ a AGT(TG)₆), resp. pri 51 °C (ATG)₆ pre naviazanie prajmera, 2 minúty pri 72 °C pre polymerizáciu a na záver 7 minút pri 72 °C. Chladienie vzoriek prebiehalo pri teplote 4 °C. Reakcie prebehali v konečnom objeme 20 μl v termocykléri MyCyclerTM thermal cycler. Amplifikované fragmenty boli elektroforeticky rozdeľované v 1,5 % agarózovom géle, ktorý bol vyhodnotený systémom obrazu KODAK EDAS 1D. Na určenie veľkosti nasyntetizovaných fragmentov bol použitý markér 250 bp DNA Ladder. Na základe prítomnosti a neprítomnosti fragmentov DNA bola zostavená matica, z ktorej boli vypočítané indexy podobnosti Nei a Li. Vetvové členenia vzájomných závislostí boli zostrojené metódou UPGMA v programe Syntax podľa Jaccardovho koeficientu genetickej príbuznosti.

Výsledky a diskusia

Použitím zloženého prajmera (GATA)₂ (GACA)₂ sa celkovo nasyntetizovalo 153 DNA fragmentov s priemerným počtom 14 fragmentov na vzorku. Veľkosť fragmentov sa pohybovala približne od 40 bp po 3000 bp (obrázok 1). Pre kontrolný variant genotypu Fica, boli identifikované 3 jedinečné fragmenty, ktoré neboli prítomné v príslušných mutantných líniiach. V prípade kontrolnej vzorky hybridu K-433, boli zaznamenané 3 takéto fragmenty. Z mutantných línii sa najšpecifickejšou javí vzorka 236/1, ktorá sa vyznačovala prítomnosťou troch unikátnych fragmentov. Väčšina mutantných línii genotypu Fica bola na základe Jaccardovho koeficientu genetickej príbuznosti zoskupená do jedného zhluku. Kontrolná vzorka bola vyčlenená ako odlišná. Mutantné línie hybridu K-433 tvorili jeden zhluk, okrem vzorky 279/1, ktorá bola pričlenená ku kontrolnej vzorke hybridu a to pri všetkých typoch použitých prajmerov.



Obrázok 1: Elektroforeogram mutantných línii láskavca analyzovaných prajmerom (GATA)₂(GACA)₂.

Použitím trinukleotidového prajmera (ATG)₆ bolo zaznamenaných celkovo 146 fragmentov, s priemerným počtom 13 fragmentov na vzorku. Veľkosť fragmentov variovala od 300 bp po 2400 pb. Jedinečné fragmenty boli zaznamenané pri kontrole a mutantnej línii (282/1) hybridu k-433. Opäť, väčšina mutantných línii genotypu Fica bola na základe genetickej príbuznosti spojená do jedného zhluku. Mutantné línie hybridu boli na rôznych úrovniach priradované ku genotypu Fica, čo je možné vysvetliť nižšou špecifickosťou prajmera v porovnaní s predchádzajúcimi dvomi.

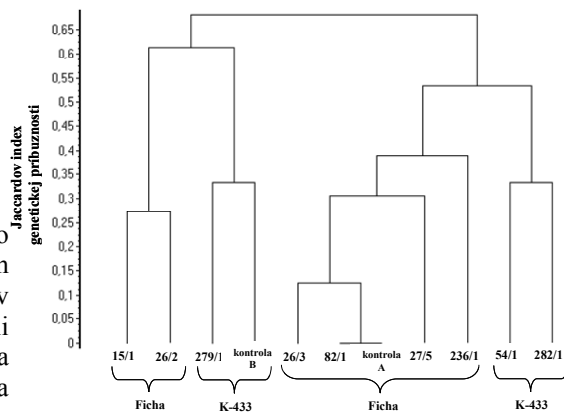
Na základe predbežných výsledkov je možné konštatovať, že vplyvom indukovanej mutagenézy dochádza k zmenám na úrovni polymorfizmu mikrosatelitnej DNA genómu láskavca. Zmeny opakujúcich sa oblastí genómov zaznamenali aj Morita et al. (2009) a Joshi-Saha (2007). Technika ISSR je vhodná na rozlíšenie línii a hybridov (Joshi et al., 2004). Na základe amplifikačnej efektivity sú navrhnuté prajmery vhodné na porovnávacie štúdie genómu láskavca.

Pod'akovanie: Riešenie práce je finančne podporované projektom VEGA 2/0109/09.

Literatúra

- DONGRE, A.B. – BHANDARKAR, M. – BANERJEE, S.: Genetic diversity in tetraploid and diploid cotton (*Gossypium* spp.) using ISSR and microsatellite DNA markers. In: *Indian Journal of Biotechnology*. vol. 6, 2007, p. 349–353.
- JAIN, S. M.: Major mutation-assisted plant breeding programs supported by FAO/IAEA. In: *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. vol. 82, 2005, no. 1/July, p.113–123.
- JAMRIŠKA, P. – HALVOŇ, P.: Široké možnosti využitia produktov z láskavca. In: *Naše pole*. roč. 10, 2006, č. 10, s. 12–13.
- JOSHI-SAHA, A. – GOPALAKRISHNA, T.: Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) markers for detecting radiation induced polymorphisms and its application as genetic marker system in *Sesbania rostrata*. In: *Plants mutation Reports*. vol. 1, 2007, no. 3, p. 41–45.
- JOSHI, A. – SOUFRAMANEIN, J.A. – MANJAYA, J. – GOPALAKRISHNA, T. – DŠOUZA, S.F.: Utilization of inter simple sequence repeat (ISSR) markers in distinguishing parental lines and hybrids in selected crops plants. In: *The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. vol. 64, 2004, no. 3, p. 32–43.
- MORITA, R. – KUSABA, M. – IIDA, S. – YAMAGUCHI, H. – NISHIO, T. – NISHIMURA, M.: Molecular characterization of mutations induced by gamma irradiation in rice. In: *Genes Genet Syst*. vol. 84, 2009, p. 361–370.
- STAUB, J.E. - SERQUEN, F.C. - GUPTA, M.: Genetics markers, map constructions, and their application in plant breeding. In: *Hort. Science*. 1996, vol. 31, p. 729–741.

Adresa autorov: Katarína Hrubíková⁽¹⁾, Mária Labajová⁽¹⁾, Jana Žiarovská⁽¹⁾, Hricová Andrea,⁽²⁾ Gajdošová, Alena⁽²⁾, (1) Katedra genetiky a šľachtenia rastlín, FAPZ, SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, (2) Ústav genetiky a biotechnológií rastlín SAV v Nitre, Akademická 2, 949 01 Nitra



Obrázok 2: Dendrogram mutantných línii láskavca analyzovaných prajmerom AGT(TG)₆

HODNOCENÍ GENETICKÝCH ZDROJŮ MERUNĚK NA ZAHRADNICKÉ FAKULTĚ V LEDNICI POMOCÍ MOLEKULÁRNÍCH METOD EVALUATION OF APRICOT GENETIC RESOURCES AT FACULTY OF HORTICULTURE IN LEDNICE BY MOLECULAR METHODS

Eva CHROBOKOVÁ – Jana RADDOVÁ – Miroslav VACHŮN – Boris KRŠKA –
Miroslav PIDRA

Biodiversity, or biological diversity, is used to describe the immense variety and richness of life on Earth. This richness encompasses the variety of different species in an area, and the genetic variety within a single species. The genetic resources include wild or weedy relatives, landraces and cultivars, originated by breeding processes. They are often used in genetic engineering, basic research, agriculture and breedings, as well as in the processes of landscaping and nature protection.

A set of 9 SSR primers (Single Sequence Repeats, microsatellites) was used to study genetic diversity and cultivar identification of 95 apricot varieties. Analysed set of cultivars includes a group of cultivars and clones as well as a group of hybrids, obtained from crossings between genotypes from different geographic areas. Microsatellites demonstrate high level of polymorphism and prove to be an efficient tool for genetic diversity assessment among many botanical species. Using SSR markers the fingerprints (genetic profiles) of apricot genotypes are produced, which are specific for each variety. Microsatellite primers revealed 14 – 28 alleles per locus. Dendrogram of genetic relationships was constructed, based on 9 SSR primers according to the Jaccard coefficient. Five groups of cultivars were formed: hybrids from European and Asian group, European genotypes, American genotypes, Asian genotypes and interspecific hybrids. A set of 9 cultivars with supposed relatedness to 'Velkopavlovická' was not distinguished within the group of European cultivars. Similarities and differences revealed between genotype incorporation into the groups were compared with the literature findings.

Key words: Prunus armeniaca, biodiversity, genetic resources, SSR primers

Úvod

Meruňky patří mezi jedny z nejoblíbenějších druhů ovoce díky dobrým chuťovým vlastnostem a nutričním hodnotám. Botanicky jsou zařazeny do rozsáhlého rodu *Prunus*. Z hlediska opylovacích poměrů se jedná o převážně samosprašný, diploidní druh ($2n = 16$), který má genom o velikosti $5,9 \times 10^8$ bp/2n (Arumuganathan a Earle, 1991).

Genetické zdroje meruňek tvoří nenahraditelný zdroj genů pro zlepšování biologických a hospodářských vlastností tohoto ovoce. Umožňují rozšíření genetického základu a vnitrodruhové i mezidruhové biodiverzity. Jsou využívány v tradičním zemědělství, zpracovatelském průmyslu, konvenčním či moderním šlechtění, v oblasti genového inženýrství a výzkumu.

Genové zdroje a jejich využití je v České republice legislativně ošetřeno. Ministerstvo zemědělství založilo v roce 1994 první „Národní program (NP) konzervace a využití genetických zdrojů rostlin“. NP zabezpečuje shromažďování, evidenci, dokumentaci, charakterizaci a hodnocení, regeneraci, dlouhodobé uchování a využívání genetických zdrojů. Jeho součástí je poskytování vzorků dostupných genetických zdrojů a příslušných informací za podmínek stanovených legislativou jak uživatelům genetických zdrojů v České republice, tak i v zahraničí. Dalším legislativním ošetřením je Zákon o konzervaci a využívání genetických zdrojů rostlin a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství č. 148/2003 Sb. a jeho prováděcí vyhláška č. 458/2003 Sb. (Dotlačil et al. 2004).

Na Zahradnické fakultě v Lednici, Mendelova univerzita v Brně, se nachází genofondová kolekce genotypů meruňek, která je hodnocena Ústavem ovocnictví. V kolekci je trvale udržováno přes 310 genotypů a v rámci šlechtitelského programu je v současnosti hodnoceno více než 650 elitních hybridů (Krška et al. 2004). Položky pocházejí z různých ekologicko-geografických oblastí, a to z Evropy, Ameriky a Asie (Číny, Střední Asie, iranokavkazské oblasti). Hybridní genotypy vznikly z křížení genotypů pocházejících ze zmiňovaných oblastí.

Studium genové diverzity a identifikace odrůd meruňek může mít význam ve šlechtitelských programech a při navrhování nových křížení. Jako vhodný nástroj se jeví molekulární metody, zejména pak metoda SSR (*Single Sequence Repeats*; mikrosatelity), která využívá amplifikace určitých oblastí DNA. Mikrosatelity jsou charakteristické vysokým stupněm polymorfizmu, četností a kodominantní dědičností, a proto jsou velmi vhodné pro stanovení genové diverzity a genových vztahů mezi odrůdami meruňek, jak dokladují četné studie (Romero et al. 2006, Khan et al. 2006). Pomocí SSR markerů jsou vytvářeny tzv. fingerprinty (genetické profily) u kultivarů meruňek, které jsou charakteristické pro každou odrůdu a mohou se uplatnit např. v certifikačních programech pro ochranu nových odrůd.

Cílem práce bylo stanovit genetickou rozmanitost vybraných položek genofondu nejrůznějších ekologicko-geografických skupin pomocí mikrosatelitních primerů.

Materiál a metóda

Rostlinný materiál: Pro analýzy pomocí SSR primerů bylo použito 95 genotypů meruněk, které se nacházejí v genofondové kolekci, hodnocené Ústavem ovocnictví na Zahradnické fakultě v Lednici, Mendelova univerzita v Brně.

Izolace DNA: Izolace genomové DNA byla provedena ze zmrazených listů izolačním kitem DNeasy Plant Mini Kit Qiagen. Kontrola kvality a kvantity genomové DNA byla provedena prostřednictvím elektroforézy na 1 % agarózovém gelu a následným porovnáním intenzity signálu DNA jednotlivých vzorků se standardem λ -DNA.

SSR analýzy: V současné studii bylo použito 9 SSR primerových párů, vyvinutých pro meruňky (Cipriani et al. 1999, Aranzana et al. 2002, Lopes et al. 2002; Messina et al. 2004, Hagen et al. 2004). Jedna sekvence od každého primerového páru byla vždy označena fluorescenční barvou FAM, NED a JOE. Amplifikace SSR byly provedeny v termálním cyklu Biometra UNO II, amplifikační reakce byly provedeny podle teplotních programů Lopes et al. (2002), Messina et al. (2004) a Hagen et al. (2004). Produkty SSR reakcí byly analyzovány na horizontální elektroforéze na 1,5 % agarózovém gelu a vizualizovány pomocí ethidium bromidu. SSR produkty byly vyhodnoceny na genetickém analyzátoru ABI PRISM 310 (Applied Biosystems). Byly stanoveny velikosti a velikostní rozdíly alel. Vzniklé alely byly označeny jako „1“ v případě jejich přítomnosti a „0“ v případě jejich absence a následně byly transformovány do podoby binární matice. Identifikované alely byly vyhodnoceny pomocí softwaru GeneScan analysis. Vytvoření a vypočítání matice průměrných vzdáleností bylo provedeno pomocí NTSYSpc version 2.11T software. Dendrogram genetické podobnosti odrůd byl vytvořen pomocí Free Tree software.

Výsledky a diskuze

Mikrosatelitní primery poskytly 14 – 28 alel na lokus. Dendrogram genetické podobnosti byl konstruován na základě Jaccardova koeficientu. Dendrogram vytvořený na základě 9 SSR primerů má vymezených pět seskupení genotypů: hybridní genotypy evropské a asijské skupiny (části 1.1 a 1.2, obr. 1.), evropské genotypy (část 2, obr. 1.), americké genotypy (části 3.1 a 3.2, obr. 1.), asijské genotypy (části 4.1 a 4.2, obr. 1.) a mezidruhové hybridy (části 5.1 a 5.2, obr. 1).

První **seskupení hybridů evropské a asijské skupiny** je rozděleno na dvě podskupiny. Podskupina 1.1 obsahuje hybridní odrůdy 'Vestar', 'LE-2926', 'LE-2927', 'LE-3241' a 'Betinka'. Podskupina 1.2 zahrnuje genotypy 'Vynoslivyj', 'Vynoslivyj 21/1_9' a 'Forum'. Další hybridní genotypy jsou začleněny v rámci ostatních seskupení. V podobné studii Zhebentyayeva et al. (2003) sledovala 74 genotypů meruněk pomocí 12 SSR primerů a genotyp 'Vynoslivyj' zařadila v klastru spolu s kultivary 'Early Gold' a 'de Compot', o kterých se předpokládá, že mají asijské předchůdce. V **evropské skupině** (část 2, obr. 1) bylo zařazeno 15 genotypů. Vyčlenila se podskupina devíti genotypů, které nebyly rozlišeny pomocí SSR primerů. Jedná se o sortotyp klonů vycházejících z odrůd 'Maďarská Nejlepší', 'Velkopavlovická' a 'Sabinovská'. V obdobné studii Zhebentyayeva et al. (2003) pomocí 12 SSR primerů začlenila genotyp 'Velkopavlovická' ve skupině, ve které byla většina zařazených odrůd evropského původu. Podle SSR analýz nebyly rozlišeny 'Luizet' a 'Pesci Orias'. Na druhé straně Hormaza et al. (2002) zařadil 'Luizet' spolu s 'Gönci-Magyar' v SSR dendrogramu vytvořeném na základě 20 SSR primerů. Další evropský genotyp 'Cegledi bibor' byl součástí studie Maghuly et al. (2005) a byl začleněn ve skupině s genotypy 'Cegledi Orias', 'Szegledi mamut' a 'Ligeti Orias', které zůstaly nerozlišené. V práci Maghuly et al. (2006) v rámci jednoho rozsáhlejšího klastru byly zařazeny genotypy Velkopavlovická, 'Luizet', 'Čačansko zlato', 'Magyar Kajsz C235' a 'Cegledi bibor'. Genotyp 'Cegledi bibor' byl podle toho autora zařazen ve skupině s 'Cegledi Orias', 'Ligeti Orias' a 'Szegledi mamut'. **Americké genotypy** vytvořily dvě výrazná seskupení (části 3.1 a 3.2, obr. 1), ve kterých je celkem zařazeno 13 genotypů, přičemž 'Veverka' má původ neznámý. Genotypy 'Veecot' a 'Harcot' byly začleněny na základě SSR analýz v rámci jedné skupiny (část 3a, obr. 1). Podobně Hormaza et al. (2002) začlenil 'Veecot' a 'Harcot' v rámci jednoho seskupení. Možné vysvětlení nabízí teorie Brooks a Olmo (1997), kteří zjistili, že 'Veecot' a 'Harcot' mají ve svém genetickém původu cv. Perfection. V další studii Romero et al. (2006) testoval pomocí 12 SSR primerů 20 genotypů meruněk a potvrdil, že 'Veecot' a 'Harcot' byly zařazeny ve stejné skupině s dalšími genotypy 'Tadeo', 'Goldrich' a 'Katy'. **Asijské genotypy** byly seskupeny ve čtyř podskupinách (4.1, 4.2, 4.3, 4.4, obr. 1), a bylo v nich začleněno celkem 16 analyzovaných položek. Genotyp 'Shalah' byl začleněn v rámci skupiny 4.1 spolu s genotypy 'Lunnik', 'Arzami Aromatnyj' a 'Priusadėbnij' a na základě SSR analýz vykazoval nízký koeficient genetické podobnosti (0,22). 'Shalah' a 'Arzami Aromatnyj' byly začleněny v rámci stejné podskupiny a k podobným výsledkům dospěla Zhebentyayeva et al. (2003), která pomocí SSR analýz zařadila genotyp 'Shalakh' ve skupině asijských genotypů, jako jsou 'Arzami' (iranokavkazská), 'Vaagas Vardaguin' (iranokavkazská), 'Dzhungarskii 18/63' (džungarsko-zailijská) a evropská odrůda 'Kantsler'. Poslední skupina zahrnovala **mezidruhové hybridy** a botanický druh *P. brigantina*. Tyto genotypy vytvořily dvě základní podskupiny (5.1 a 5.2, obr. 1), a bylo v nich seskupeno 16 genotypů. V rámci podskupiny 5.1 jsou spolu zařazeny hybridy 'M-47', 'M-52' a 'Eurazia'. Kramarenko (2006) ve své práci sledovala podnož Eurasia-21 a uvádí, že se jedná o interspecifický hybrid, vzniklý z křížení druhů *P. salicina* x *P. americana* x *P. cerasifera*. Hybridy 'M-52' a 'M-47' v sobě zahrnují podobné rodičovské druhy v křížení, jelikož hybrid 'M-52'

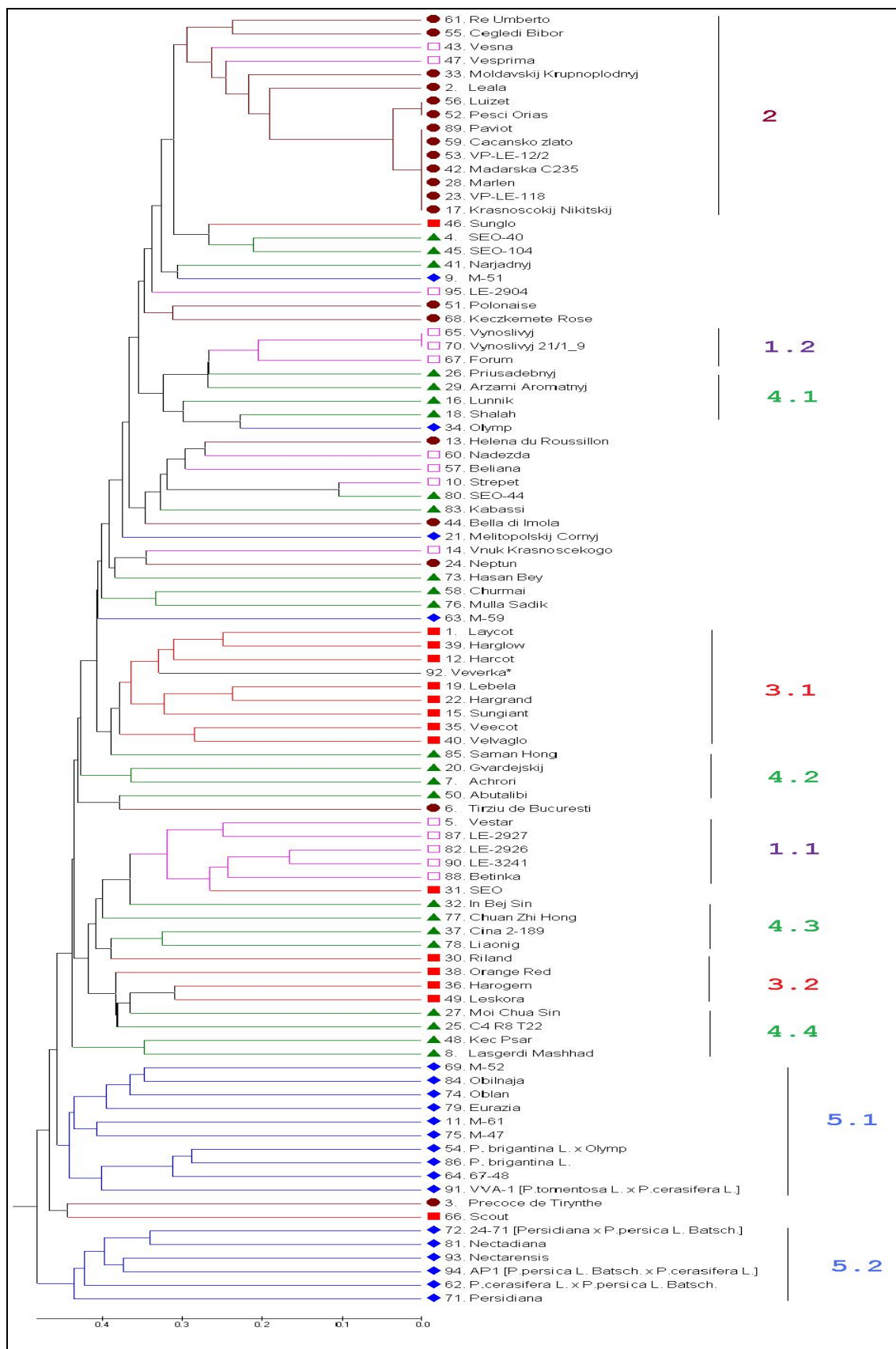
představuje křížení [*P. cerasifera* x *P. armeniaca*] x [*P. cerasifera*], zatímco hybrid 'M-47' tvoří křížení [*P. cerasifera* x *P. armeniaca*] x [*P. cerasifera* červený kulturní x *P. armeniaca*]. Hybridy 'M-47', 'M-52' a 'Eurazia' mají ve svém původu společně začleněn druh *P. cerasifera*. V rámci podskupiny 5.2 byly zařazeny genotypy 24-71 ('Persidiana' x *P. persica* L. Batsch), 'Nectadiana' (*P. persica* x *P. davidiana*), 'Nectarensis', 'AP1' (*P. persica* L. Batsch. x *P. cerasifera* L.) 'Persidiana' a *P. cerasifera* x *P. persica* L. Batsch. Genotypy 'Précoce de Tirynthe' a 'Scout' jsou seskupené v 1 malém klastru a jsou zařazené v rámci SSR dendrogramu uprostřed skupiny mezidruhových hybridů (mezi podskupinami 5.1 a 5.2). U odrůdy Scout je toto začlenění pochopitelné, neboť se jedná o složitý hybrid, ale odrůda 'Précoce de Tirynthe' je typickou odrůdou Středomoří a její shlukování s mezidruhovými hybridy je nelogické.

Závěr

Mikrosatelitní primery jsou velmi efektivními genetickými nástroji pro studium genetické diverzity meruněk. Za využití 9 mikrosatelitních primerů byl analyzován soubor 95 genotypů meruněk. Většina z nich byla úspěšně rozlišena a začleněna do seskupení podle geografického původu. V rámci evropské skupiny (část 2), obr. 1) nebylo rozlišeno 9 položek, které patří do sortotypu odrůd typu 'Velkopavlovická'. Molekulární charakterizace pomocí SSR markerů vykazuje genetické vztahy mezi analyzovanými genotypy.

Literatura

- ARANZANA, M. J. – GARCIA-MAS J. – CARBÓ J. – ARÚS, P. Development and variability of microsatellite markers in peach. In *Plant Breeding*, 2002, vol. 121, p. 87–92
- ARUMUGANATHAN, K. – EARLE, E. Nuclear DNA content of some important plant species. In *Plant Molecular Biology Reporter*, 1991, vol. 9, p. 208 – 218
- BROOKS, R. M. – OLMO, H. P. The Brooks and Olmo register of fruit and nut varieties, 3rd edn. ASHS Press, Alexandria, 1997
- CIPRIANI, G. – LOT, G. – HUANG, W.G. – MARRAZZO, M.T. – PETERLUNGER E. – TESTOLIN, R. AC/GT and AG/CT microsatellite repeats in peach (*Prunus persica* (L.) Batsch): isolation, characterisation and cross-species amplification in *Prunus*. In *Theoretical and Applied Genetics*, 1999, vol. 99, p. 65–72
- DOTLAČIL, L. - FABEROVÁ, I. – HOLUBEC, V. – STEHNO, Z. *RÁMCOVÁ METODIKA Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiversity*. [online] Díl I. – Část všeobecná. Kapitola 1. - 5. © Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha 2004, Genetické zdroje č. 90 [cit. 2010-04-14]. Dostupné na internetu: <http://genbank.vurv.cz/genetic/nar_prog/Dokumenty/Ramcova_metodika.pdf>.
- HAGEN, L.S. – CHAIB, J. – FADY, B. – DECROOQ, V. – BOUCHET, J.P. – LAMBERT, P. – AUDERGON, J. M. Genomic and cDNA microsatellites from apricot (*Prunus armeniaca* L.). In *Molecular Ecology Notes*, 2004, vol. 4, p. 742 – 745
- HORMAZA, J. I. Molecular characterization and similarity relationships among apricot (*Prunus armeniaca* L.) genotypes using simple sequence repeats. In *Theoretical and Applied Genetics*, 2002, vol. 104, p. 321 – 328
- KHAN, M. A. – MAGHULY, F., BORROTO-FERNANDEZ E. G. – PEDRYC, A. – KATINGER, H. – LAIMER, M. Genetic Diversity and Population Structure of Apricot (*Prunus armeniaca* L.) from Northern Pakistan using Simple Sequence Repeats. In *Silvae Genetica*, 2008, vol. 57, no. 3, p. 157 – 164
- KRAMARENKO, L. Apricot Breeding in Moscow. In *Acta Horticulturae*, ISHS 2006, vol. 701, no.1, p. 219 – 222
- KRICHEN, L. – BEN MIMOUN, M. – HELLALI, R. Identification and Characterization of Tunisian Apricot Cultivars. In *Acta Horticulturae*, ISHS 2006, vol. 701, no. 1, p. 241 – 243
- KRŠKA, B. – VACHŮN, Z. – NEČAS, T.: Genetic Resources of *Prunus armeniaca* L. in the Czech Republic. In *Acta Horticulturae*, ISHS 2004, vol. 663, no. 1, p. 589 – 591
- LOPES, M. P. – SEFC, K. M. – LAIMER, M. – DA CÂMARA MACHALO, A.: Identification of microsatellite loci in apricot. In *Molecular Ecology Notes*, 2002, vol. 2, p. 24 – 26
- MAGHULY, F. - BORROTO-FERNANDEZ, E. G. – LAIMER, M. - RUTHNER, P. - BISZTRAY G.D. – PEDRYC, A.: Microsatellite Characterisation of Apricot (*Prunus armeniaca*) Cultivars Grown in Central Europe. In *Acta Horticulturae*, ISHS 2006, vol. 717, no. 1, p. 207 – 212
- MAGHULY, F.- BORROTO-FERNANDEZ E. G. – RUTHNER, P. – PEDRYC, A. – LAIMER, M.: Microsatellite variability in apricots (*Prunus armeniaca* L.) reflects their geographic origin and breeding history. In *Tree Genetics & Genomes*, 2005, vol. 1, p. 151 – 165
- MESSINA, R. – LAIN, O. – MARRAZZO, T. – CIPRIANI, G. – TESTOLIN, R. New set of microsatellite loci in apricot. In *Molecular Ecology Notes*, 2004, primer note
- ROMERO, C. – LLACER, G. – BADENES, M. L. Relationship among Apricot Cultivars from Hungary and South European Pool Determined by SSR Markers. In *Acta Horticulturae*, ISHS 2006, vol. 701, p. 233 – 238
- ZHEBENTYAYEVA, T. N. – REIGHARD, G. L. – GORINA, V. M. – ABBOTT, A. G. Simple Sequence Repeat (SSR) analysis for assessment of genetic variability in apricot germplasm. In *Theoretical and Applied Genetics*, 2003, vol. 106, no. 3, p. 435 – 444



Obr. 1. Dendrogram genetikkej odlišnosti 95 odrôd meruniek, založený na UPGMA analýze pri použití Jaccardova koeficientu po amplifikácii 9 mikrosatelitnými primery. Měřitko uvádí stupeň odlišnosti jednotlivých odrôd, interval 10 %.
Legenda: ● Evropa, ■ Amerika, ▲ Asie, ◆ mezidruhové hybridy, □ hybridy (H 1 = E x SA, H 2=E x IR, H 3 = E x Č) E – Evropa, SA – Střední Asie, IR – iranokavkazská oblast, Č – Čína

Kontaktní adresa autorů: Ing. Eva Chroboková; Mgr. Jana Raddová, Ph.D.; Ing. Miroslav Vachůn, Ph.D.; prof. Dr. Ing. Boris Krška; doc. RNDr. Miroslav Pídra, CSc., Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici; Mendeleum – ústav genetiky; Valtická 337, Lednice 691 44; +420 519 367 315; xchrobok@node.mendelu.cz

VÝZNAM STŘEDOEVROPSKÝCH KRAJOVÝCH A PRIMITIVNÍCH ODRŮD HLÁVKOVÉHO ZELÍ PRO ŠLECHTĚNÍ NA ODOLNOST VŮČI NÁDOROVITOSTI BRUKVOVITÝCH (*PLASMIDIOPHORA BRASSICAE* WOR.) VALUE OF CABBAGE LANDRACES AND PRIMITIVE CULTIVARS OF CENTRAL EUROPEAN ORIGIN FOR CLUBROOT (*PLASMIDIOPHORA BRASSICAE* WOR.) RESISTANCE BREEDING

Pavel KOPECKÝ – Pavel HAVRÁNEK – Karel DUŠEK – Věra CHYTILOVÁ

100 accessions of cabbage (*Brassica oleracea* L. em. DC. var. *capitata* L.) were evaluated for resistance to clubroot disease (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) in the provocation field trials in Světlá Hora u Bruntálu, in the infectious field and in the plant growth chamber in Olomouc. Cabbages were infected by the mixture of races. Twenty-six local, primitive cultivars and landraces were selected as suitable sources of durable resistance for resistance breeding based on DI value (disease index). There are accessions with resistance already described in literature as well as with newly found and proved resistance in the recommended set of cabbages.

Key words: *Brassica*, *Plasmodiophora*, Cabbage, Clubroot, Landrace, Resistance

Úvod

Nádorovitost (boulovitost) kořenů je společným syndromem závažného onemocnění brukvovitých plodin, napadených striktně biotrofním parazitem nádorovkou kapustovou *Plasmodiophora brassicae* Wor. Jednotný vzhled příznaků však kontrastuje se složitou biologii a epidemiologií tohoto patogena, který byl taxonomy dlouho řazen mezi houby a teprve v roce 1989 (Margulis et al., 1989) byl přeřazen na základě molekulárních studií spolu s hlenkami k prvokům (Protista). Nádorovka kapustová je obligátním parazitem čeledi brukvovitých (Brassicaceae) a její interakce s hostiteli, patogeneze i struktura jejích fyziologických ras je odlišná pro každý ze tří základních genomů rodu *Brassica* (A genom *B. rapa*, B genom *B. nigra*, C genom *B. oleracea*). Pro rezistenční šlechtění brukvovitých plodin je významné, že zatímco rezistenční faktory v genomech A a B jsou rasově specifické a jednoduše dědičné, projevy rezistence nositelů C genomu (*B. oleracea*) jsou podmíněny multifaktoriální polygenní dědičností (Diederichsen et al., 2009). Ze šlechtitelského hlediska byly až dosud ve vývoji odolných odrůd všech brukvovitých plodin preferovány jednoduše dědičné faktory, s rozšířením pěstitelských ploch řepky olejné (amfidiploid mezi *B. rapa* a *B. oleracea* – AAC) a rostoucí oblibou pekingského zelí (*B. rapa*, syn. *B. campestris*, AA) však začínají hrozit problémy se zhroutením rezistence vlivem výskytu specifických ras.

V počátcích výzkumu rezistence brukvovitých vůči *P. brassicae* (Gante, 1951) bylo hodně pozornosti věnováno ojedinělým rezistentním krajovým odrůdám zelí (Böhmerwaldkohl, Bindsachsener, Jersey Queen) a krmné kapusty, pro polygenní povahu jejich odolnosti se však ve šlechtění rezistentních odrůd uplatnily jen omezeně (Hirai et al., 2006; Diederichsen et al., 2009). Ve spojitosti s nastupujícími šlechtitelskými biotechnologiemi (dihaploidní šlechtění, selekce s využitím DNA markerů, pyramidální hromadění genů) však jejich význam znovu narůstá. Pokusili jsme se proto vyhledat pomocí testů na infekčním poli a v pěstební komoře rezistentní položky v genofondové kolekci brukvovitých zelenin a porovnat výsledky novějších pokusů na infekčním poli a ve fytostronu se staršími zprávami z polních pokusů Výzkumného ústavu zelinářského v Olomouci (Lužný, 1965; Horal et al., 1987; Rod, 1994).

Materiál a metody

V pokusech byly hodnoceny položky bílého a červeného hlávkového z genofondové kolekce zelenin Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. (VÚRV), Oddělení zelenin a speciálních plodin Olomouc a diferenciální testery dle Wiliamse (1996) a ECD testery (Buczacki et al., 1975). Průvodní údaje vybraných položek jsou uvedeny v databázi EVIGEZ (<http://genbank.vurv.cz/>).

Pokusy probíhaly v letech 1992 - 1994 na horské stanici Světlá Hora u Bruntálu (pokusný pozemek v nadmořské výšce 610 m n.m. s historií pěstování a zkoušení odrůd krmné kapusty a se silným výskytem nádorovitosti brukvovitých, přirozená infekce), v letech 2001 - 2009 na infekčním poli VÚRV - Olomouc (206 m n.m) a v pěstební komoře VÚRV v Olomouci (inokulace dle metodiky Chytilová a Dušek, 2007). K hodnocení bylo použito stanovení indexu napadení (DI) a ECD kód rasy patogena dle Buczacki et al. (1975). Za významné je možno považovat genotypy s DI 80 - 100 %, u rezistentních je hodnota DI menší než 20 % (Chytilová, Dušek 2007).

Výsledky a diskuse

V souboru 100 položek hlávkového zelí, testovaných v průběhu let 1992 - 1994 a 2001 - 2009 v polních pokusech a pokusech v pěstební komoře lze projevy rezistence vůči *P. brassicae* rozlišit nejvýše u 26 položek, jejichž hodnota DI byla nižší než 20 %. Ve všech pokusech byl zaznamenán široký rozptyl hodnot DI, který vysvětlujeme především variabilitou patogenity směsných populací patogena (ECD 16/31/31, ECD 16/22/12), ale také genetickou heterogenitou krajových odrůd v genofondové kolekci. Na základě pokusů

bylo vybráno a k dalším projektům rezistenčního šlechtění doporučeno 26 genotypů krajových a primitivních odrůd hlávkového zelí:

Böhmerwaldkohl – Šumavské (09H1800283), Křimické (09H1800083), Křimické (09H1800014), Landrace (Breza) (09H1800147), Landrace (Lutiše) (09H1800143), Landrace (Zázrivá 367) (09H1800144), Turnovské (09H1800277), Landrace (Parnica) (09H1800151), Losinoostrovskaja 8 (09H1800080), Vysoké krajové (Jenišovice) (09H1800319), Early Jersey Wakefield (09H1800133), Kaporka (09H1800076), Kodaňské tržní rané (09H1800005), Landrace (Lutiše 46) (09H1800142), Landrace (Veličná 1) (09H1800150), Landrace (Veličná) (09H1800149), Landrace (Zákamenné) (09H1800146), Lykuriska (09H1800278), Mastodon SG 624 (09H1800047), Moskovskaja pozdnjaja 9 (09H1800079), Posopskaja Mestnaja (09H1800292), Rufus (09H1800269), SM-10 (09H1800087), Varazdensa (09H1800281), Varazdinsko (09H1800284), Vysoké (09H1800015).

Ve výběru se uplatnily především položky, u nichž již byla zvýšená rezistence vůči *P. brassicae* zaznamenána jinými autory, zejména Böhmerwaldkohl (Gante, 1951), Křimické, Turnovské, Vysoké krajové (Lužný, 1965; Rod, 1994), ale také krajové odrůdy „oravského“ zelí slovenského původu shromážděné v genofondové kolekci během sběrových expedic v letech 1993 - 1995.

Závěr

V genofondové kolekci hlávkového zelí (*Brassica oleracea* var. *capitata*) byly pomocí polních testů a umělé infekce nádorovkou *P. brassicae* vyhledány staré krajové a primitivní odrůdy, vykazující znaky rezistence. 26 vybraných položek představuje genotypy, které by měly být preferovány jako potenciální genetické zdroje stabilní a rasově nespecifické rezistence v rezistenčním šlechtění hlávkového zelí. O jejich stabilitě svědčí rovněž okolnost, že některé byly jako rezistentní deklarovány již před více než padesáti lety.

Poděkování: Výsledky vznikly s podporou výzkumného záměru MZe ČR 0002700604.

Literatura

- BUZACKI, S.T. – TOXOPEUS, H. – MATTUSCH, P. – JOHNSTON, T.D. – DIXON, G.R. – HOBOLTH, G.R. 1975. Study of physiological specialization in *Plasmodiophora brassicae*: proposals for attempted rationalisation through an international approach. *Transaction of the British Mycological Society*, 65, 295–303.
- DIEDERICHSEN, E. – FRAUEN, M. – LINDERS, E.G.A. – HATAKEYAMA, K. – HIRAI, M. 2009. Status and perspectives of clubroot resistance breeding in crucifer crops. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28, 265–281.
- GANTE, T. 1951: Hierresistenz bei Weisskohl. *Zeitschrift f. Pflanzenzüchtung*, 30, 188-197.
- HIRAI, M. 2006. Genetic analysis of clubroot resistance in *Brassica* crops. *Breeding Science*, 56, 223-229.
- CHYTILOVÁ, V. – DUŠEK, K. 2007. *Metodika testování odolnosti brukvovitých plodin k nádorovitosti*. Praha : VÚRV, v.v.i., 2007. 27 s. ISBN: 978-80-87011-23-2
- LUŽNÝ, J. 1965. Příspěvek ke šlechtění košťálovin na rezistenci vůči bouloovitosti (*Plasmodiophora brassicae* Wor.). *Sborník Vysoké školy zemědělské Brno*, 4, 619-628.
- MARGULIS, L. – CORLISS, J.O. – MELKONIAN, M. – CHAPMAN, D.J. 1989. *Handbook of Protoctista*. Jones and Partlett Publishers: Boston.
- HORAL, J. – HORALOVÁ, J. – ROD, J. 1987. Tolerance zelí hlávkového (*Brassica oleracea* var. *capitata*) a kapusty hlávkové (*Brassica oleracea* var. *sabauda*) k nádorovitosti (*Plasmodiophora brassicae*). *Bulletin Výzkumného a Šlechtitelského Ústavu Zelinářského*. Olomouc, 31, 19-25.
- ROD, J. 1994. The occurrence and distribution of pathotypes of *Plasmodiophora brassicae* WOR. in the Czech Republic and Slovakia. *Ochrana rostlin*, 30, 171–182.
- WILLIAMS, P.H. 1966. A system for the determination of races of *Plasmodiophora brassicae* that infect cabbage and rutabaga. *Phytopathology*, 56, 624–626.

Adresa autorov:

KOPECKÝ Pavel, Ing. HAVRÁNEK Pavel, CSc., Ing. DUŠEK Karel, CSc., Ing. CHYTILOVÁ Věra, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Oddělení zelenin a speciálních plodin Olomouc, Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc

HODNOCENÍ GENOVÝCH ZDROJŮ PŠENICE S ROZDÍLNÝM ZABARVENÍM ZRNA EVALUATION OF WHEAT GENE RESOURCES WITH DIFFERENT GRAIN COLOUR

Petr MARTINEK¹ – Jana PODHORNÁ² – Ivana PAULÍČKOVÁ³ – Pavla NOVOTNÁ³ –
Vlastimil HANUŠ⁴ – Valéria ŠUDYOVÁ⁵ – Marta BALOUNOVÁ¹ – Kateřina
VACULOVÁ¹

Content of pigments in wheat donors with purple pericarp (PP), blue aleurone (BA), yellow grain (YG), red grain (RG), and white grain (WG) was analysed by thin layer chromatography (TLC) and high performance liquid chromatography (HPLC). The highest amount of anthocyanins was found in the aleurone and seed coat of wheat grain samples with BA and PP. Lower amount of coloured compounds was detected in samples with YG and RG and no one was found in WG wheat. Measurement of colour tint in the flour samples using colorimeter demonstrated higher amount of red colour in wheat with PP and yellow colour from YG. These results indicate that a part of the pigments passes into flour. Donors of PP, BA and YG traits can be exploited for breeding of cultivars with increased content of health beneficial compounds.

Key words: wheat, flour, purple pericarp, blue aleuron, yellow grain, HPLC, anthocyanins

Úvod

Genetické odlišnosti v zbarvení zrna se vyskytují v kolekcích bezpluchého ječmene (Mullick et al., 1958) a rýže (Kim et al., 2008) častěji než u pšenice, u které je zastoupení vzorků s purpurovým perikarpem, modrým aleuronem a žlutým endospermem velmi zřídka (Zeven, 1991). Zatímco starší literatura pokládá genetické odchylky v zbarvení zrna pšenice jen za zvláštnosti, využitelné snad jen jako vizuální markery pro kontrolu míry cizosprašnosti (například při tvorbě rodičovských komponent pro hybridní odrůdy využívajících princip cytoplasmatické pylové sterility), v současné době se o ně zvýšil zájem úměrně s nárůstem poznatků o rostlinných barvivech, jako významných antioxidantech s pozitivním vlivem na zdraví člověka (Pokorný et al., 2001). Uvažujeme proto o uplatnění pšenice s netradičním zbarvením zrna pro rozšíření sortimentu potravinových výrobků. Zařazení obilních potravin s vyšším obsahem antioxidantů do jídelníčku by za předpokladu dlouhodobé a pravidelné konzumace mohlo mít příznivý vliv na lidské zdraví (Knievel et al., 2009; Trojan et al., 2010) a některé by mohly splňovat požadavky pro funkční potraviny. Úvahy o využitelnosti pšenice s vyššími obsahy přírodních barviv ve výživě člověka dosud nejsou podepřeny klinickými testy. Zatím jsou známy pouze dílčí krmné výsledky, uvádějící pozitivní vliv zkrmování purpurového zrna na hmotnostní přírůstek slepic o 6,22 % a počet snesených vajec o 3,43 % (Rückschloss et al., 2010). V letácích, nabízejících odrůdu Bona Dea (vyšlechtěna v Istropol Solary, a.s.) se žlutým zrnem, je uváděn rovněž příznivý efekt na zbarvení žloutku. Krmné testy pšenice s modrým aleuronem zřejmě nebyly dosud prováděny.

Alely odpovědné za biosyntézu jednotlivých pigmentů v zrně se většinou nacházejí na rozdílných chromozomech. Proto by rozdílné donory pšenice mohly být použity k vytvoření linií se zvýšeným obsahem požadovaných látek, daným kombinací příslušných alel (Trojan et al., 2010). Dá se předpokládat, že tyto linie by měly mít podobné nároky na agrotechniku jako běžné odrůdy pšenice.

Vzhledem k tomu, že pšeničné zrně (*caryopsis*) se skládá ze tří typů geneticky odlišných pletiv (diploidní epidermis a perikarp tvořený kompletně pletivem mateřského původu, diploidní embryo s polovinou genetické informace od matky a polovinou od otce, triploidní endosperm nesoucí dvě identické genetické dávky od matky a jednu od otce) a alely se v nich mohou projevat rozdílnou expresí, je obsah barviv v různých částech zrna různý.

Práce se zabývá obsahem pigmentů, jejich rozmístěním v zrně a zbarvením mouky u vybraných genových zdrojů.

Materiál

V současnosti disponuje Agrotest fyto, s.r.o. Kroměříž několika zdroji hexaploidní pšenice s nestandardní barvou zrna, u některých z nich jsou známy příslušné alely, které jsou uvedeny v závorce:

a) purpurový perikarp

- jarní: ANK-28A (*Pp1*, *Pp2*=*Pp3b*), ANK-28B (*Pp1*, *Pp3*=*Pp3a*), Purple (*Pp1*, *Pp3a*), Purple Feed (*Pp1*, *Pp3b*), Konini, vzorek označený jako Abissinskaja arrasajta (syn.: Abyssinskaya Arrasaita) v Genové bance Praha
- ozimé: Indigo

b) modrý aleuron

- jarní: UC66049 (*Ba1*), Tschermaks Blaukörniger Sommerweizen (*Ba2*)
- ozimé: RU440-6, Barevná 9, Barevná 25, 48M

c) žluté zrně

- ozimé: Citrus, Bona Dea, Luteus

d) bílé zrně

- ozimé: Heroldo (*r-A1*, *r-B1*, *r-D1*)

Byly použity některé vzorky ozimů a jařin ze sklizně 2008 a běžné odrůdy pšenice jako kontroly (Compleat, Novosibirskaaja 67) s běžným zbarvením zrna, které se označuje jako červené.

Metody

a) stanovení obsahu antokyanů

Extrakce barviv byla u vybraných vzorků zrna provedena směsí metanolu a 1M HCl (v poměru 85:15) podle Abdel-Aal & Hucl (1999). Po centrifugaci byly extrakty přeměřeny na spektrofotometru při vlnové délce 535 nm. Koncentrace barviv byla stanovena porovnáním s kalibrační křivkou odvozenou pro barvivo kuromanin. Extrakce byla provedena z celého zrna a rovněž z jeho frakcí (mouka, jemné otruby a šrotové otruby), získaných na laboratorním mlýnu Chopin CD1 na pracovišti Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně.

Pro orientační určení přítomnosti antokyanů byla použita tenkovrstvá chromatografie (TLC) podle Schwarz & Láber (1965). Dělení antokyanů na silikagelu bylo provedeno v soustavě octan etylnatý - kyselina mravenčí - voda (70:15:15). Vlastní stanovení jejich obsahu bylo provedeno metodou HPLC na chromatografu HP 1100 na pracovišti České geologické služby v Brně.

b) stanovení barvy mouky

Hodnocení barvy mouky bylo provedeno u RU 440-6, UC66049, Konini, Abissinskaja arrasajta, ANK-28B, Citrus a Bona Dea. Jako kontrolní porovnávací vzorek byla použita standardně vymletá hladká mouka světlá (firma PENAM, Kroměříž).

Vzorky zrna o hmotnosti 1 kg byly pomlety na laboratorním mlýnku Brabender Junior ve společnosti Agrotest fyto, s.r.o. Pro pokus byla použita frakce mouky, tříděná na síť o velikosti 233 μm. Barvy mouky byla pomocí kolorimetru Minolta CR-300 (Japonsko) ve Výzkumném ústavu potravinářském Praha, v.v.i. Vzorek mouky o objemu 100 ml byl nasypán do bílé plastové nádoby (vrstva 33 mm) a podroben měření barvy v minimálně pěti místech vrstvy. Hodnoceny byly parametry barvy systému Cie, jas L*, odstín červené barvy a* a odstín žluté barvy b*. Komplexně postihuje změnu barvy parametr Δ, který vyjadřuje rozdílnost barevného prostoru od porovnávaného kontrolního vzorku výběrové mouky. Změna barvy Δ je definována vztahem: $\Delta = [(L^* - L^*_0)^2 + (a^* - a^*_0)^2 + (b^* - b^*_0)^2]^{1/2}$, kde L*, a*, b* jsou parametry barvy porovnávacího kontrolního vzorku.

Výsledky a diskuse

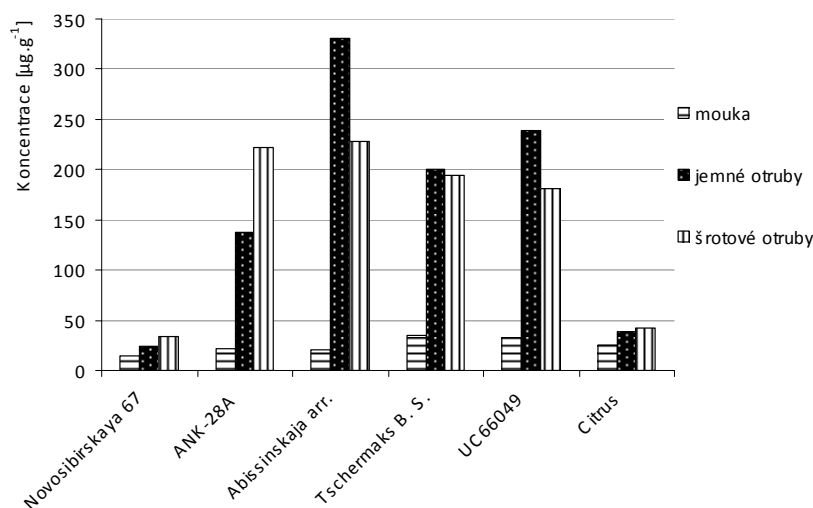
a) obsahy barviv

Nejvyšší obsahy barviv typu antokyanů v zrně byly při spektrofotometrickém měření nalezeny ve vzorcích s modrým aleuronem Tschermaks Blaukörniger Sommerweizen, UC66049 a RU 440-6. Za těmito vzorky následovaly pšenice s purpurovým perikarpem ANK-28B, Abissinskaja arrasajta a ANK-28A (tab. 1). Nejméně barviv se podle očekávání nacházelo v běžných červenožrných odrůdách Novosibirskaaja 67, Compleat a úplně nejnižší obsah byl logicky ve vzorku odrůdy Heroldo s bílým zrnem, která by neměla obsahovat žádná barviva nebo jen jejich mizivé množství. Záporná hodnota, je důsledkem detekčního limitu přístroje. U vzorků s červeným a bílým zrnem však byly detekovány barevné látky fenolické povahy, nikoli antokyanů.

Zjištěná barviva se nacházela především ve svrchních vrstvách zrna (tedy v aleuronové vrstvě tvořené triploidními buňkami, která je bohatá na bílkoviny a v oplodí - perikarpu), které se dostaly mletím postupně do frakce jemné otruby a šrotové otruby (obr. 1). Nejvyšší obsah antokyanových barviv byl v nalezen v jemných otrubách u Abissinskaja arrasajta s purpurovým perikarpem a u UC66049 s modrým aleuronem. Obsah barviv vzorků s purpurovým a modrým zrnem byl ve šrotových otrubách poměrně vyrovnaný a rovněž vysoký. U odrůdy Citrus se žlutým zrnem a kontrolní odrůdy Novosibirskaaja 67 byl jejich obsah v jemných a šrotových otrubách nízký. Výsledky analýz ukázaly, že do mouky se dostává jen malé množství barviv, protože ta je tvořena především vnitřní částí endospermu, kde převažují bílá škrobová zrna.

Tabulka 1: Absorbance při 535 nm a koncentrace barviv v zrně

Název	Absorbance	Koncentrace [μg.g ⁻¹]
Tschermaks Blaukörniger Sommerweizen	0,566	78,6
UC66049	0,534	73,7
RU 440-6	0,260	31,6
ANK-28B	0,172	18,0
Abissinskaja arrasajta	0,169	17,6
ANK-28A	0,128	11,2
Novosibirskaaja 67	0,109	8,3
Compleat	0,108	8,2
Heroldo	0,032	-3,5



Obr. 1: Obsah barviva ve frakcích obilek

Byla odzkoušena možnost použití TLC pro stanovení antokyanů. Pro rutinní vyhodnocení bude nutné buď aplikovat vhodné vyhodnocovací zařízení (densitometr, skener s příslušným softwarem), případně zvýšit koncentraci či nanášené množství extraktu, což by ovšem mohlo přinášet další komplikace snižující použitelnost metody.

Kapalinová chromatografie vybavená UV-Vis spektrofotometrickým detektorem s diodovým polem umožňuje stanovení látek při různých vlnových délkách a současně průběžné snímání spekter. Na základě analýzy absorbních spekter v UV a viditelné oblasti (254 - 600 nm) byla v extraktu prokázána přítomnost tří typů látek. Jedná se o látky s výrazným absorbním maximem v ultrafialové oblasti (okolo 250nm), které se na zbarvení obilek nepodílejí buď vůbec, nebo jen v minimální míře. Dále byly nalezeny látky s absorbním maximem okolo 320 nm (blízká UV až modrá oblast), jejichž spektrum zároveň vykazuje druhé, nižší, maximum v oblasti okolo 500 nm (zelená oblast). Tyto látky přispívají ke žlutému zbarvení extraktů. Zároveň způsobují mírné nadhodnocení koncentrací antokyanů při spektrofotometrickém stanovení, kterému kromě odstředění nepředchází žádný další čistící krok a jsou tedy příčinou falešně pozitivních výsledků přítomnosti antokyanů v nebarevných odrůdách pšenice. Jedná se pravděpodobně o látky ze skupiny flavonoidů. Absorbční spektra modrých až fialových antokyanů vykazují výrazné široké maximum při vlnové délce okolo 500 nm, případně ještě druhé maximum v UV oblasti okolo 250 nm.

Detekce široké škály látek v zrna a jejich přesná identifikace bude možná za předpokladu provádění analýz při různých vlnových délkách a možnosti srovnání s příslušnými standardy, případně s možností identifikace další technikou (např. LC-MS).

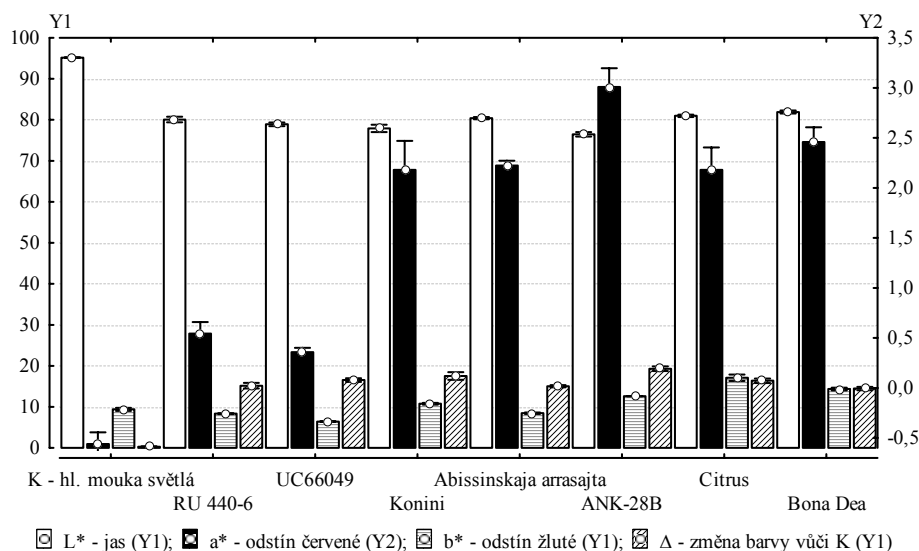
b) barva mouky

Hodnocení zbarvení mouky přesto ukázalo na existenci rozdílů mezi vzorky. Jednotlivé parametry hodnotící barvu, zejména odstíny červené a žluté (a^* a b^*) se lišily podle hlavního odstínu zbarvení zrna (obr. 2). V porovnání s kontrolním vzorkem hladké mouky, který měl nejvyšší jas ($L^* = 95,19$), byly hodnoty jasu všech vzorků mouky nižší a vzájemně se v tomto parametru odlišovaly. Kontrolní hladké mouce se nejvíce přiblížily mouky odrůd Bona Dea a Citrus. Nejnižší hodnota tohoto ukazatele ($L^* = 76,49$) byla zjištěna u ANK-28B s purpurovým perikarpem.

Nízké hodnoty odstínu červené barvy byly u vzorků pšenice s modrým aleuronem, které se vzájemně průkazně nelišily. Další skupinu tvořily všechny pšenice s purpurovým perikarpem, mezi kterými nejvíce vynikala pšenice ANK-28B, jejíž mouka vykazovala nejvyšší hodnotu odstínu červené barvy ($a^* = 3,01$).

Vzhledem k určitému podílu vody v obilkách během jejich vývinu a ve zralosti a propojení jednotlivých částí obilky lze předpokládat, že by mohlo docházet k určité propustnosti rozpuštěných barviv i do endospermu, což by rovněž ovlivňovalo zbarvení mouky (Podhorná, 2010). Přestože výsledky analýz na obrázku 1 ukázaly, že barviva jsou přítomna především ve svrchních vrstvách obilky, změna odstínu oproti běžné mouce naznačuje, že část barviv byla obsažena i v mouce. V odstínech žluté barvy (b^*), podmíněné pravděpodobně karoteny (tedy látkami jiné chemické struktury než jsou antokyany), byly v hodnoceném souboru mouk rovněž nalezeny statisticky významné rozdíly (obr. 2). Nejvyšší průměrná hodnota tohoto parametru ($b^* = 17,12$) byla naměřena v mouce odrůdy Citrus a byla téměř dvojnásobkem hodnoty u kontrolní hladké mouky. Žlutý endosperm odrůdy Citrus je ovlivněn přítomností luteinu, zeaxantinu a zejména vyšším obsahem beta-karotenů (Paulíčková, 2010 – osobní sdělení).

Diference ve změně barvy (Δ) oproti kontrolnímu vzorku standardně vymleté hladké mouky se pohybovaly v rozmezí od $\Delta = 14,5$ do $\Delta = 19,3$. I když byly zjištěné hodnoty vzájemně statisticky odlišné, rozptyl změn v barvě oproti kontrole nebyl v důsledku kompenzace všech hodnocených parametrů příliš široký. Nejvyšší hodnota změny barvy Δ byla u mouky ANK-28B s nejnižším jasnem, nejvyšší hodnotou odstínu červené barvy a rovněž s vysokou hodnotou odstínu žluté barvy.



Obr. 2: Parametry jasu a barevných odstínů hladké mouky světlé (vlevo) a vzorků mouky vybraných genotypů

Výsledky korespondují se zjištěním jiných autorů, kteří potvrzují rozdílné látkové zastoupení v různých částech zrna (Abdel-Aal et al., 2006; Harris et al., 2005). Abdel-Aal et al. (1999) uvádějí pro purpurové zrna pšenice průměrný obsah antokyanů ve šrotu 104 mg.kg^{-1} a v otrubách 251 mg.kg^{-1} , u pšenice s modrým aleuronem obsah antokyanů ve šrotu 157 mg.kg^{-1} a v otrubách 458 mg.kg^{-1} .

Závěr

Donory pšenice s purpurovým perikarpem, modrým aleuronem a žlutým zrnem by mohly být využity pro vyšlechtění odrůd se zvýšeným obsahem zdraví prospěšných látek.

Tenkovrstvá chromatografie umožňuje orientační stanovení antokyanů, bez dalšího technického vybavení je však obtížně použitelná. Kapalinová chromatografie umožňuje stanovení jednotlivých látek při různých vlnových délkách a ověření jejich identity pomocí absorpčních spekter v UV a viditelné oblasti. Byla dokázána přítomnost látek vykazující vlastnosti antokyanů, které mají absorpční maximum v okolí 500 nm.

Byly získány předběžné výsledky týkající se obsahu látek typu antokyanů a dalších flavonoidů v zrna a jeho frakcích. Antokyany se nacházely ve svrchních vrstvách zrna u donorů pšenice s modrým aleuronem a purpurovým perikarpem, které během mletí zůstávaly hlavně v otrubách.

Vzorky mouk z vybraných donorů barevných pšenic měly nižší světlost a byl u nich výraznější červený odstín oproti běžné mouce z běžné (červenozrné) pšenice. U mouky z žlutozrné pšenice došlo ze zvýraznění žlutého odstínu. Část antokyanových barviv se mohla rovněž dostat ze svrchních vrstev zrna do mouky během mletí.

Poděkování: Práce byla podpořena projektem NAZV QI91B095 Ministerstva zemědělství České republiky a projektem česko-slovenské spolupráce (Kontakt-mobilita MEB0810001 Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy ČR a APVV-SK-CZ-0007-09 na Slovensku).

Literatura

- ABDEL-AAL, E.S.M. – YOUNG, J.C. – RABALSKI, I.: Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains J. Agric. Food Chem., 54 (13), 2006: 4696-4704.
- ABDEL-AAL, E.S.M. – HUCL, P.: A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. Cereal Chem., 76(3), 1999: 350-354.
- HARRIS, P.J. – CHAVAN, R.R. – FERGUSON L.R.: Production and characterisation of two wheat-bran fractions: an aleurone-rich and a pericarp-rich fraction. Mol. Nutr. Food Res., 49(6), 2005: 536-545.
- KIM, M-K. – KIM, H-A. – KOH, K. – KIM, H-S. – LEE, Y.S. – KIM, Y.H.: Identification and quantification of anthocyanin pigments in colored rice. Nutr. Res. Practice, 2008, 2(1): 46-49.
- KNIEVEL, D.C. – ABDEL-AAL, E.S.M. – RABALSKI, I. – NAKAMURA, T. – HUCL P.: Grain color development and the inheritance of high anthocyanin blue aleurone and purple pericarp in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) J. Cereal Sci., 50(1), 2009: 113-120.
- MULLICK, D.B. – FARIS, D.G. – BRINK, V.C. – ACHESON, R.M.: Anthocyanins and anthocyanidins of the barley pericarp and aleurone tissues. Can. J. Plant Sci., 38, 1958: 445-456.
- PODHORNÁ, J.: Analýza barviv pšenice s netradičním zbarvením obilky. Bakalářská práce, Mendelova univerzita v Brně, AF, Ústav biologie rostlin, 2010 (rukopis).

- POKORNÝ, J. – YANISHLIEVA, N. – GORDON, M. (editors): Antioxidants in food - Practical applications. Woodhead 2001, 400s.
- RÜCKSCHLOSS, E. – MATÚŠKOVÁ, K. – HANKOVÁ, A. – JANČÍK, D.: Vplyv pšenice s purpurovou farbou zrna na parametre užitočnosti nosníc a kvalitu vajec. Potravinárstvo, 4, mimoriadne číslo, 2010: 231-235.
- SCHWARZ, V. – LÁBLER, L.: Chromatografie na tenké vrstvě. 1. vydání, Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1965: 465s.
- TROJAN, V. – MUSILOVÁ, M. – VYHNÁNEK, T. – OLIŠAR, M. – MARTINEK, P.: Možnosti využití genů pro rozdílné zbarvení zrna pšenice v potravinářství. Zborník prác z medzinárodnej vedeckej konferencie Bezpečnosť a kontrola potravín. Nitra, 24.-25. 3. 2010, SPU v Nitre, 2010: 326-329.
- ZEVEN, A.C.: Wheats with purple and blue grains: a review. Euphytica, 56(3), 1991: 243-258.

Adresy autorů

Ing. Petr Martinek, CSc., Ing. Marta Balounová, Ing. Kateřina Vaculová, CSc., ¹Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž, Česká republika, e-mail: martinek.petr@vukrom.cz;

Jana Podhorná, studentka, ²Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika;

Ing. Ivana Paulíčková, Ing. Pavla Novotná, ³Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i., Radiová; 1285/7, 102 31 Praha, Česká republika;

Ing. Vlastimil Hanuš, ⁴Česká geologická služba, pobočka Brno, Leitnerova 22, 658 69 Brno, Česká republika;

Ing. Valéria Šudyová, Ph.D., ⁵Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika.

**REAKCIA ODRÔD PŠENICE S TRANSLOKÁCIOU 2NS/2AS NA INFEKCIU
PUCCINIA TRITICINA ERIKSS., *STAGONOSPORA NODORUM* (BERK.),
CASTELL. & GERMANO A *FUSARIUM CULMORUM* (W.G.SM) SACC.
RESPONSE OF WHEAT CULTVARS WITH 2NS/2AS TRANSLOCATION TO
THE INFECTION WITH *PUCCINIA TRITICINA* ERIKS., *STAGONOSPORA
NODORUM* (BERK.), CASTELL. & GERMANO AND *FUSARIUM CULMORUM*
(W.G.SM) SACC.**

Štefan MASÁR – Katarína BOJNANSKÁ – Jozef GUBIŠ – Marcela GUBIŠOVÁ –
Martin PASTIRČÁK – Tibor ROHÁČIK – Jana SOKOLOVIČOVÁ – Alžbeta
ŽOFAJOVÁ

Response of twenty bread winter wheat cultivars to the infection with Puccinia triticina, Stagonospora nodorum and Fusarium culmorum was analyzed. Translocation 2NS/2AS in cultivars Audace, Balthazar, Corsaire, Folio, Levis, Orsino, Regain, Taneda, Terza, Toronit and Vigour had significantly lower values of AUDPC, lower values of the total area of uredinia, total count of uredinia and lower values of the averaged area of uredinium after natural and artificial infection of Puccinia triticina. 2NS/2AS translocation, vegetative period and its interaction have significant positive influence on 1000 kernels weight reduction after artificial inoculation with Stagonospora nodorum mix of numerous isolates. 2NS/2AS wheat/Aegilops ventricosa translocation has significant negative influence on 1000 kernels weight reduction after conidial inoculation of Fusarium culmorum.

Key words: 2NS/2AS translocation, Triticum aestivum L., Triticum ventricosum (Tausch) Ces., Puccinia triticina Eriks., Stagonospora nodorum (Berk.), Castell. & Germano, Fusarium culmorum (Wm.G. Sm.), Sacc., infection, response

Úvod

Chromozómový segment 2NS/2AS, vznikol translokáciou medzi krátkym ramenom *Triticum ventricosum* 2NS a pšeničným chromozómom 2AS (BARIANA a McINTOSH 1993). Fragment 2NS/2AS bol najskôr vnesený do odrody pšenice VPM1 (MAIA 1967) a neskôr do iných komerčných odrôd.

Cieľom práce bolo zistiť reakciu odrôd s translokáciou 2NS/2AS na prirodzenú infekciu *Puccinia triticina* na dospelých rastlinách, reakciu na infekciu rôznymi izolátmi *Puccinia triticina* na mladých rastlinách, reakciu na infekciu spórmi *Stagonospora nodorum* a reakciu na infekciu konídiami *Fusarium culmorum*.

Materiál a metódy

Použili sme 20 genotypov pšenice letnej f. ozimnej - AM34/99, Aristos, Audace, Balthazar, Batis, Corsaire, Charger, Igor, Folio, Levis, Orsino, Pegassos, Pesma, Regain, Taneda, Terza, Toronit, Shango, Vigour a Zornica. N alely z 2N *Triticum ventricosum* a A alely z 2A *Triticum aestivum* boli detegované použitím CAPS primerov URIC-LN2 podľa HELGUERA et al. (2003) v našej predchádzajúcej štúdií (MASÁR et al. 2009). Translokáciu 2NS/2AS mali genotypy Audace, Balthazar, Corsaire, Folio, Levis, Orsino, Regain, Taneda, Terza, Toronit a Vigour.

Poľné napadnutie hrdzou pšenicovou sme hodnotili v poľnom pokuse zaužívanou stupnicou (BABAJANC, 1988). Z odhadu napadnutia sme vypočítali hodnotu plochy pod úrovňou rozvoja choroby - AUDPC. Veľkosť parcelky bola 1 m², pokus bol zasiaty v dvoch opakovaniach počas dvoch rokov 2007 a 2008 v Piešťanoch.

Mladé rastliny genotypov AM34/99, Aristos, Audace, Balthazar, Corsaire, Folio, Charger a Igor boli umiestnené v klimatizovanej komore pri 16 hodinovej fotoperióde a izbovej teplote. Rastliny sme infikovali nanášaním vodnej suspenzie spór *Puccinia triticina* na listy prstami, použili sme vlastné izoláty patogéna označené 2124, 2132, 2152 a 331. Na meranie napadnutej plochy uredíniami *Puccinia triticina* a zistenie ich počtu a veľkosti bol použitý softvér "APS ASSES" (LAMARI 2002). Údaje o ploche a veľkosti sú v pixeloch (Px).

Dvadsať rastlín z každej odrody sme infikovali zmesou izolátov *Stagonospora nodorum*, podľa zaužívanej metodiky (VANČO 2004). Poľný pokus sme založili v Piešťanoch v rokoch 2004 a 2005 v dvoch opakovaniach na parcelkách 1 m². Pre stanovenie počtu zŕn v klase (PZK), hmotnosti zrna v klase (HZK) v gramoch a HTZ v gramoch (g) sme odoberali vzorky z infikovaného a neinfikovaného materiálu.

Po desať klasov z každej odrody bolo vo forme spreja infikovaných konidiálnou vodnou spenzou *Fusarium culmorum* v štádiu kvitnutia. Pokus bol založený v roku 2006 v Piešťanoch. Genotypy boli vysiate v dvoch opakovaniach na parcelkách 1m². Z odhadu napadnutia sme vypočítali hodnotu AUDPC. Pre stanovenie PZK, HZK a HTZ sme odoberali vzorky 10 klasov z infikovaného a neinfikovaného materiálu.

Pri štatistických analýzach sme použili softvér SPSS 11.5.

Výsledky a diskusia

Na hodnoty AUDPC poľného napadnutia hrdzou pšenicovou významne ($P \leq 0,01$) vplývala translokácia 2NS/2AS, vegetácia (súhrn zrážok počas vegetácie od začiatku augusta predchádzajúceho roku do konca júla v roku dozretia) a ich interakcia (tab.1). Významne ($P \leq 0,01$) nižšiu hodnotu AUDPC poľného napadnutia pšenice hrdzou pšenicovou mali genotypy s translokáciou 2NS/2AS oproti genotypom bez translokácie (tab. 2). Významne ($P \leq 0,01$) vyššia hodnota AUDDPC poľného napadnutia pšenice hrdzou pšenicovou bola vo vegetácii s vyšším úhrnom zrážok oproti vegetačnému obdobiu s nižším úhrnom zrážok (tab. 2). Významná ($P \leq 0,01$) interakcia translokácia x vegetácia sa prejavila vyššou hodnotou AUDPC genotypov bez translokácie 2NS/2AS vo vegetácii s vyšším úhrnom zrážok, porovnateľným s dlhoročným priemerom. Komplex génov *Lr37*, *Sr38* a *Yr17*, ktoré sú vo väzbe vo fáze coupling je odvodený od chromozómového 2NS/2AS segmentu z *Triticum ventricosum* (BARIANA a McINTOSH, 1994). Gén *Lr37* mal v poľných podmienkach veľmi dobrú úroveň rezistencie. Rezistencia voči hrdzi pšenicovej odrody Corsaire bola klasifikovaná stupňom 8, odrôd Bill a Apache stupňom 7 a odrody Rheia stupňom 6,5. Rezistencia voči hrdzi trávnej bola v odrodách Corsaire a Bill klasifikovaná stupňom 7 a odrôd Apache a Rheia stupňom 6 použitím škály 1 - náchylné, 9 – rezistentné (BARTOŠ et al. 2004).

Vplyv translokácie 2NS/2AS sme testovali na mladých rastlinách vybraných genotypov pšenice s translokáciou 2NS/2AS (Audace, Balthazar, Corsaire a Folio) a bez nej (AM 34/99, Aristos, Charger a Igor) po infekcii štyrmi rôznymi izolátmi *Puccinia triticina*. Translokácia 2NS/2AS významne ($P \leq 0,01$) vplývala na veľkosť napadnutej plochy listov, počet uredínií a veľkosť uredínií *Puccinia triticina* (tab. 3). Genotypy s translokáciou 2NS/2AS mali významne ($P \leq 0,01$) menšiu napadnutú plochu, menej uredínií a menšie uredínia po infekcii *Puccinia triticina* ako genotypy bez tejto translokácie (tab. 4). Infekčný test na mladých rastlinách pšenice preukázal virulenciu väčšiny izolátov *Puccinia triticina* na odrodách s *Lr37* (BARTOŠ et al. 2004).

Translokácia 2NS/2AS a vegetácia (súhrn zrážok za vegetáciu) vplývali na niektoré znaky produktivity klasu po infekcii *Stagonospora nodorum*. Na redukciiu HZK významne ($P \leq 0,01$) vplývala vegetácia a na redukciiu HTZ translokácia 2NS/2AS, vegetácia a ich interakcia (tab. 5). Redukcia HTZ bola v genotypoch s translokáciou 2NS/2AS a vo vegetácii s vyššími zrážkami významne ($P \leq 0,01$) nižšia ako pri genotypoch bez translokácie (tab. 6). Významná ($P \leq 0,01$) interakcia translokácia x vegetácia sa prejavila rozdielom v redukcii HTZ vo vegetácii v vyššom úhrnom zrážok (ktorý bol porovnateľný s dlhoročným priemerom) v prospech genotypov s translokáciou 2NS/2AS.

Hodnoty AUDPC vypočítané z odhadu napadnutia genotypov pšenice *Fusarium culmorum* s translokáciou 2NS/2AS a bez nej sa významne nelíšili. Translokácia 2NS/2AS mala významný ($P \leq 0,01$) vplyv na hodnoty redukcie HTZ skúmaných genotypov po infekcii *Fusarium culmorum* (tab.7). Redukcia HTZ bola pri genotypoch s translokáciou 2NS/2AS z *T. ventricosum* významne ($P \leq 0,01$) vyššia o 3,39 g (tab. 8).

Gény rezistencie z línie VPM1 sú v západnej Európe dôležitým zdrojom rezistencie voči hrdziam (*Puccinia triticina*, *Puccinia graminis*, *Puccinia striiformis*), steblolamu (*Pseudocercospora herpotrichoides*) múčnatke trávovej (*Blumeria graminis*) a háďatku ovsenému (*Heterodera avenae*). Gény rezistencie proti hrdziam (*Lr37*, *Sr38*, *Yr17*), a háďatku ovsenému (*Cre5*) boli lokalizované na chromozóme 2AS, (BARIANA a McINTOSH 1993; JAHIER et al. 2001), gény rezistencie proti steblolamu (KIMBER 1967) boli lokalizované na chromozóme 7D (WORLAND et al. 1988). Rezistencia proti múčnatke trávovej pochádza z *Triticum persicum* (BARIANA a McINTOSH 1994).

Záver

Translokácia 2NS/2AS v genotypoch pšenice, ročník vegetácie a ich interakcia významne vplývali na hodnoty AUDPC poľného napadnutia hrdzou pšenicovou. Významne nižšiu hodnotu AUDPC poľného napadnutia pšenice hrdzou pšenicovou mali genotypy s translokáciou 2NS/2AS oproti genotypom bez translokácie. Genotypy s translokáciou 2NS/2AS mali významne menšiu napadnutú plochu, menej uredínií a menšie uredínia po infekcii *Puccinia triticina* ako genotypy bez tejto translokácie. Translokácia 2NS/2AS a súhrn zrážok za vegetáciu vplývali na niektoré znaky produktivity klasu po infekcii *Stagonospora nodorum*. Na redukciiu HZK významne vplývala vegetácia a na redukciiu HTZ translokácia 2NS/2AS, vegetácia a ich interakcia. Redukcia HTZ bola v genotypoch s translokáciou 2NS/2AS a vo generácii s vyššími zrážkami významne nižšia ako pri genotypoch bez translokácie po infekcii *Stagonospora nodorum*. Významná interakcia translokácia x vegetácia sa prejavila rozdielom v redukcii HTZ vo vegetácii v vyššom úhrnom zrážok v prospech genotypov s translokáciou 2NS/2AS. Translokácia 2NS/2AS nemala významný vplyv na hodnotu AUDPC napadnutia *Fusarium culmorum*. Translokácia 2NS/2AS mala významný vplyv na hodnoty redukcie HTZ skúmaných genotypov po infekcii *Fusarium culmorum*. Redukcia HTZ bola pri genotypoch s translokáciou 2NS/2AS z *T. ventricosum* významne vyššia.

Pod'akovanie: Práca bola finančne podporená APVV v rámci riešenia projektu VSMP-P-0056-09.

Literatúra

- BABAJANC, I.: Metody selekcie i ocenki ustojčivosti pšenici i jačmenja k boleznjam v stranach - členach, SEV. Praha, 1988: 321.
- BARIANA, H.S. – McINTOSH, R.A.: Cytogenetic studies in wheat. XV. Location of rust resistance genes in VPM 1 and their genetic linkage with other disease resistance genes in chromosome 2A. *Genome*, vol. 36, 1993, pp. 476–482.
- BARIANA, H.S. – McINTOSH, R.A.: Characterization and origin of rust and powdery mildew resistance genes in VPM1 wheat. *Euphytica*, vol. 76, 1994, pp. 53–61.
- BARTOŠ, P. – OVESNÁ, J. – HANZALOVÁ, A. – CHRPOVÁ J. – DUMALASOVÁ, V. – ŠKORPÍK, M. – ŠÍP, V.: Presence of a Translocation from *Aegilops ventricosa* in Wheat Cultivars Registered in the Czech Republic. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, vol. 40, 2004, pp. 31–35.
- HELGUERA, M. – KHAN, I.A. – KOLMER, J. – LIJAVETZKY, D. – ZHONG-QI, L. – DUBCOVSKY, J.: PCR assays for the *Lr37-Yr17-Sr38* cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines. In: *Crop Sci.*, vol. 43, 2003, N. 5, pp. 1839–1847.
- JAHIER, J. – ABELARD P. – TANGUY, A.M. – DEDRYVER F. – RIVOAL, R. – KHATKAR, S. – BARIANA, H.S.: The *Aegilops ventricosa* segment on chromosome 2AS of the wheat cultivar “VPM 1” carries the cereal cyst nematode resistance gene *Cre5*. *Plant Breed.*, vol. 120, 2001, pp. 125–128.
- KIMBER, G.: The incorporation of the resistance of *Aegilops ventricosa* to *Cersosporella herpotrichoides* into *Triticum aestivum*. In: *The Journal of Agricultural Science (1967)*, vol. 68, 1967, pp.373-376
- LAMARI, L. (2002): Assess for Windows: image analysis for disease quantification. St. Paul, Minnesota, APS Press, USA, 2002, 119 p., ISBN 0-89054-296-1
- MAIA, N.: Obtention de blés tendres résistants au piétin-verse (*Cercosporella herpotrichoides*) par croisements interspécifiques. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, vol. 53, 1967, pp.149–154.
- MASÁR, Š. – HUDCOVICOVÁ, M. – GUBIŠ, J.: Detection of 2NS fragment from *Triticum ventricosum* (Tausch) Ces. et al., and its effect on the resistance to wheat leaf rust (*Puccinia triticina* Eriks.). *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 55, 2009, N. 4, pp. 183–188.
- VANČO, B.: Rozšírenie a miesto septórie plevovej v rámci listových škvrnitostí pšenice ozimnej. Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín. Zbor. z 11. odborného seminára 24.-25.nov. 2004, VÚRV Piešťany, 2004, s. 51 – 52.
- WORLAND, A.J. – LAW, C.N. – HOLLINS, T.W. – KOEBNER, R.M.D. – GUIRA, A.: Location of a gene for resistance to eyespot (*Pseudocercosporella herpotrichoides*) on chromosome 7D of bread wheat. *Plant Breed.*, vol. 101, 1988, pp. 43–51.

Tabuľka 1: Priemerné štvorce (MS) z analýzy rozptylu vplyvu translokácie 2NS/2AS a vegetácie na hodnoty AUDPC poľného napadnutia hrdzou pšenicevou.

Zdroj	df	MS
Vegetácia (zrážky počas vegetácie)	1	207660,03**
Translokácia 2NS/2AS	1	99311,88**
Vegetácia * Translokácia 2NS/2AS	1	105452,16**
Chyba	76	4675,77
Celkom	80	

** P ≤ 0,01

Tabuľka 2: Vplyv translokácie 2NS/2AS a vegetácie na hodnoty AUDPC poľného napadnutia pšenice hrdzou pšenicevou

Znak	(I) Translokácia	(J) Translokácia	Rozdiel (I-J)
AUDPC	2NS/2AS	2A	-70,82**
	(I) Vegetácia	(J) Vegetácia	Rozdiel (I-J)
	602 mm	508 mm	102,41**

** P ≤ 0,01 (Bonferroni)

Tabuľka 3: Priemerné štvorce (MS) z analýzy rozptylu vplyvu translokácie 2NS/2AS na veľkosť napadnutej plochy listu, počet a veľkosť uredínií po infekcii *Puccinia triticina*

Znak	Variabilita	df	MS
Veľkosť napadnutej plochy listu	Medzi skupinami	1	28712320,33**
	Vnútri skupín	766	574924,79
Počet uredínií	Medzi skupinami	1	1893,80**
	Vnútri skupín	766	81,10
Priemerná veľkosť uredínia	Medzi skupinami	1	52981,75**
	Vnútri skupín	766	2102,45

** P ≤ 0,01

Tabuľka 4: Vplyv translokácie 2NS/2AS na veľkosť napadnutej plochy listu, počet a veľkosť uredínií po infekcii *Puccinia triticina*

Znak	(I) Translokácia	(J) Translokácia	Rozdiel (I-J)
Veľkosť napadnutej plochy listu (Px)	2NS/2AS	2A	-386,708**
Počet uredínií			-3,141**
Priemerná veľkosť uredínia (Px)			-16,612**

** $P \leq 0,01$ (Bonferroni)

Tabuľka 5: Priemerné štvorce (MS) z analýzy rozptylu vplyvu translokácie 2NS/2AS a vegetácie na redukcii PZK, HZK a HTZ po infekcii *Stagonospora nodorum*

Zdroj	df	MS redukcia PZK	MS redukcia HZK	MS Redukcia HTZ
Translokácia	1	630,57	0,01	2881,73**
Vegetácia	1	231,50	7,61**	4216,45**
Translokácia * Vegetácia	1	822,06	0,02	2855,46**
Chyba	778	270,41	0,41	139,30
Celkom	782			

** $P \leq 0,01$

Tabuľka 6: Vplyv translokácie 2NS/2AS a vegetácie na redukcii PZK, HZK

Znak	(I) Translokácia	(J) Translokácia	Rozdiel (I-J)
Redukcia PZK	2NS/2AS	2A	-1,80
Redukcia HZK (g)			0,00
Redukcia HTZ (g)			-3,85**
	(I) Vegetácia	(J) Vegetácia	Rozdiel (I-J)
Redukcia PZK	430 mm	590 mm	-1,09
Redukcia HZK (g)			-0,20**
Redukcia HTZ (g)			-4,66**

** $P \leq 0,01$ (Bonferroni)

Tabuľka 7: Priemerné štvorce (MS) z analýzy rozptylu vplyvu translokácie 2NS/2AS na redukcii PZK, HZK a HTZ po infekcii *Fusarium culmorum*

Znak	Variabilita	df	MS
AUDPC	Medzi skupinami	1	977,77
	Vnútri skupín	398	56045,89
Redukcia PZK	Medzi skupinami	1	189,06
	Vnútri skupín	395	316,64
Redukcia HZK	Medzi skupinami	1	1,06
	Vnútri skupín	394	0,87
Redukcia HTZ	Medzi skupinami	1	1123,86**
	Vnútri skupín	394	124,42

** $P \leq 0,01$

Tabuľka 8: Vplyv translokácie 2NS/2AS na hodnoty AUDPC a redukcii PZK, HZK a HTZ po infekcii *Fusarium culmorum*

Znak	(I) Translokácia	(J) Translokácia	Rozdiel (I-J)
AUDPC	2NS/2AS	2A	3,14
Redukcia PZK			1,39
Redukcia HZK (g)			0,10
Redukcia HTZ (g)			3,39**

** $P \leq 0,01$ (Bonferroni)

Adresa autorov:

Ing. Štefan Masár, CSc., Ing. Katarína Bojnanská, Ing. Jozef Gubiš, PhD., Mgr. Marcela Gubišová, Mgr. Martin Pastirčák, PhD., Ing. Alžbeta Žofajová, PhD., CVRV-VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, doc. Ing. Tibor Roháčik, CSc., Ing. Jana Sokolovičová, SELEKT, Výskumný a šľachtiteľský ústav Bučany, a.s., Bučany 591, 919 28 Bučany. E-mail: masar@vurv.sk

VPLYV PRÍDAVKOV MÚKY GENETICKÝCH ZDROKOV JAČMEŇA A POHÁNKY NA KVALITU CHLEBA INFLUENCE OF INCORPORATION OF GENETIC RESOURCES OF BARLEY AND BUCKWHEAT ON THE QUALITY OF BREAD

Ľubomír MENDEL – Soňa GAVURNÍKOVÁ – Iveta ČIČOVÁ – Michaela
HAVRLETOVÁ – Magdaléna BIELIKOVÁ – Katarína ZIRKELBACHOVÁ

The aim of the study was to determine the bread-making performance of blends of the flours from barley and buckwheat at 10, 20, and 30 % levels to wheat bread and to investigate the effect of the blends on the chemical characteristics of flour, rheological characteristics of dough and sensory quality of bread. Both flours samples added to the blends were analyzed for crude protein, wet gluten, starch, fat, crude fibre, dietary fibre, macro nutrients and ash contents. The farinograph characteristics of composite flour as water absorption, dough development time, dough stability were determined. Breads prepared from the blends were evaluated for physical characteristics as bread volume, specific volume and calculated spread ratio and sensory characteristics, colour of crust, colour of crumb, crumb texture, flavour, taste and total sensory score was calculated. The flour blends had higher protein, fat, crude fibre, dietary fibre and ash contents than wheat flour. The level of these nutrients was improved with increased amounts of the blends. The protein content of the composite flour breads was higher than that of the wheat flour bread. Buckwheat increased the farinograph water absorption, probably from reason higher level of fibre and also the presence of β -glucans in barley. Bread volume and spread ratio decreased significantly with increased addition of both blends. Sensory scores differed significantly amongst them colour, flavour and overall acceptability.

Key words: Sensory analysis; Bread; Flour blends; Barley; Buckwheat; Breadmaking quality; Rheology of dough

Úvod

Jačmeň v našich podmienkach sa prevažne využíva ako plodina na výrobu sladu ako aj na skrmovanie (Vaculová, 1999). V poslednom období je jačmeň čoraz častejšie študovaný v súvislosti vývojom potravín nového typu vďaka jeho zdraviu prospešným bioaktívnym komponentom (Manach et al., 2004). Čoraz častejšie je jačmeň asociovaný s chlebom (Charalampopoulos et al., 2002). Jačmeň je známy predovšetkým ako bohatý zdroj potravinovej vlákniny, ale obsahuje aj ďalšie dôležité zložky ako sú fenoly často popisované ako antioxidanty. Pohánka patrí do skupiny tzv. pseudoobilnín, z nutričného hľadiska predstavuje významný zdroj hodnotných ľahko stráviteľných bielkovín, s vysokým podielom lyzínu, vitamínov skupiny B, vlákniny, minerálnych látok, ale aj antioxidantov. Predovšetkým je to flavonoid - rutín a fenolové kyseliny, ktorých obsah narastá k periférnym častiam zrna (obalom). Neobsahuje lepok. Použitím prídavku múky z pohánky, ale aj z niektorých alternatívnych plodín ako sú obilniny, pseudoobilniny alebo strukoviny sa v chlebe významne zvýšil obsah bielkovín, vitamínov, potravinovej vlákniny, rutínu, znížil sa glykemický index a zlepšili sa senzორické parametre chleba (Skrabanja et al., 2001; Shalini, Devi 2005; Dongowski et al., 2006; Mohamed et al., 2006).

Cieľom úlohy bolo overiť možnosti aplikácie prídavkov múky z jačmeňa a pohánky na zlepšenie nutričného profilu chleba a na základe parametrov pekárskej kvality a senzörických vlastností stanoviť optimálne zloženie funkčného podielu jednotlivých zložiek zmesi.

Materiál a metódy

Na prípravu chleba bola použitá základná pšeničná múka, hladká špeciál: vlhkosť 14,8 %, popol 0,48 %, granulácia 99/88, mokrý lepok 31,4 %, pádové číslo 244 s, dodávateľ PENAM a.s., Mlyn Trnava. Ako prídavky boli použité múky z jačmeňa nahého (*Hordeum vulgare*, convar. *distichon* var. *nudum* genotyp KM 2283) a pohánky (*Fagopyrum esculentum* Moench odroda Špačinská 1). Múka bola získaná mletím na laboratórnom mlyne Quadrumat Junior (Brabender) resp. šrotovaním na šrotovníku Laboratory mill 3100 (Perten). V jednotlivých múkach boli analyzované dusíkaté látky podľa Dumasa, CNS 2000 (LECO Corp.) s prepočtom na hrubý proteín (N% \times 5,7 pšenica; N% \times 6,25 zmesi), škrob podľa Ewersa - polarimeter T 3001 RS (Grüss), celková potravinová vláknina enzymaticky (K-TDFR, TDF 10/99, Megazyme Ltd., minerálne látky metódou ICP-AES. Obsah popola bol stanovený podľa STN ISO 2171 (2006). V jednotlivých múkach bol stanovený obsah mokrého lepku, napučovanie lepku STN ISO 5531 (1994), sedimentačný index podľa Zeleného STN ISO 5529 (2000), číslo poklesu STN ISO 3093 (2006). Vytvorené kombinácie zmesí múk sa nechali 14 dní odležať. Boli stanovené reologické vlastnosti cesta: väznosť múky, vývin cesta, stabilita cesta, mäknutie cesta, číslo kvality, Farinograf-E (Brabender) metódou podľa ICC Standard No. 115/1 (1992). Vzorok chleba boli upečené v elektrickej stovebnicovej peci (Marton) v laboratóriu kvality v CVRV Piešťany. Stanovená bola hmotnosť chleba, špecifický objem chleba a pomer výška/šírka chleba. Senzorické hodnotenie chleba bolo vykonané 4 hodiny a 24 hodín po upečení. V hedonickom 5 bodovom systéme (Pokorný, 1997) bol 7 členným panelom zhodnotený objem chleba, tvar chleba, kôrka (farba, hrúbka, tvrdosť), striedka (farba, tvrdosť, veľkosť a pravidelnosť pórov, lepivosť), vôňa a chuť chleba.

Výsledky a diskusia

Chemické vlastnosti zmesí múk

Zo zmesí základnej pšeničnej múky a prídavkov 10 %, 20 % a 30 % múky z jačmeňa a pohánky bolo vytvorených 6 kombinácií chleba a kontrola PSE-100 základná pšeničná múka. Bol študovaný vplyv prídavkov múky z jačmeňa a pohánky na chemické, technologické a senzorické vlastnosti chleba. V tabuľke 1 sú uvedené priemerné hodnoty kvalitatívnych parametrov zmesí múk s prídavkom jačmeňa a pohánky (tab. 2). Dôležitý kvalitatívny technologický parameter, ktorý má kladný vzťah k objemu upečeného chleba je obsah hrubých bielkovín. S narastajúcim zastúpením prídavkov múky z jačmeňa sa obsah hrubých bielkovín štatisticky významne zvyšoval a naopak s rastúcim zastúpením prídavkov múky z pohánky sa obsah hrubých bielkovín znižoval, ale neklesol pod úroveň kontroly PSE-100 11,4 %. Obsah mokrého lepku a napučovanie lepku, ako aj sedimentačný index podľa Zeleného sa štatisticky významne znižovali v porovnaní s kontrolou PSE-100, čoho dôkazom je tesný vzťah s obsahom hrubých bielkovín. Zhoršovanie týchto parametrov bolo spôsobené prídavkami z jačmeňa, ktoré nedisponujú prítomnosťou kvalitného o bielkovinového komplexu tvoriaceho lepok a takisto v prípade prídavkov pohánky, ktorá neobsahuje lepok vôbec. Nepriaznivé senzorické vlastnosti s prídavkami pohánky konštatuje aj (Hauptvogel et al., 2005). Naopak bezlepkové bielkoviny sa významne uplatňujú pri znižovaní objemu chleba predovšetkým pri vysokých podieloch takýchto prídavkov. So zvyšujúcim sa prídavkom uvedených plodín sa obsah lepku v ceste úmerne znižoval nakoľko len pšeničné proteíny sú schopné vytvárať lepok. Je možné na základe toho predpokladať, že priebeh farinografických kriviek bol pri vyšších prídavkoch ovplyvnený interakciami medzi škrobom, prítomnosťou vyššieho množstva neškrobových polysacharidov s vysokou hydratačnou schopnosťou a čiastočnou absenciou lepku. Číslo poklesu determinuje enzymatickú aktivitu α -amylázy v múke, medzná hodnota pre pšenicu je 160 s. Nízka hodnota má za následok znižovanie objemu chleba, nevhodnú pórovitosť striedky a zvýšenú lepivosť cesta. Číslo poklesu štatisticky významne narastalo pri 20 % a 30 % podiele prídavkov jačmeňa ako aj pohánky. Všeobecne pri kysnutom ceste, prebytok aktivity α -amylázy spôsobuje vlhkú, mazľavú striedku s veľkými dutinami a naopak jej nedostatok spôsobuje suchú, drobnú striedku s vysokou hustotou.

Tabuľka 1: Chemické charakteristiky zmesí múk s prídavkom jačmeňa

Zmes	Hrubé bielkoviny (%)	Mokrý lepok (%)	Napučavosť lepku (ml)	Sediment. index Zelený (ml)	Číslo poklesu (s)	Celkový popol (%)
PSE-100	11,4a	31,4a	17a	31a	244b	0,48a
JCN-10	12,1b	29,5b	16b	26b	231a	0,64b
JCN-20	12,4c	28,7c	13c	22c	252c	0,79c
JCN-30	12,6c	25,0d	10d	18d	262c	0,93d

Hodnoty s rozdielnymi písmenami sú štatisticky významné $P < 0,05$

Tabuľka 2: Chemické charakteristiky zmesí múk s prídavkom pohánky

Zmes	Hrubé bielkoviny (%)	Mokrý lepok (%)	Napučavosť lepku (ml)	Sediment. index Zelený (ml)	Číslo poklesu (s)	Celkový popol (%)
PSE-100	11,4a	32,4a	17a	31a	253b	0,57a
POH-10	12,0b	27,8b	16a	29b	246a	0,69b
POH-20	11,6a	23,6c	12b	26c	269c	0,82c
POH-30	11,4a	18,5d	10b	24d	291d	0,83c

Hodnoty s rozdielnymi písmenami sú štatisticky významné $P < 0,05$

Reologické vlastnosti cesta

Určujú optimálny režim miesenia, spracovateľnosť cesta, výťažnosť cesta resp. chleba a tvorbu zmesí. Chemicko-fyzikálne vlastnosti cesta determinujú kvalitu finálneho produktu, predovšetkým je to kvantita a kvalita lepku, naproti tomu nebielkovinové dusíkaté látky sú technologicky málo významné. Interakcie medzi proteínmi, škrobom a neškrobovými polysacharidmi (pentózy, β -glukány), ako aj ich zastúpenie v múke zohráva dôležitú úlohu pri charakteristike pekárskej kvality múk a reologických vlastností cesta. Od reologických vlastností cesta sa odvíja spracovateľnosť cesta a v konečnom dôsledku aj spotrebiteľská kvalita pekárskych výrobkov. Farinograf bol použitý na determináciu reologických charakteristík zmesí múk. Vplyv prídavkov na farinografické vlastnosti cesta popisuje tabuľka 3. Farinografická väznosť vody múkou s narastajúcim podielom prídavkov z jačmeňa aj pohánky sa zvyšovala v porovnaní s kontrolou PSE-100.

Zvýšená väznosť vody múkou v porovnaní s pšenicom môže byť spôsobená viacerými faktormi, nízkou vlhkosťou, zvýšeným obsahom hrubých bielkovín, vlákniny (predovšetkým pentózanov), tiež prítomnosťou β -glukánov, obsahom bielkovín, poškodením škrobových zŕn a enzymatickou aktivitou (Rehman et al., 2007). Získané výsledky potvrdzujú tieto zistenia, nakoľko analýzy múk z jačmeňa a pohánky použité ako prídavky sa vyznačovali vyšším obsahom hrubých bielkovín pri jačmeni a hrubej a potravinovej vlákniny pri pohánke. Vývin cesta, stabilita cesta, mäknutie cesta spolu úzko súvisia a vypovedajú o kvalite, spracovateľnosti cesta a tým o možnostiach využitia múky. Čas vývinu cesta odráža predovšetkým hydratačnú schopnosť múky a mechanicko-chemické zmeny lepku, závisí od množstva a kvality lepku, zrnitosti múky a stupňa vymletia. Pri zmesiach múk s prídavkom jačmeňa bolo pozorované predĺženie času vývinu cesta až na 2,7 min. pri 30 % prídavku v porovnaní s kontrolou PSE-100 2,0 min., naopak pri prídavku pohánky bolo pozorované skracovanie času vývinu cesta v porovnaní s kontrolou PSE-100. Stabilita cesta vyjadruje odolnosť voči mechanickému namáhaniu a v menšej miere i odolnosť voči enzymovým vplyvom. Špecifický objem chleba sa so zvyšujúcim sa množstvom prídavkov znižoval. Žiadny z vytvorených chlebov nedosiahol úroveň špecifického objemu kontroly PSE-100 335 ml, avšak kombinácia pšenica a pohánka 90 + 10 % bola zhruba na úrovni kontroly 321 ml.

Tabuľka 3: Hodnoty farinografických ukazovateľov zmesí múk s prídavkom jačmeňa pohánky pri konštantnej konzistencii 500 FJ a fyzikálne charakteristiky chleba

Zmes	Väznosť vody múkou (%)	Vývin cesta (min)	Stabilita cesta (min)	Mäknutie cesta 10 min. od začiatku testu (FJ)	Mäknutie cesta 12 min. po dosiahnutí maxima (FJ)	Špecifický objem chleba (g.ml ⁻¹)	Šírka chleba (mm)	Výška chleba (mm)	Index tvaru
PSE-100	55,7	2,0	4,6	55	72	335	120	77	0,64
JCN10	59,2	2,2	8,3	29	57	304	107	65	0,61
JCN20	60,9	1,7	8,0	31	60	271	102	63	0,62
JCN30	62,1	2,7	8,3	25	53	224	100	60	0,60
POH10	57,5	1,7	6,4	51	71	321	112	70	0,63
POH20	57,2	1,2	5,4	71	89	306	110	67	0,61
POH30	56,2	1,3	5,3	67	84	301	115	60	0,52

V senzorickej bodovom systéme bol zhodnotený objem, tvar, kôrka, striedka, vôňa a chuť chleba. Podľa výsledkov senzorickej analýzy bol stanovený najvhodnejší pomer múk na výrobu zdravého chleba s vyhovujúcimi senzorickejšími parametrami pri prídavku pohánky do 30 %, pri prídavku jačmeňa do 20 %. Najmenšie rozdiely boli zaznamenané v tvrdosti kôrky a naopak najväčšie rozdiely boli zaznamenané vo farbe kôrky a chuti chleba. Senzoricky najhodnotnejšie kombinácie boli dosiahnuté predovšetkým v zmesi múk s pohánkou, ktorá má v porovnaní s pšenicom vynikajúci potenciál práve pri formovaní diéty s nízkym glykemickým indexom, vhodným najmä pre diabetikov (Skrabanja et al., 2001). Z výsledkov vyplýva, že prídavky múky z jačmeňa do 20 % a prídavkov múky z pohánky do 30 % sú technologicky a hlavne senzorickejšie akceptovateľné so zdravotným benefitom pre spotrebiteľa. Prídavky jačmeňa nad 20% sa ukázali z technologického hľadiska za menej vyhovujúce, nakoľko cesto bolo menej ťažné a na povrchu lepivé, výsledné chleby boli menej klenuté a drobivé.

Záver

Využitelnosť jačmeňa a pohánky v pekárskej technológii pri výrobe chleba je determinovaná ich odlišným chemickým zložením, ako aj schopnosťou jednotlivých zložiek zúčastňovať sa na interakciách s múkou a ďalšími surovinami, ktoré sú nevyhnutné pre efektívny proces tvorby cesta. Prídavanie prídavkov múk z týchto z pekárskeho hľadiska alternatívnych plodín do chleba, ktoré sa vyznačujú vysokou nutričnou a dietetickou hodnotou, ako aj špecifickými senzorickejšími vlastnosťami dnes už predstavuje bežnú prax zvyšovania obsahu pre ľudský organizmus nepostrádateľných látok v prirodzenej forme. Prídavky jačmeňa a pohánky sa ukázali ako použiteľné zložky v pekárskej technológii.

PodĎakovanie: Táto práca vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Transfer, využitie a diseminácia výsledkov výskumu genofondu rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (ITMS: 26220220058), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja“.

Naše podĎakovanie patrí pani Ing. Kateřine Vaculovej a firme Agrotest fyto, s.r.o., za poskytnutie línie jačmeňa jarného s bezplevnatým zrnom KM 2283, ktorá bola vytvorená a študovaná v rámci riešenia projektov MZe ČR č. QD0057, QF3133, QF3291.

Literatúra

- DONGOWSKI, G. – HUTH, M. – GEBHARDT, E.: Physiological effects of an extrudate from barley flour in humans. *Deu. Leb.-Rundsch.* 102 (4), 2006, 141-149.
- HAUPTVOGEL, P. – ČIČOVÁ, I. – BIELKOVÁ, S. – MAGULOVÁ, M.: Zmyslové hodnotenie chlebopekárskych výrobkov zo pseudoobilnín. [Sensory evaluation of the pseudocereals breadbaking products]. In: Hodnotenie genetických zdrojov rastlín. : Zborník zo 4. odborného seminára s medzinárodnou účasťou 25.-26.máj 2005/Ed. D. Benediková – Piešťany : VÚRV, 2005. – S. 168-169
- CHARALAMPOPOULOS, D. – WANG, R. – PANDIELLA, S. S. – WEBB, C. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 79(1-2), 2002, 131-141.
- MANACH, C. – SCALBERT, A. – MORAND, C. – REMESY, C. – JIMENEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. *Amer. J. of Clinical Nutrition*, 79(5), 2004, 727-747.
- MOHAMED, A.A. – RAYAS DUARTE, P. – SHOGREN, R.L. – SESSA, D.J.: Low carbohydrates bread: Formulation, processing and sensory quality. *Food Chem.* 99 (4), 2006, 686-692.
- POKORNÝ, J.: Metody senzorické analýzy potravín a stanovení senzorické jakosti. ÚZPI, Praha 1997, 196 s.
- REHMAN, S. – PATERSON, A. – HUSSAIN, S.– MURTAZA, M.A. – MEHMOOD, S.: Influence of partial substitution of wheat flour with vetch (*Lathyrus sativus* L.) flour on quality characteristics of doughnuts. *Food Science and Technology*, 40, 2007, 73-82.
- SHALINI, D. – DEVI, N.L.: Development and acceptability of breads incorporated with functional ingredients. *J. Food Sci. Tech.* 42 (6), 2005, 539-540.
- SKRABANJA, V. – LILJEBERG ELMSTAHL, H.G.M. – KREFT, I. – BJÖRCK, I.M.E.: Nutritional Properties of Starch in Buckwheat Products: Studies *in Vitro* and *in Vivo*. *J. Agric. Food Chem.* 49 (1), 2001, 490-496.
- VACULOVÁ, K. – HEGER, J. – MACHÁŇ, F. Hospodárske aspekty skrmovania zrna bezpluchého ovsu. *Czech Journal of Animal Science*, 44, 1999. s. 169-177.

Adresa autorov:

Lubomír Mendel, Soňa Gavurníková, Iveta Čičová, Pavol Hauptvogel, Michaela Havrlentová, Magdaléna Bielíková, Katarína Zirkelbachová, CVRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, e-mail: mendel@vurv.sk

HODNOCENÍ OBSAHU DON V ZRNĚ DONORŮ JEČMENE JARNÍHO S DEFINOVANÝMI HOSPODÁŘSKY VÝZNAMNÝMI ZNAKY EVALUATION OF DON CONTENT IN GRAIN OF SPRING BARLEY DONORS WITH DEFINED AGRONOMIC IMPORTANT CHARACTERISTICS

Jarmila MILOTOVÁ¹ – Kateřina VACULOVÁ² – Ludvík TVARŮŽEK² – Ivana POLIŠENSKÁ²

*A set of 97 genetic resources of spring barley, grown at the location of Kroměříž (2007-2009), was inoculated with *F. culmorum* (isolate KM-FC-176) at anthesis (10.0 million conidia/ml of suspension; dose 0.2 l/10 m²). Results of artificial inoculation with *Fusarium* (resistance from 3 to 8) in the examined collection of barley materials documented that field susceptibility was related to toxin production ($r = -0.26^*$). The DON content varied from levels lower than LOD (0.051 mg/kg) to 19.11 mg/kg (variety Ricardo). Different levels of mycotoxin were determined both in hulled and hullless cultivars and also in landraces and modern productive cultivars. The mycotoxin accumulation was correlated negatively with length of the growing season and resistance to lodging. Content of mycotoxin and mutual correlation between DON content and *Fusarium* resistance was different in groups of cultivars declared as donors of various important agronomic traits (different resistance to biotic and abiotic stresses, and nutritional quality).*

Key words: spring barley, varieties, genetic resources, Fusarium, content of DON

Úvod

Odolnost odrůd ječmene vůči houbovým chorobám patří k významným hospodářským znakům. Kromě odolnosti k listovým chorobám, nabývá významu odolnost vůči dalším patogenům, především chorobám klasu, které ovlivňují nejen výnos, ale zejména kvalitu zrna pro různé konečné využití. V souvislosti se změnami povětrnostních podmínek je v popředí zájmu výskyt toxikogenních hub rodu *Fusarium*, infekce fuzárií se vyskytuje u všech druhů obilovin, tedy i u jarního ječmene, hlavní suroviny pro výrobu piva a krmení monogastrických zvířat. Plísně rodu *Fusarium*, zejména druhy *F. culmorum* a *F. graminearum* a *F. avenaceum* produkují mykotoxiny, které se řadí mezi trichotheceny typu B. Převažujícím mykotoxinem u obilovin je deoxynivalenol (DON), který je považován za hlavní markér přítomnosti mykotoxinů v zrně (NICHOLSON et al. 2007). Nařízením Komise (ES) 1881/2006 je maximální limit pro obsah DON stanoven na úrovni 1,25 mg/kg (POLIŠENSKÁ et al. 2008). Bezpečnost zdraví konzumentů může být zvýšena vhodnými postupy pěstování, sklizně, transportu, skladováním i zpracováním zrna (Doporučení komise ze dne 17. srpna 2006 k prevenci a snižování fusariových toxinů v obilovinách a výrobcích z obilovin 2006/583/ES). Jedním z účinných opatření u ozimé pšenice je například šlechtění odrůd s vyšší rezistencí fuzáriím (CHRPOVÁ et al. 2009).

Materiál metody

Z kolekce genetických zdrojů jarního ječmene (*Hordeum vulgare* L.), vedené v Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s.r.o., byl vybrán a hodnocen soubor 97 genotypů zařazených do osmi skupin podle deklarovaných znaků a charakteristik (odolnost suchu, rezistence k *Pyrenophora teres*, *Puccinia hordei*, *Rhynchosporium secalis*, vysoký obsah extraktu, N-látek, škrobu a polyfenolů). Genetické zdroje byly pěstovány v polních podmínkách lokality Kroměříž v letech 2007-2009 (parcely 3 x 2,5 m²). Byla hodnocena vegetační doba (dny), délka rostlin (v cm), výnos zrna (v t/ha), HTZ (v g), počet produktivních stébel – PPS (na m²), odolnost poléhání, *Blumeria graminis*, *Pyrenophora teres*, *Puccinia hordei* (vše ve stupnici 9-1, kde 9 = maximální a 1 = minimální úroveň znaku) V období kvetení (v letech 2008 a 2009) byly parcely inokulovány *F. culmorum* (izolát KM-FC-176, 10,0 milionů conidií/ml suspenze, v dávce 0,2 L/10 m²). Infekce byla hodnocena podle modifikované desetibodové stupnice Horsfall-Barretta, (ve stupnici 9-1, kde 9 = maximální odolnost). Po sklizni byl obsah DON v zrně stanoven akreditovanou kvantitativní imunochemickou metodou ELISA s využitím kitu RIDASCREEN FAST DON (R-Biopharm, GmbH, Darmstadt, SRN). Měření bylo provedeno na spektrofotometru MRX II (Dynex, USA) a zpracování výsledků programem Revelation (Dynex, USA). Výsledky byly vyhodnoceny pomocí software Statistica 8 (StatSoft, 2001).

Výsledky a diskuse

Průměrné hodnoty sledovaných znaků a parametrů, získané na základě údajů z polního hodnocení, ve skupinách odrůd členěných deklarovanými znaky a charakteristikami uvádí Tab. 1 a Tab. 2. Nejvyšší výnos zrna, HTZ a PPS byl stanoven ve skupinách s vysokým obsahem extraktu a škrobu. Do této skupiny spadaly zejména moderní produktivní odrůdy. Polní odolnost k napadení *Fusarium culmorum* na inokulovaných parcelách kolísala od hodnoty 3 po hodnotu 8; nejnižší napadení *Fusarium* bylo zaznamenáno ve skupině odrůd odolných suchu (medián = 7,0), mediány ostatních skupin se vzájemně významně nelišily (s výjimkou skupiny odrůd se zvýšeným obsahem polyfenolických látek).

Tabulka 1: Průměrná hodnota hodnocených znaků a charakteristik (2007-2009)

Skupiny ¹ / znaky	N	Vegetační doba, dny		Délka, cm		Výnos zrna, t/ha		HTZ, g		PPS, No/m		DON, mg/kg	
		Průměr	s _x	Průměr	s _x	Průměr	s _x	Průměr	s _x	Průměr	s _x	Průměr	s _x
Odolnost suchu	22	105.1	0.4	82.9	1.3	7.4	0.3	45.5	0.5	663.5	20.5	1.31	0.21
<i>Pyrenophora teres</i>	35	105.2	0.6	91.6	2.4	7.0	0.3	41.7	1.0	604.8	33.8	3.05	0.78
<i>Puccinia hordei</i>	19	108.1	0.9	94.5	2.5	5.9	0.4	42.9	0.9	549.5	36.3	1.33	0.21
<i>Rhynch. secalis</i>	35	106.2	0.6	84.1	2.4	7.6	0.4	43.4	1.4	647.2	25.0	1.37	0.24
Extract	29	106.8	0.3	85.7	1.0	9.1	0.2	46.9	0.6	681.9	18.2	1.32	0.14
N-látky	27	102.7	0.7	82.9	4.4	5.0	0.5	29.9	1.1	614.2	45.5	1.54	0.56
Škrob	18	106.9	0.5	88.8	1.8	8.0	0.3	46.6	0.7	627.0	23.0	1.53	0.26
Polyfenoly	7	102.6	1.3	94.2	2.1	3.4	0.3	41.8	1.9	416.9	33.5	1.28	0.54

¹ - viz Materiál a metody

Tabulka 2: Mediány rezistence k chorobám (2007-2009)

Skupiny ¹ / znaky	Poléhání	<i>B. graminis</i>	<i>P. teres</i>	<i>P. hordei</i>	<i>Fusarium</i>
	9 - 1				
Odolnost suchu	8.0	5.0	7.0	6.0	7.0
<i>Pyrenophora teres</i>	6.0	6.0	7.0	6.0	6.5
<i>Puccinia hordei</i>	7.0	5.0	7.0	7.0	6.0
<i>Rhynchosporium secalis</i>	9.0	6.0	6.5	6.0	6.5
Extract	8.3	8.0	6.0	6.1	6.0
N-látky	5.0	4.0	7.0	5.0	6.5
Škrob	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Polyfenoly	6.0	7.0	7.0	4.0	5.0

¹ - viz Materiál a metody

Obsah DON kolísal od hladiny nižší než LOD (0.051 mg/kg) po 19.11 mg/kg (odruža Ricardo - URY). Rozdílná úroveň obsahu mykotoxínu byla stanovena ve vybraných skupinách, členěných podle deklarovaných znaků, jak u pluchatých, tak i bezpluchých odrůd a rovněž u výchozích genetických zdrojů i moderních produktivních odrůd (Tab. 3).

Mezi zvýšenou polní odolností vůči *Fusarium culmorum* v celém souboru sledovaných odrůd a genetických zdrojů a obsahem mykotoxínu v zrně byl nalezen průkazný, avšak slabší vztah ($r = -0.26^*$). U pšenice byla korelace mezi stupněm napadení a přítomností DON prokázána ve více studiích (ŠÍP et al., 2007, aj.). V rámci skupin odrůd s deklarovanou charakteristikou byly nalezeny difference ve výši i směrnici tohoto vztahu. Korelace kolísala od $r = 0,38^{**}$ (skupina odrůd s vysokým obsahem extraktu) po $-0,43^{**}$ (skupina odrůd s vysokou odolností *P. teres*). Příznivé tendence mezi odolností fuzariózám a obsahem DON byly zjištěny i ve skupinách s vysokým obsahem škrobu ($r = -0,37$) a polyfenolických látek ($r = -0,56$), nicméně kvůli menšímu počtu odrůd ve skupině nebyly tyto vztahy průkazné. Ve zbývajících skupinách odrůd byla uvedena korelace velmi slabá a nevýznamná (Obr. 1).

Vyšší obsah DON byl stanoven v zrně odrůd s kratší vegetační dobou, zejména ve skupinách odolných suchu, se zvýšeným extraktem, vyšším obsahem škrobu a polyfenolických látek. Je možné, že vyšší hladinu mykotoxínu negativně ovlivňuje i doba od dosažení plné zralosti do sklizně. Nízká odolnost polehání se projevila zvýšeným obsahem DON v zrně, zejména ve skupinách odolných suchu, *P. teres* a *P. hordei*.

Mezi dalšími hospodářsky významnými znaky (výnos zrna, HTZ a PPS) a hladinou DON v zrně nebyly zjištěny průkazné vztahy. Existující nežádoucí kladné tendence souvisely s výběrem odrůd do jednotlivých skupin. Maximální limitní hodnotu obsahu DON (1,25 mg/kg) v průměru sledovaných let překročila téměř polovina studovaných genetických zdrojů. Mezi odrůdami s vysokou hladinou tohoto mykotoxínu se umístily i současné registrované odrůdy Akcent, Tocada, Nitran, Atribut, Tolar, Calgary a Westminster (s obsahem DON od 2,36 po 1,49 mg/kg). Jak uvádějí CHRPOVÁ et al. (2009), ochrana proti klasovým fuzariózám vyžaduje komplexní přístup, kde se jako nejúčinnější jeví kombinaci pěstování odrůdy s vyšší rezistencí a cílené fungicidní ochrany.

Tabulka 3: Nejvyšší a nejnižší obsah DON a rezistence k *F. culmorum* v zrně vybraných genetických zdrojů.

Odrůda, genet. zdroj	Skupina podle deklar. charakter. ¹	Typ zrna	DON, mg/kg	<i>Fusarium</i> , 9-1 ¹
Orbit	sucho	pluchaté	0.25	6.0
Olympijec	sucho	pluchaté	0.42	7.0
Jerusalem II	sucho	pluchaté	3.25	8.0
Palestine 10	sucho	pluchaté	4.46	6.5
Pejas	P. teres	pluchaté	0.24	8.0
Orthega	P. teres	pluchaté	0.42	7.0
CI 7584	P. teres	pluchaté	6.75	5.5
Ricardo	P. teres	pluchaté	12.53	3.5
Cask	P. hordei	pluchaté	0.70	7.5
Sabarlis	P. hordei	pluchaté	0.74	7.0
Turk	P. hordei	pluchaté	2.32	5.0
Cebada Capa	P. hordei	pluchaté	2.62	3.5
Magnum	R. secalis	pluchaté	0.27	7.0
Amos	R. secalis	pluchaté	0.67	8.0
Akcent	R. secalis	pluchaté	2.36	6.5
Bolivia	R. secalis	pluchaté	3.10	4.0
Malz	extrakt	pluchaté	0.55	6.5
Isotta	extrakt	pluchaté	0.79	7.5
Nitran	extrakt	pluchaté	2.23	6.5
Waggon	extrakt	pluchaté	2.33	5.2
CDC Rattan	N-látky	bezpluché	0.20	5.5
Han Hadaka	N-látky	bezpluché	0.82	6.0
CDC Fibar	N-látky	bezpluché	1.41	8.0
MK 358	N-látky	bezpluché	4.05	5.0
Felicitas	škrob	pluchaté	0.68	6.0
Aphrodite	škrob	pluchaté	0.73	7.5
AC Klinck	škrob	pluchaté	2.34	5.0
Omskij 137 09	škrob	pluchaté	3.52	5.5
Orfeo	polyfenoly	bezpluché	0.34	5.5
Nudimelanocrithon	polyfenoly	bezpluché	2.92	5.0

¹ - viz Materiál a metody

Závěr

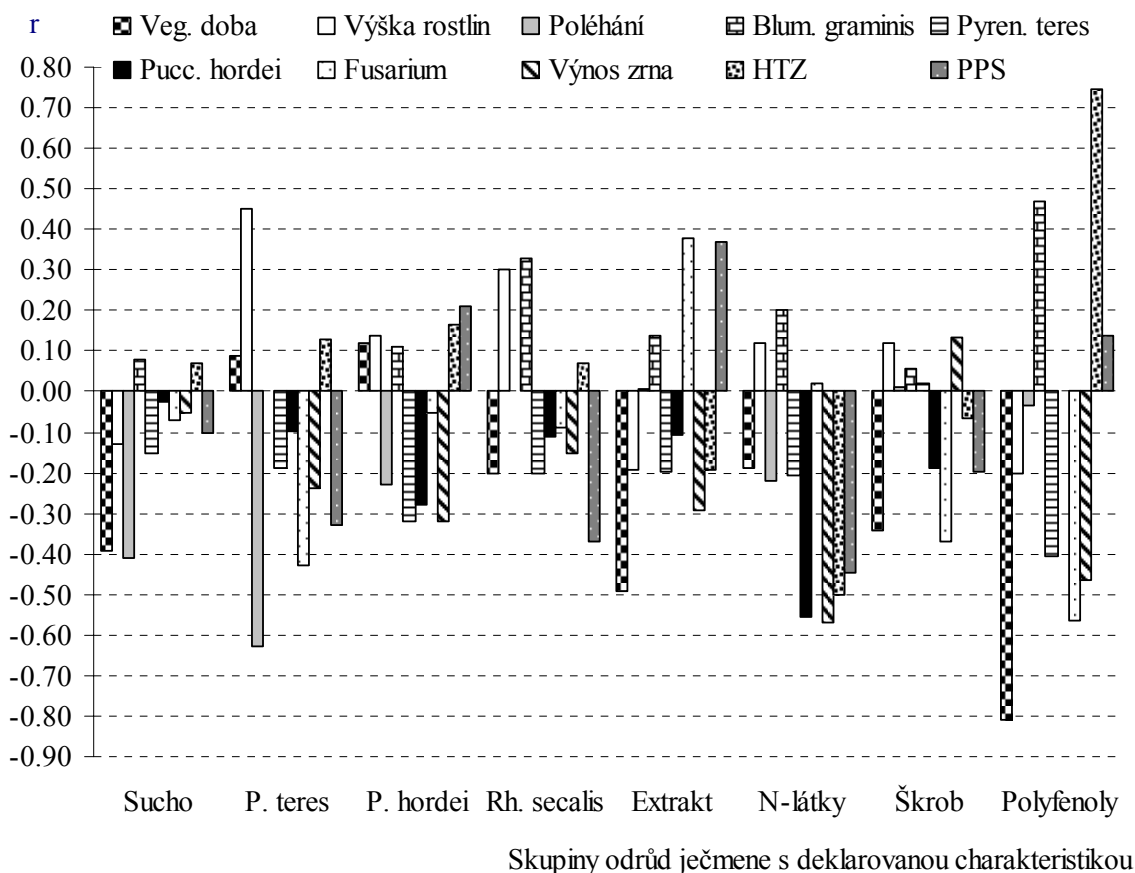
Houby rodu *Fusarium* produkcí svých toxických sekundárních metabolitů - mykotoxinů významně snižují zdravotní nezávadnost zrna jako suroviny pro výrobu potravin a krmiv (SUCHÝ a HERZIG, 2005, aj.). Výsledky studia vybraného sortimentu odrůd a původních genetických zdrojů ječmene jarního prokázaly, že existuje vztah mezi napadením houbou a hladinou mykotoxinu DON, i když zjištěná vazba není příliš těsná. Řada odrůd a genetických zdrojů překročila průměrným obsahem DON v zrně maximální limitní hodnoty, což může být z hlediska bezpečnosti potravin varujícím signálem. Na úrovni napadení i následném obsahu mykotoxinu v zrně se významně podílel genotyp sledovaných materiálů ječmene, diference byly zjištěny i mezi skupinami podle deklarovaných znaků a charakteristik. Nejednoznačné výsledky indikují, že "genotyp" je pouze jedním z mnoha dalších faktorů, které v interakci mohou ovlivňovat úroveň kontaminace zrna mykotoxiny.

Poděkování: Práce byla podpořena projektem NAZV QH72251 a Národním programem konzervace a využití genetických zdrojů rostlin Ministerstva zemědělství České republiky a projektem MSM2532885901 Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy ČR.

Literatura

CHRPOVÁ, J. – VÁŇOVÁ, M. – ŠÍP V., 2009. Využití různých metod pro hodnocení rezistence k fuzarióze klasu u odrůd pšenice ozimé registrovaných v ČR. *Obilnářské listy*, XVII, 4: 98-100.

- NICHOLSON, P. – GOSMAN, N. – DRAEGER, R. – THOMSETT, M. – CHANDLER, E. – STEED A., 2007. The *Fusarium* head blight pathosystem. In: BUCK H. T., NISI J.E., SALOMÓN N. (eds.): *Wheat Production in stressed Environments*, Springer 2007, 12: 23–36.
- POLIŠENSKÁ, I. – JIRSA, O. – SALAVA, J. 2008. Fuzáriové mykotoxíny a patogény rodu *Fusarium* v obilovinách sklizně 2008. *Obilnářské listy*, 2009, roč. 17, č. 1, s. 3–6. ISSN: 1212-138X
- SUCHÝ, P. – HERZIG, I. 2005. Plísňe a mykotoxíny. Prevence jejich vzniku a dekontaminace v krmivech. *Studie VVVZ*. 25 s.
- ŠÍP, V. – CHRPOVÁ, J. – LEIŠOVÁ, L. – SÝKOROVÁ, S. – KUČERA, L. – OVESNÁ, J. (2007): Effects of genotype, environment and fungicide treatment on development of *Fusarium* head blight and accumulation of DON in winter wheat grain. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, **43**: 16–31.



Obr. 1: Korelační koeficienty mezi obsahem DON (mg/kg) a vybranými hospodářsky významnými znaky a ukazateli ve skupinách odrůd ječmene s deklarovanou charakteristikou

PROJEVY FYTOPLAZMY ESFY U NĚKTERÝCH GENETICKÝCH ZDROJŮ MERUNĚK MANIFESTATION OF PHYTOPLASMA ESFY IN SOME APRICOT GENETIC RESOURCES

Tomáš NEČAS – Vladimíra MAŠKOVÁ – Boris KRŠKA

Over time of evaluation phytoplasma ESFY presence in apricot genetic resources were recorded symptoms and influence of this disease on phenology stage. Detection of phytoplasma ESFY was confirmed by nested PCR with specific primers in all evaluation process. During the eight years of trees evaluation were described differences between periods of blooming and maturing among healthy and infected trees. Most frequently symptoms were chlorotic leaf roll and leaves yellowing with 45.0 %, early premature 31.8 % of individuals, leaf roll 22.7 % and etc. Significant reduce of time for founding of resistant sources against this disease can be get just evaluation of presence phytoplasma ESFY in this wide gene pool collection.

Key words: phytoplasma, apricot, genetic resources, detection, symptoms.

Úvod

Fytoplasma evropské žloutenky peckovin (ESFY) prošla od svého objevení v rámci intenzivního výzkumu v celé Evropě několika systematickými změnami svého pojmenování a zařazení. V počátcích byla pojmenována jako Apricot chlorotic leaf roll - ACLR (Morvan, 1977). Později byla označována názvem European stone fruit yellows (ESFY) phytoplasma (Lorenz et al., 1995). V současné době je systematicky řazena jako „*Candidatus phytoplasma prunorum*” (Seemüller a Schneider, 2004). Současný moderní výzkum v oblasti problematiky detekce fytoplazem zahrnující i fytoplazmu ESFY, byl započat v pracích (Ahrens and Seemüller, 1992; Lee, et. al., 1993; Lorenz, et. al., 1994) a dalších.

Pro včasnou detekci a následnou eradikaci napadených stromů/výsadeb fytoplazmou ESFY jak u komerčních, extenzivních tak genofondových ploch, je nezbytné dobře znát symptomatický projev onemocnění. Symptomatologie příznaků fytoplazmy ESFY u jednotlivých ovocných druhů je poměrně rozsáhlá. Příznaky fytoplazmy ESFY jsou u jednotlivých druhů i odrůd, různě intenzivní a její projev závisí do jisté míry i na virulenci původce (Kison a Seemüller, 2001). Ze symptomů se nejčastěji u meruněk vyskytuje chlorotická svinutka listů, různé barevné diskolorace jako je žloutnutí celých listů nebo částí listové čepele, červenání výjimečně žlutá mozaika na listech. Dále je možné zaznamenat růstovou depresi, předčasný opad listů a často i plodů. V teplejších oblastech jsou charakteristické rozdíly v době vykvétání a rašení listů u infikovaných a zdravých stromů (Nečas, Mašková, Krška, 2008). Poměrně často se vyskytuje náhlé odumírání kosterních větví nebo celé koruny (Pastore et al., 1997). U broskvoní je svinutka doprovázena různě intenzivním červenáním listů (často i žloutenkou), růstovou depresí a předčasným opadem listů směrem od báze výhonů. Občas se na peckovinách vyskytují symptomy jako zbytnění listové nervatury, předčasně kvetení a vývoj znetvořených plodů. Postižená rostlina obvykle hyne během jednoho roku nebo několika málo let (Carraro a Osler, 2002).

Některé studie poukazují na skutečnost, že mezi nejcitlivější ovocné druhy patří právě meruňky, broskvoně a japonské slivoně (*Prunus salicina*) a naopak mezi odolné a méně citlivé někdy až tolerantní druhy nebo odrůdy patří *P. cerasifera* (Kison a Seemüller, 2001; Jarausch et al., 2000).

Cílem práce bylo zmapovat různé typy příznaků fytoplazmy ESFY v kolekci genetických zdrojů meruněk.

Materiál a metodika

Do sledování výskytu fytoplazmy ESFY byla zahrnuta 10-letá genofondová kolekce meruněk udržovaná na Zahradnické fakultě, Ústavu ovocnictví v Lednici. Kolekce meruněk představuje přibližně 310 odrůd z celého světa. Vizuální symptomatický projev fytoplazmy byl sledován již od roku 2002 doposud (2009). Během sledování byly zaznamenávány disproporce v termínech začátku kvetení, zrání, a opadu listů. Dále byl hodnocen symptomatický projev u vybraných odrůd a současně byla provedena detekce ESFY metodou nested PCR.

Hodnocení probíhalo v podmínkách ex situ na zcela náhodně vybraných odrůdách a stromech, bez řízení inokulace a tedy i na různém počtu jedinců. U hodnocených stromů nebyl znám původ infekce ani doba napadení. Symptomy byly hodnoceny u odrůd: Churmai, Murfatlar, Saldcot, Poyer, Veselka, Olimp, Hatif Colomer, Vestar, Hargrand, Reumberto, Arzami aromatnyj, Poljus južnyj, Vardaguin Vagdash, Svatava, Pálava, Lameda, Marlen, Bergeron, Velkopavlovická, Oranžovo krasnyj, NJA35, LE-3204.

DNA extrakce a PCR amplifikace

Celková DNA byla izolována z 1 g rostlinných pletiv (lýko dvouletých výhonů), metodou podle (DOYLE and DOYLE, 1990). Takto získaná DNA byla rozpuštěna v 50 µl pufru TE.

Pro detekci fytoplazmy byla použita metoda nested PCR s univerzálními primery P1/P7 (P1- 5'-AAG AGT TTG ATC CTG GCT CAG GAT T-3' / P7 - 5'-CGT CCT TCA TCG GCT CTT-3', Schneider, et al., 1995) pro první amplifikaci a specifické primery fO1/ rO1 (fO1 - 5'-CGG AAA CTT TTA GTT TCA GT-3' / rO1 - 5'-AAG TGC CCA ACT AAA TGA T-3', Lorenz, et al., 1995) pro druhou amplifikační reakci

v dávke 0,25 µl/0,25 µM na jednu reakci. Polymeráza byla použita DyNAzyme™ II 2,0 U/µl (firma Finnzymes) v dávce 0,5 µl/1U na reakci, dále 10 x buffer - [10 mM Tris-HCl, pH 8,8; 1,5 mM MgCl₂, 50 mM KCl, 0,1 % Triton® X-100] 2 µl/1x na reakci, dNTP mix v dávce 2 µl /100 µM na reakci. Vlastní amplifikace probíhala v termocykleru TC 3000 (Techne) při 95 °C (počáteční denaturace 2 minuty, 1 cyklus), dále 35 cyklů denaturace 95 °C 30 sec., annealing 55 °C 1 minuta, extension 72 °C 90 sec. a final extension 72 °C po 10 minut. Nested PCR se specifickými primery probíhala při stejném programu. Produkty amplifikace byly vyhodnocovány na 1,5 % agarosovém gelu s přidávkem barviva ethidium bromide pomocí elektroforézy a vizualizovány na UV transiluminator.

Výsledky

V průběhu osmiletého hodnocení výskytu ESFY v genofondu byly získány podrobné poznatky o výskytu symptomů na nemocných stromech meruněk. Variabilita symptomů je prokazatelně vysoká, stejně tak jako jejich intenzita (tabulka 1). V jednotlivých letech se v průběhu hodnocení intenzita symptomů měnila v závislosti na průběhu počasí a stádiu vegetace. Stejně tak byl ovlivněn výskyt symptomů u stromů různého stáří. U mladších stromů převládá typický symptom svinutky listů (v ½ vegetace) od druhé poloviny vegetace se často projevuje červenání listů a jejich předčasný opad. U starších stromů se často projevuje kolísání individuálních symptomů jako je svinutka nebo žloutenka listů (velmi často v průběhu roku přechází chlorotická skvrnitost listů v souvislou žloutenku nebo typickou chlorotickou svinutku).

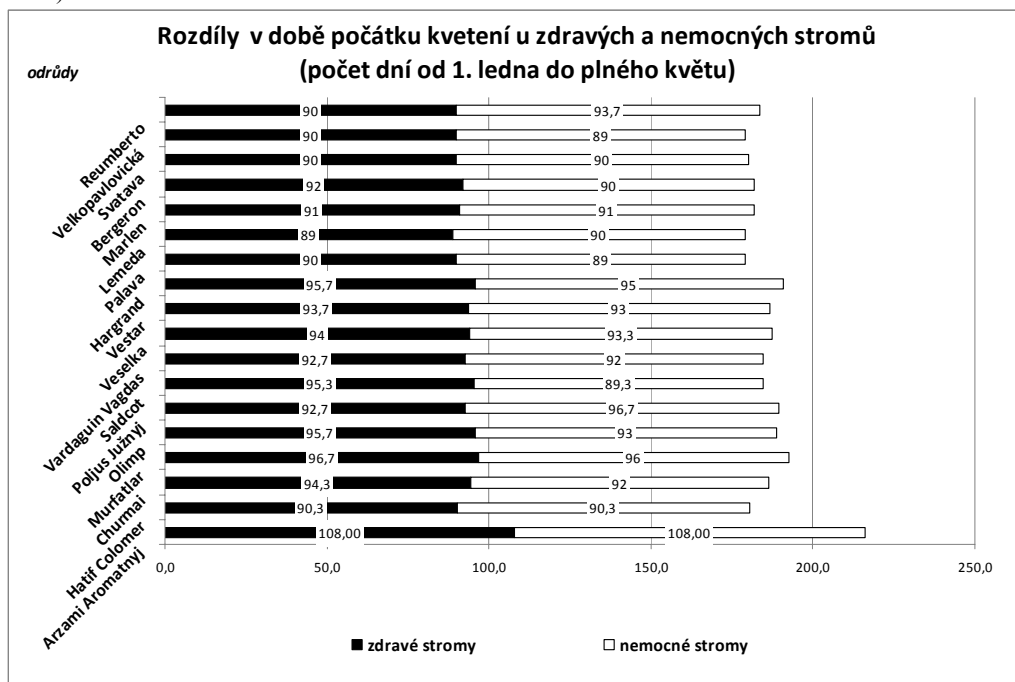
Z praktického hlediska mezi kritické projevy patří samozřejmě předčasný úhyn který může postihovat 30-40 % a dále charakteristická chlorotická svinutka listů (45 %). Při výskytu intenzivní chlorotické svinutky listů většinou dochází k silnému chřadnutí stromu a postupnému odumírání kosterních větví a celého stromu. Ekonomicky významný je i projev předčasného zrání kdy dochází ke zrání nebo opadu malých plodů a výrazně se tak redukuje výše výnosu či kvalita plodů.

Tabulka 1: Zaznamenané symptomy (2002-2009).

zaznamenané symptomy	frekvence výskytu (%)	typické symptomy u jednotlivých odrůd
chlorotická svinutka listů	45,0	Hargrand, Hatif colomer, Pálava, Saldcot, Svatava, Velkopavlovická,
žloutenka listů	45,0	Churmai, Veselka, Vestar, Lameda, Bergeron, LE-3204
předčasný úhyn (průměr na položku)	40,0	-
předčasné zrání	31,8	Arzami aromatický, Hatif colomer, Veselka, Pálava
svinutka listů	22,7	Hargrand, Legolda, Marlen
latentní infekce	18,2	Marlen, Murfatlar, Olimp, Poyer
růstová deprese	13,6	Murfatlar, NJA 35, Poljus jižnj, Lameda
opožděné kvetení	13,6	Saldcot, Olimp, Arzami aromatický, Bergeron
předčasný opad plodů	9,0	Veselka, Vestar, Vardaguin Vagdaas
chlorotické skvrny na listech	1,0	Velkýj
červenání listů	1,0	LE-831

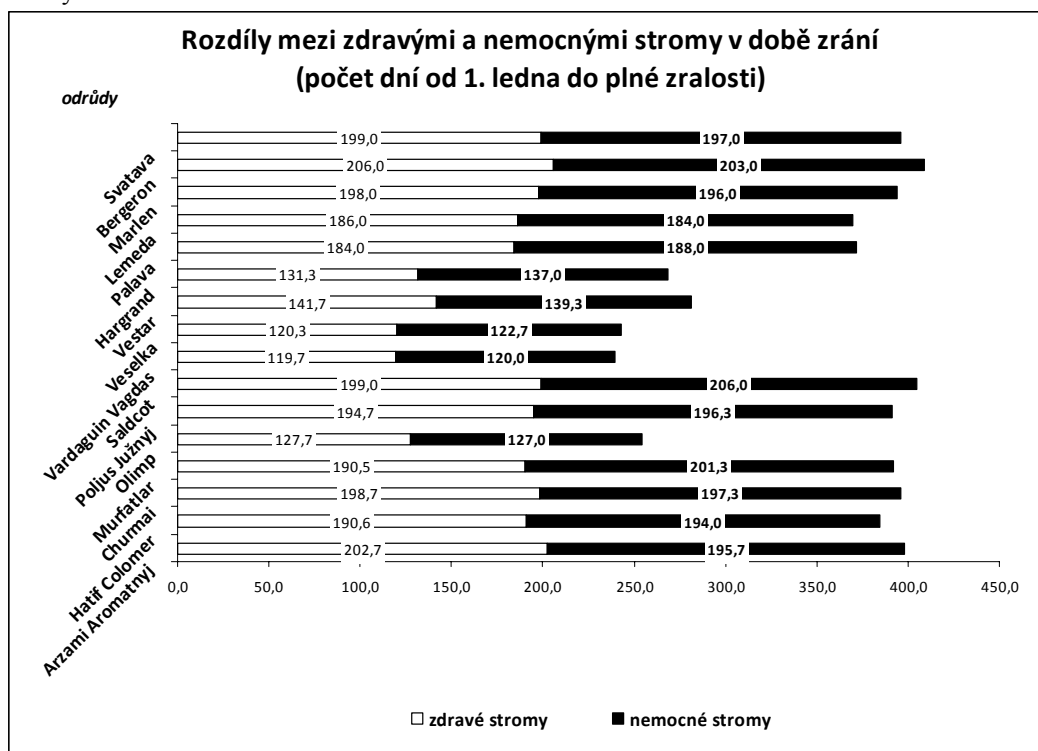
Výrazné rozdíly v termínu kvetení infikovaných a zdravých stromů meruněk nebyly zaznamenány. Průměrný rozdíl dosahoval 1-2 dny, kdy u většiny stromů zdravé rozkvétaly dřívě. Výjimkou jsou odrůdy Poljus jižnj, Reumberto a Lameda, kde průměrný rozdíl mezi infikovanými a zdravými stromy dosahoval 1-4 dny přičemž zdravé stromy rozkvétaly dřívě. U odrůdy Saldcot dochází pravidelně k extrémnímu zpoždění kvetení průměrně o 6 dní (v některých letech i 10-14 dní). Statisticky nebyl u testovaného souboru potvrzen průkazný rozdíl mezi infikovanými a zdravými stromy. Nicméně individuální rozdíl u některých odrůd může být dán specifickou interakcí hostitel patogen, případně může souviset s kvantitativním stupněm kolonizace hostitelského stromu.

Graf 1: Vyjádření rozdílů v počtu dní od 1. ledna do plného květu u stromů nemocných a zdravých (2006-2009).



Během pozorování v letech 2006-2009 byly zaznamenány výrazné i nevýrazné rozdíly v době zrání infikovaných a zdravých stromů meruněk. Nejvýraznější rozdíly byly zaznamenány u odrůdy Murfatlar a to průměrně 11 dní a u odrůd Arzami Aromatnyj a Saldcot 7 dní. U odrůd Hatif Cololmer, Poljus Južnyj, Veselka, Hargrand a Palava docházelo u stromů infikovaných fytoplazmou ESFY ke zpoždění doby zrání průměrně o 2-6 dní. Naopak u odrůd Churmai, Vestar, Bergeron, Marlen, Svatava a Arzami Aromatnyj docházelo u infikovaných stromů k urychlení doby zrání průměrně o 1-7 dny. Přestože na základě pozorování (2006-2009) byly zaznamenány rozdíly (Graf 2) mezi dobou zrání infikovaných a zdravých stromů meruněk, statisticky nebyl u testovaného souboru potvrzen průkazný rozdíl.

Graf 2: Vyjádření rozdílů v počtu dní od 1. ledna do konzumní zralosti plodů u stromů nemocných a zdravých



Záver

Z výsledkov pozorování je patrné, že spektrum symptomů fytoplazmy ESFY je poměrně široké a variabilní. Studium symptomatologie současně komplikuje výskyt více symptomů na různých stromech jedné odrůdy. Tato skutečnost může být způsobena jednak rozdílnou koncentrací patogena v pletivech stromů, dále nestejným původem infekce (možný různý původ – rouby/vektor a s tím spojená různá virulence). Mezi odrůdami je různý symptomatický projev výsledkem interakce patogen x genotyp.

Dobrá znalost symptomatického projevu této karanténní choroby včasné detekce a eradikace napadených stromů může výrazně snížit výskyt ESFY v produkčních a sbírkových trvalých výsadbách. Je nezbytné si uvědomit, že způsob šíření jak infikovaným rozmnožovacím materiálem (rouby, očka) tak vektorem (*Cacopsylla pruni* Scopoli) napomáhá k epidemiologickému výskytu fytoplazmy ESFY zejména v lokalitách s dlouholetou pěstitelskou tradicí.

Bohužel narozdíl od mnohých jiných chorob ovocných dřevin nejsou v tomto případě doposud prokazatelně popsány druhy případně odrůdy s rezistencí k ESFY. I proto je přínosné hodnocení výskytu podobných onemocnění v takto rozsáhlých genofondových sbírkách, neboť rozsáhlá kolekce může poskytnout potenciální zdroj rezistence případně tolerance.

Poděkování: Výsledky pozorování vznikly za finanční podpory projektu Mze NAZV QG 60123 a Mze za podporu genových zdrojů. V rámci projektu: „Národní program konzervace a využití genových zdrojů rostlin a agro-biodiverzity“.

Literatura

- AHRENS, U. – SEEMÜLLER, E. 1992. Detection of DNA of plant pathogenic mycoplasma-like organisms by a polymerase chain reaction that amplifies a sequence of the 16S rRNA gene. *Phytopathology* 82:828-832.
- CARRARO, L. – FERRINI, F. – ERMACORA, P. – LOI, N. (2002). Role of wild *Prunus* species in the epidemiology of European stone fruit yellows. *Plant Pathol* 51: 513–517.
- JARAUSCH, W. – EYQUARD, JP. – LANSAC, M. – MOHNS, M. – DOSBA, F. 2000. Susceptibility and tolerance of new French *Prunus domestica* cultivars to European stone fruit yellows phytoplasmas. *Journal of Phytopathology* 148: 489–93.
- KISON, H. – SEEMÜLLER, E. 2001. Differences in strain virulence of the European stone fruit yellows phytoplasma and susceptibility of stone fruit trees on various rootstocks to this pathogen. *Journal of Phytopathology* 149: 533-541.
- LEE, I. M. – HAMMOND, R. W. – DAVIS, R. E. – GUNDERSEN, D. E. (1993). Universal amplification and analysis of pathogen 16SrDNA for classification and identification of mycoplasma-like organisms, *Phytopathology* 83: 834-842.
- LORENZ, K.-H. – DOSBA, F. – POGGI POLLINI, C. – LLACER, G. – SEEMÜLLER, E. (1994). Phytoplasma diseases of *Prunus* species in Europe are caused by genetically similar organisms. *Z Pflanzenk Pflanzenschutz* 101: 567–575.
- LORENZ, K.H. – SCHNEIDER, B. – AHRENS, U. – SEEMÜLLER, E. 1995. Detection of the apple proliferation and pear decline phytoplasmas by PCR amplification of ribosomal and nonribosomal DNA. *Phytopathology* 85:771-776.
- MORVAN, G. 1977. Apricot chlorotic leaf roll. *EPPA Bull.* 7 (1):37-55.
- NEČAS, Z. – KRŠKA, B. – MAŠKOVÁ, V. – ADAM, M. 2008. Influence of the time of sampling on detection of ESFY phytoplasma, *Acta Hort. (ISHS)* 781:435-442.
- PASTORE, M. – SANTONASTASO, M. – VIBIO, M. – BERTACINI, A. – LEE, I.M. – LA CARA, F. 1997. Susceptibility to phytoplasma infection of three pear varieties grafted on different rootstocks. *Acta Hort.* 472 (2): 673-680.
- SCHNEIDER, B. – SEEMÜLLER, E. – SMART, C. D. – KIRKPATRICK, B. C. 1995. Phylogenetic classification of plant-pathogenic mycoplasma-like organisms or phytoplasmas, pp. 369-380. In: *Molecular and diagnostic procedures in mycoplasmaology*, Vol. 2 (RAZIN S., TULLY J. G., Eds).- Academic Press, New York, USA.
- SEEMÜLLER, E. – SCHNEIDER, B., 2004. ‘*Candidatus* Phytoplasma mali’, ‘*Candidatus* Phytoplasma pyri’ and ‘*Candidatus* Phytoplasma prunorum’, the causal agents of apple proliferation, pear decline and European stone fruit yellows respectively. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 54: 1217-1226.

Adresa autorov:

Nečas, T., Mašková, B. a Krška, B., Zahradnická fakulta v Lednici, Mendlova univerzita v Brně

DIVERZITA VYBRANÝCH KVALITATIVNÍCH ZNAKŮ ZRNA V CORE KOLEKCI OVSA V ČESKÉ REPUBLICE

DIVERSITY OF SELECTED GRAIN QUALITY CHARACTERISTICS IN OAT CORE COLLECTION IN THE CZECH REPUBLIC

Lenka NEDOMOVÁ

The oat core collection in the Czech Republic is composed of 194 accessions. It was defined in the year 2008 and its developing was based on the following steps:

- 1. In 2000-2004, a collection of naked oats was evaluated in detail and accessions for the core collection were selected.*
- 2. In 2003-2006, accessions of home origin were evaluated in detail and selected for the core collection.*
- 3. Available data on the collection were used to perform pedigree analysis.*
- 4. In 2004-2008, a set of 282 accessions was evaluated in detail in the field and characterized by DNA markers.*

Based on comprehensive evaluation of individual datasets, accessions for the core collection were selected.

For each accession of the core collection 38 traits are described. The Descriptor List was employed for the assessment; metric data were converted to scores according to the Descriptor. The range of score values for 1000-kernel weigh, volume weight, hull content, and protein content were compared with the range of evaluation of the whole collection that is available in the database. The core collection exhibits the same range of score values like the whole collection for 1000-kernel weight and protein content, range for volume weight and hull content is larger in the whole collection.

Historical data also enable to compare diversity based on metric data. Values in the whole collection have larger range than that in the core collection. However, seasonal and environmental effects shall be considered because historical data can originate from other experimental locations.

Keywords: oat, genetic resources, core collection, diversity, quality characteristics

Úvod

Core kolekce představují jeden z důležitých prvků v konzervaci a efektivním využití genetických zdrojů rostlin. Frankel (1984) popsal core kolekci jako omezený soubor položek daného druhu a jeho planých příbuzných, který by měl reprezentovat s minimem opakování genetickou diverzitu dané plodiny a planých příbuzných druhů. Brown (1995) udává, že core kolekce se skládá z omezeného souboru položek vytvořeného z existující kolekce a vybraného tak, aby prezentoval genetické spektrum v této kolekci.

Různé instituce a výzkumníci užívají různé metody k výběru položek a tvorbě core kolekcí a využívají je jako jeden z nástrojů efektivního managementu kolekce. Konkrétně využitá strategie tvorby závisí na aktuální situaci v kolekci a na možnostech kurátora.

Cílem práce je srovnat variabilitu vybraných kvalitativních znaků zrna (HTZ, OH, pluchatost a obsah bílkovin) v core kolekci a v celé kolekci genetických zdrojů ovsa z pohledu přímo získaných metrických dat i dat transformovaných na bodové hodnocení (1 až 9) podle stupnic v klasifikátoru..

Materiál a metody

Core kolekce ovsa byla v České republice definována v roce 2008. Při jejím sestavování se vycházelo z následujících podkladů:

- V letech 2000–2004 byla podrobně vyhodnocena v maloparcelkových pokusech (2,5 m², jedno opakování, jedna lokalita) kolekce bezpluchých materiálů a na základě výsledků byl vybrána skupina položek k zahrnutí do core kolekce (Nedomová, 2003).
- V letech 2003–2006 byly podrobně vyhodnoceny v maloparcelkových pokusech (2,5 m², jedno opakování, jedna lokalita) materiály domácího původu a vybrána skupina položek k zahrnutí do core kolekce (Nedomova, 2008).
- Dostupná data z celé kolekce byla využita pro analýzu pedigree.
- V letech 2004 – 2008 byla podrobně vyhodnocena skupina 282 položek v maloparcelkových pokusech (2,5 m², jedno opakování, dvě lokality) a současně charakterizována s využitím mikrosatelitů (SSR).

Na základě souhrnu získaných výsledků byly poté vybrány položky do core kolekce.

Pro každou položku v core kolekci je popsáno celkem 38 znaků (morfologických, biologických, agronomických a kvalitativních). Pro hodnocení byl využit národní klasifikátor (Macháň et al., 1986). Znaky byly hodnoceny buď přímo v stupnicích podle klasifikátoru (hlavně morfologické znaky a rezistence k chorobám), nebo byla zaznamenávána metrická data a tato následně transformována na bodové hodnoty s využitím stupnic z klasifikátoru. Metrická data jsou uchovávána na pracovišti, bodová hodnocení jsou vkládána do popisné části informačního systému genetických zdrojů. V souboru metrických dat byl hodnocen rozsah hodnot jednotlivých sledovaných parametrů, průměr a medián, v souboru bodových dat bylo sledováno početní zastoupení v jednotlivých bodových kategoriích. Statisticky byla testována shodnost procentického zastoupení hodnot v jednotlivých bodových kategoriích u core kolekce a u celé kolekce (chi-kvadrát).

Výsledky a diskuse

Tabulka uvádza pro jednotlivé hodnocené znaky sledované statistické charakteristiky (minimum, maximum, průměr a medián) v celé kolekci a v core kolekci. Současně je v tabulce uveden počet položek, ke kterým jsou k dispozici historická data hodnocení a které byly do hodnocení zahrnuty. Spektrum hodnocených znaků se v průběhu existence kolekce měnilo, proto je struktura existujících popisných dat k položkám z různých období hodnocení různá. Jak je vidět z tabulky, znaky HTZ, OH, pluchatost zrna a obsah bílkovin jsou v kolekci popsány u více než poloviny položek (celkový rozsah kolekce je 2100 položek). Další kvalitativní znaky byly do hodnocení zařazeny v době vytváření core kolekce a počet dostupných dat je téměř shodný s rozsahem core kolekce. Obdobné srovnání core kolekce a celé kolekce pro tyto znaky tedy není proveditelné.

Rozsah metrických dat dokazuje, že extrémní hodnoty znaků jsou zaznamenány v historickém souboru hodnocení celé kolekce a že core kolekce těchto hodnot nedosahuje. Při posuzování metrických dat z historických zdrojů je však třeba připomenout skutečnost, že tyto historické údaje pocházejí z různých let i lokalit hodnocení. Možnost jejich vzájemného porovnávání je proto tímto faktem omezena.

Převod metrických dat do bodových hodnot na základě daných stupnic umožňuje částečné srovnání historických dat z různých podmínek pěstování. Tabulka ukazuje, že pro HTZ a obsah bílkovin jsou v core kolekci i celé kolekci zastoupeny shodné kategorie, i když jejich poměrné zastoupení je v jednotlivých souborech různé. Pro objemovou hmotnost a obsah pluch v zrnu kategorie s nižšími hodnotami v core kolekci chybí.

Znak	počet	statistické charakteristiky metrických dat				počet položek s bodovým hodnocením v jednotlivých kategoriích										
		min	max	průměr	medián	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
HTZ	celá	1821	14.8	50.8	30.0	30.3	3	25	64	189	623	570	169	26	152	$X^2=250.4079$
	core	194	17.6	45.7	31.1	30.9	1	1	3	11	67	86	21	3	1	$p=0.000000$
OH	celá	1860	17.1	96.0	43.5	43.7	44	21	56	108	315	405	318	242	351	$X^2=828.9071$
	core	194	40.1	71.5	52.8	52.5	0	0	1	2	3	5	8	12	163	$p=0.000000$
Pl.	celá	1711	17.7	55.0	30.3	29.7	97	21	69	144	324	387	339	126	204	$X^2=595.6786$
	core	194	21.1	41.2	27.4	27.1	0	0	2	11	97	62	15	6	1	$p=0.000000$
NL	celá	1399	10.4	23.9	14.9	14.7	0	0	1	17	95	525	576	154	31	$X^2=14.96263$
	core	194	9.5	19.4	14.4	14.4	0	0	1	5	9	54	101	21	3	$p=0.059880$

HTZ – hmotnost tisíce zrn, OH – objemová hmotnost. Pl – podíl pluch v sušině zrna, NL – obsah bílkovin v sušině zrna, počet – počet položek, ke kterým jsou k dispozici data.

Závěr

Srovnání rozsahu metrických dat z historických popisných dat celé kolekce a z popisných dat core kolekce ukazuje větší rozsah dat v celé kolekci, ale při hodnocení je třeba zohlednit fakt, že historická data pocházejí z různých podmínek hodnocení. Rozsah převedených bodových hodnot je pro HTZ a obsah bílkovin shodné v core kolekci i v celé kolekci, pro obsah pluch a objemovou hmotnost zrna dosahuje celá kolekce většího rozsahu hodnot.

Poděkování: Příspěvek vznikl za základě výsledků získaných při řešení Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiversity, projektů MZE 1G46065 a QD0057.

Literatura

- BROWN A.H.D. (1995) The core collection at the crossroads. In Hodgkin, T., Brown, A.H.D., van Hintum, Th.J.L. and Morales E.A.V. (eds) Core Collection of Plant Genetic Resources. Chichester: John Wiley & Sons
- FRANKEL, O.H. (1984) Genetic perspectives of germplasm conservation. In Arber, W., Llimensee, K., Peacock, W.J. and Starlinger, P. (eds) Genetic Manipulation: Impact on Man and Society. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- MACHÁŇ, F. – VELIKOVSKÝ, V. – MEDEK, J. – BAREŠ, I. – SEHNALOVÁ, J. (1986) Klasifikátor genus *Avena* L. (Descriptor List genus *Avena*). VÚRV Praha.
- NEDOMOVÁ, L. (2003) Diverzita v kolekci nahých ovsů (Diversity in collection of naked oats). Hodnotenie genetických zdrojov rastlín. Zborník z 3. odborného seminára, Piešťany, 177-178.
- NEDOMOVA, L. (2008) Breeding Progress in Oat Cultivars of the Czech and Czechoslovak Origin, Assessment of their Similarity, 8th IOC, Minneapolis, MN, June 28-July 2, 2008, http://wheat.pw.usda.gov/GG2/Avena/event/IOC2008/IOCposter/VI-21_Nedomova.pdf

Autor:

Lenka Nedomová, Ph.D., Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, CZ-767 01 Kroměříž, Česká republika; www.vukrom.cz, nedomova.lenka@vukrom.cz

VARIABILITA PLANÝCH CHMELŮ (*HUMULUS LUPULUS L.*) VARIABILITY OF WILD HOPS (*HUMULUS LUPULUS L.*)

Vladimír NESVADBA – Josef PATZAK – Karel KROFTA

Hop Research Institute in Zatec has a collection consisting of nearly 250 wild hops. Chemical analyses show at considerable variability within the contents and structure of hop resins. Wild hops are typical of lower contents of alpha acids (average 2.39%) and higher contents of beta acids (3.43%). Wild hops from North America show higher contents of cohumulone and colupulone than wild hops from Europe and Caucasus. Generally, wild hops have low contents of essential oils (0.32%). Ratio of the individual compounds can be very variable. Higher contents of myrcene are typical for wild hops from North America. On the contrary, the highest quantity of caryophyllene was found out in wild hops originated from Caucasus. The highest contents of farnesene and selinene were determined in wild hops sampled within Europe and Caucasus. On the base of the analyses we can conclude that the tested wild hops belong to the individual groups according to their origin: European, Caucasian and North American.

Key words: hop, Humulus lupulus L., wild hops, hop resins, essential oils, DNA analyses

Úvod

Plané chmele mají velký význam ve šlechtění chmele. Jsou charakteristické širokou genetickou variabilitou a tím zvětšují kolekci genetických zdrojů chmele (Nesvadba a Krofta, 2007). Řada planých chmelů byla vyselektována přírodním výběrem a tím získala důležité znaky. Tyto znaky jsou dále využívány pro šlechtění na odolnost k houbovým chorobám, škůdcům a v posledních letech k suchu. Řada současného šlechtitelského materiálu je prošlechtěna a je u něho patrná deprese. Plané chmele používané ve šlechtění chmele výrazně rozštěpí potomstvo, které vykazuje vysokou vitalitu.

Plané chmele vykazují genetickou, chemickou i fenotypovou variabilitu. Je nutné vybrané plané chmele přenést do polních podmínek, aby se ověřilo, že požadované znaky jsou geneticky založeny a nikoliv ovlivněny prostředím. Velká problematika je u hodnocení odolnosti, protože v přírodě není vysoký infekční tlak jako ve chmelařských oblastech. Chmelařský institut Žatec provádí každý rok expedici sběru planých chmelů. V genofondu jsou plané chmele z Evropy (ČR, Švýcarsko, Francie, Belgie, Španělsko atd.), Kavkazu a Severní Ameriky (USA a Kanada). V roce 2008 jsme získali první vzorky planých chmelů z Asie ze státu Kirgizie.

Metodika

Každý rok se provádí průzkum výskytu planých chmelů. Na jaře se hledají nové lokality a odeberou se listy pro DNA analýzy. V srpnu až říjnu se hodnotí plané chmele (popisy, odolnost) a u nadějných planých chmelů se odeberou chmelové hlávky pro chemické analýzy. Po zpracování výsledků se vyberou perspektivní plané chmele, od kterých se na jaře následného roku odebere sadby a plané chmele jsou vysazeny do chmelnice. Zde jsou prováděny popisy a chemické analýzy hlávek. Cílem je ověření znaků pro které byly plané chmele vybrány. Hodnocení planých chmelů bylo provedeno v letech 2005 a 2009, celkem bylo hodnoceno 181 planých chmelů.

Každá rostlina planého chmele byla očesána na malém česacím stroji Wolf. Získané chmelové hlávky byly před analýzami sušeny při konstantní teplotě 55 °C po dobu 8 hodin. Chemické analýzy pro stanovení obsahu i složení chmelových pryskyřic v chmelových hlávkách byly provedeny HPLC metodou – kapalinová chromatografie /EBC 7.7/, (Analitica, 1997). Obsah a složení chmelových silic bylo provedeno plynovou chromatografií. Získané hodnoty chemických analýz jsou uvedeny ve 100 % sušině. Pro hodnocení byly vybrány základní statistické parametry: průměr, pro variabilitu, směrodatná odchylka a stonásobek variačního koeficientu.

Dále se testovala genetická variabilita (charakterizace) planých chmelů pomocí PCR metod. Pro DNA analýzy byly použity původní vzorky planých chmelů z oblasti výskytu. DNA analýzy byly provedeny STS (Jakše et al., 2002) a SSR metodou (Patzak et al., 2007). Pro hodnocení genetické diversity byla použita klastrová analýza NTSYS-pc v. 2.11V for WINDOWS (Exeter Software, USA).

Výsledky

Průměrný obsah alfa kyselin je 2,39 % a beta kyselin 3,43 %. Plané chmele jsou charakteristické vyšším obsahem beta kyselin. Nejvyšší obsah beta kyselin vykazují plané chmele ze Severní Ameriky (Kanada No. 35 = 8,23 %) a jeden chmel z Holandska. Podíl kohumulonu je charakteristický pro identifikaci původu planého chmele. Evropské a kavkazské plané chmele nemají podíl kohumulonu nad 40 % rel., naopak plané chmele ze Severní Ameriky mají podíl kohumulonu 43 – 63 % rel.

Tabuľka 1: Variabilita obsahu a zložení chmelových pryskyříc

Parametr	Alfa kys. (% hm.)	Beta kys. (% w/w)	Poměr alfa/beta	Kohumulon (% rel.)	Kolupulon (% rel.)
Min.	0,11	0,16	0,11	13,3	31,7
Max.	6,92	8,23	1,99	68,7	84,2
Průměr	2,39	3,43	0,72	35,35	54,22
Směr. odch.	1,283	1,190	0,354	15,037	16,578
Var. koef. (%)	53,7	34,7	48,9	42,5	30,6

Nejnižší obsah silic 0,04 % má planý chmel z Kavkazu, naopak nejvyšší obsah (1,03 % hm.) má planý chmel z Kanady (15 planých chmelů ze Severní Ameriky má obsah silic nad 0,6 %). Nejnižší podíl myrcenu má planý chmel z Francie (No. 21) (8,7 % rel.). Nad hranici 40 % rel. jsou pouze plané chmele ze Severní Ameriky. Evropské plané chmele nemají podíl myrcenu nad 30 % rel. Vysokou variabilitu podílu karyofyleny vykazují plané chmele z Kavkazu. Kavkaz No. 93 má nejnižší podíl karyofyleny a pouze z této oblasti jsou plané chmele podílem karyofyleny nad 20 % rel. Nejnižší podíl humulenu má planý chmel z USA (0,9 % rel.) a nejvyšší má planý chmel z České republiky (46,6 % rel.). Variabilita není ovlivněna původem. Nejnižší podíly farnesenu vykazují plané chmele ze Severní Ameriky a podíl nad 15 % rel. farnesenu mají pouze plané chmele z České republiky a Kavkazu (Kavkaz No. 34 = 27,4 % rel.). Širokou variabilitu podílu selinenů zahrnují plané chmele z Kavkazu, je zajímavé, že podíl selinenů nad 16 % rel. nemají plané chmele ze Severní Ameriky.

Tabuľka 2: Variabilita obsahu a zložení chmelových silic

Parametr	Obsah (% hm)	Myrcen (% rel.)	Karyofylen (% rel.)	Humulen (% rel.)	Fernesen (% rel.)	Seleniny (% rel.)
Min.	0,04	8,7	3,1	0,9	< 0,1	< 0,1
Max.	1,03	70,6	45,2	46,6	27,4	23,8
Průměr	0,32	29,91	11,23	13,59	5,48	9,64
Směr. odch.	0,199	16,396	5,991	10,256	7,102	5,316
Var. koef. (%)	6156	54,8	53,4	75,5	129,57	76,6

Pomocí DNA analýz bylo testováno 136 planých chmelů, které byly získány z expedic ze severního Kavkazu a z kolekce genetických zdrojů chmele. Na obrázku 1 je pomocí dendogramu stanovena jejich genetická vzdálenost. Je patrné, že plané chmele z oblasti Kavkazu jsou geneticky méně vzdálené od planých chmelů z Evropy než od planých chmelů ze Severní Ameriky.

Závěr

Dosažené výsledky chemických analýz poukazují na vysokou variabilitu chemického složení chmelových hlávek z planých chmelů z Evropy, Kavkazu a Severní Ameriky. Výsledky DNA analýz poukazují na teorii původu chmele z východní Asie. Z této části se pravděpodobně rozšířil přes Kavkaz do Evropy (chmele s evropskými znaky – nízký podíl kohumulonu) a pravděpodobně přes Aljašku do Severní Ameriky (americké znaky – vysoký podíl kohumulonu). Je nutné konstatovat, že se jedná se o dílčí výsledky, které budou předmětem dalšího výzkumu.

Poděkování: Tento příspěvek byl zpracován v rámci projektu ME 832, které podporuje MŠMT ČR. Některé vzorky byly získány z polní kolekce GZ chmele (MZe 33083/03-300 6.2.1. – MZe ČR).

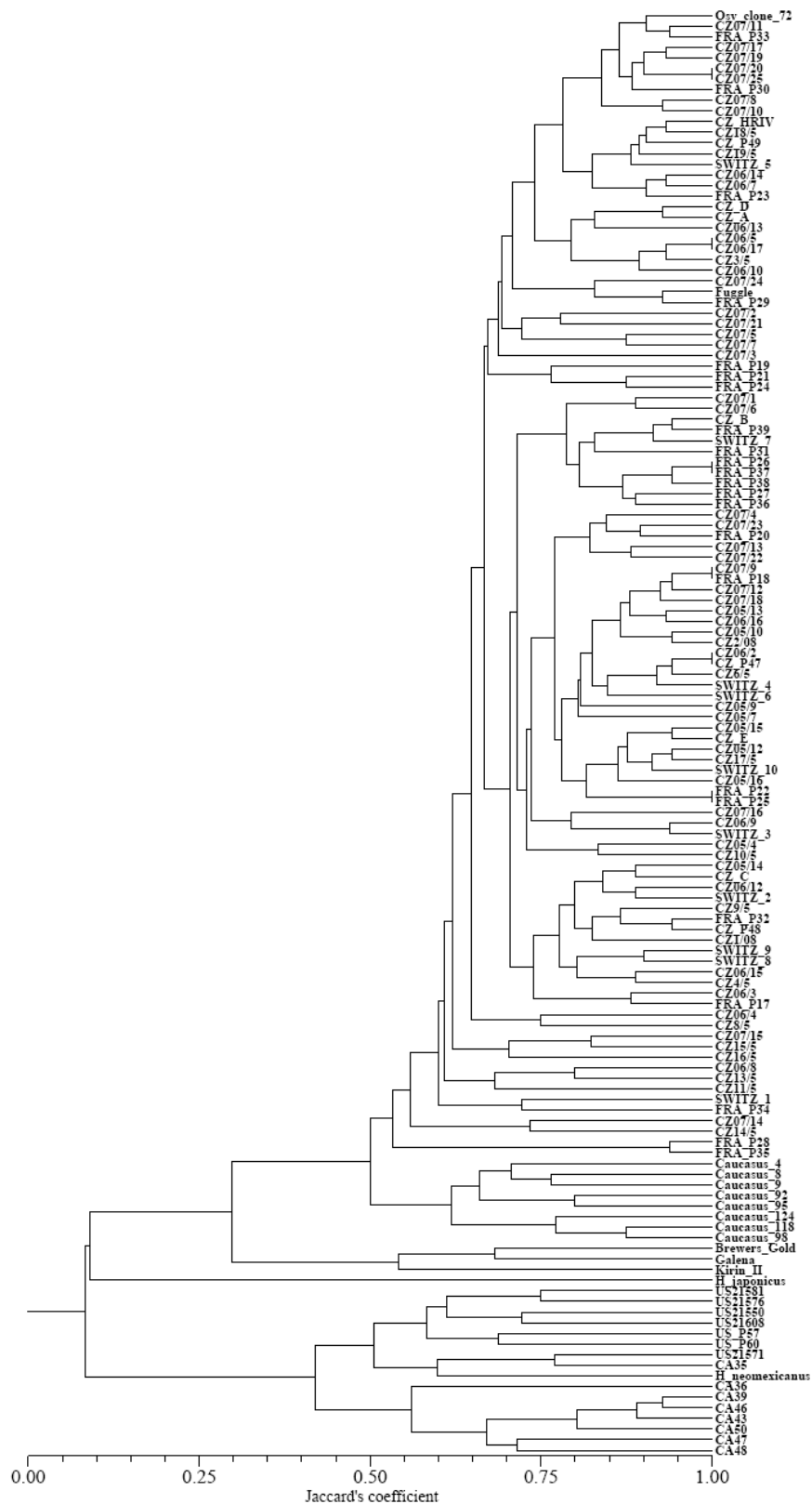
Literatura

- ANALYTICA EBC, Metod 7.7, 1997: European Brewery Convention, Getränke Fachverlag,
JAKŠE, J. – BANDELJ, D. – JAVORNIK, B. 2002. Eleven new microsatellites for hop (*Humulus lupulus* L.). Mol. Ecol. Notes 2: 544-546.
NESVADBA, V. – KROFTA, K. (2003): Practical knowledge and criteria influencing effectivity of breeding process in the CR. International Hop Growers Convention, Proceedings of the Scientific Commission, Dorna - Žalec, Slovenia 24 - 27 June 2003; pp. 101-105
PATZAK, J. – VRBA, L. – MATOUŠEK, J. 2007. New STS molecular markers for assessment of genetic diversity and DNA fingerprinting in hop (*Humulus lupulus* L.). Genome 50: 15-25.

Adresa autorov:

Vladimír NESVADBA, Zdenka POLONČIKOVÁ, Alena HENYCHOVÁ, Kadaňská 2525, 43846 Žatec, Česká republika,
v.nesvadba@telecom.cz

Obr. 1: Dendrogram palných chmelú vybraných svetových odrú chmele sestavený na základe 23 STS a 46 SSR markerů (původ palných chmelů CZ – Česká republika, SWITZ – Švýcarsko, FRA – Francie, US – USA, CA – Kanada)



ZHODNOCENÍ BĚLOMASÝCH ODRŮD BROSKVONÍ A NEKTARINEK S VYŠŠÍ MÍROU PEVNOSTI DUŽNINY V PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY THE EVALUATION OF WHITE FLESH PEACH AND NECTARINE VARIETIES WITH HIGHER FLESH FIRMNESS IN THE CONDITIONS OF CZECH REPUBLIC

Ivo ONDRÁŠEK

The one of aspect for assessing the quality of fruit varieties of peach and nectarine is a flesh firmness. In the gene-pool collection of peaches, maintained at Mendel University, Horticultural Faculty in Lednice was evaluated a select group of white flesh peach and nectarine varieties, which have good organoleptic properties of fruits. Three-year average results of phenological and pomological characteristics are evaluated for the climatic conditions of the Czech Republic. Within the group of nectarines can be a promising for example the Italian varieties Neve (medium early) and August Queen (late). For group of white flesh peaches a higher rate of flesh firmness and taste was founded in mid-late French variety Benedicte and American variety Fidelia.

Key words: peach, nectarine, whiteflesh variety, firmness, phenology, pomological traits, quality

Úvod

Celková světová produkce broskvoní a nektarinek má vzrůstající tendenci. Za posledních deset let je produkce zvýšena o 26 % a mezi hlavní světové producenty patří Čína, Itálie a USA (FAO, 2010).

Z pohledu šlechtění nových odrůd připadá nejvyšší podíl (55 %) na území Severní Ameriky, 30 % zaujímají evropské šlechtitelské programy. V amerických programech převažují především tržní, žlutomasé odrůdy. Naopak v evropských (zejm. Itálie a Francie) a asijských šlechtitelských programech (Čína, Japonsko, Jižní Korea) je pozornost věnována také odrůdám bělomasým. V asijských programech je jedním z hlavních požadavků nově šlechtěných nebo nově introdukovaných odrůd nižší obsah kyselin v plodech. (SANSVINI S., GAMBERINI A., BASSI, D., 2006).

Jedním z hlavních cílů šlechtitelského programu v ISF Forlì v 80. letech bylo zkvalitnění bělomasých odrůd. Tradiční italské bělomasé odrůdy (jako například Iris Rosso, Rosa del West, Bella di Cesena aj.) byly zapojeny do křížení s kvalitními americkými, tržními odrůdami, které vynikaly pevnou konzistencí dužniny a atraktivností plodů, jako například Flavorcrest, Springcrest, O'Henry nebo Lisbeth. Později byly do křížení zapojeny také kvalitní odrůdy amerických nektarinek s pevnou dužninou a dobrými organoleptickými vlastnostmi jako byly odrůdy Snow Queen, Stark Red Gold, Flavortop či Fantasia. Výsledkem bylo několik kvalitních odrůd jako například Neve (Flavortop x Snow Queen) nebo Bea (Suncrest x Iris Rosso) (LIVERANI A., GIOVANNINI D., BRANDI, F., 2002). Významnou sérii bělomasých odrůd nektarinek uvedl Vincenzo Ossani (IPSA, Faenza) v polovině 80. let, ze kdy je známá tzv. „série odrůd Caldesi“ – Caldesi 2000 (Super Queen), Caldesi 2010 (August Queen) a Caldesi 2020 (September Queen), které byly vybrány z kombinace křížení Stark Red Gold x Snow Queen (BELLINI E., NENCETTI, V., PICARDI E., 2000).

Cílem příspěvku je uvedení fenologických a pomologických charakteristik v podmínkách Lednice, u zvolených bělomasých odrůd nektarinek a broskvoní majících kvalitní organoleptické vlastnosti plodů.

Materiál a metodika

Uváděné fenologické a pomologické charakteristiky hodnocených odrůd představují průměrnou hodnotu z let 2007, 2008 a 2009.

Výsadba genofondové kolekce broskvoní se nachází na pozemcích Mendelovy univerzity v Brně, Zahradnické fakulty v Lednici, Ústavu ovocnictví. Oblast Lednice se klimaticky řadí k oblasti teplé, výrobnímu typu kukuřičnému, kde průměrná roční teplota se pohybuje v rozmezí 9-10 °C, dlouhodobý průměr srážek činí 442 mm, Langův dešťový faktor 52,5, tj. oblast klasifikována jako suchá. Půdní druh v oblasti je hlinitopísčité a půdní typ představuje nivní až degradovanou černozem. Nadmořská výška oblasti je 170 m n.m.

Pěstitelským tvarem je dutá koruna a modifikace větene. Podnoží pro hodnocené odrůdy je broskvoňový semenáč. Spon výsadby dutých korun je 4x3 m, větvenové tvary jsou vysázeny ve sponu 4x2 m.

Hodnocení pěstitelských a pomologických charakteristik odrůd je prováděno na základě deskriptoru pro genus *Persica* Mill. od autorů Nitranský a Holubec (1992). Jako srovnávací odrůda byl zvolen Redhaven. Mezi hlavní hodnocené charakteristiky byly zařazeny následující – tvar květu, začátek kvetení (20 % rozkvetlých květů v koruně), bohatost kvetení, začátek zrání plodů (zralost 20 % plodů v koruně), doba od začátku kvetení do začátku zrání hmotnost plodu, souměrnost a tvar plodu, ojněnost pokožky, základní barva, krycí barva, barva dužniny, pevnost dužniny, odlučitelnost pecky, chuť dužniny a obsah rozpustné sušiny.

Výsledky a diskuse

Na základě tříletých průměrných hodnot je uvedena následující charakteristika pozorovaných odrůd broskvoní a nektarinek.

Snow Queen

Odrúda pôvodom z USA (Armstrong Nurseries, Ontario, CA), odrúda neznámeho vzniku. Typ květu zvonkovitý. Doba začátku kvetení je 1 den před odrůdou Redhaven a úroveň bohatosti kvetení je silná. Období začátku zralosti nastává v průměru 9 dnů před odrůdou Redhaven a celkový počet dnů od začátku kvetení do začátku zrání představuje 92 dnů. Průměrná hmotnost plodu 280,2 g. Tvar souměrný, kulovitě oválný. Základní barva plodu zelenokrémová, krycí karmínově červená pokrývá více jak polovinu povrchu. Krémově bílá dužnina dosahuje středně pevné konzistence, v plné zralosti jen částečně odlučitelná od dužniny. Velmi dobré chuťové vlastnosti, hodnota Brix 13°.

Super Queen (Caldesi 2000)

Odrúda nektarinky původom z Itálie, IPSA Faenza, křížení Stark Red Gold x Snow Queen. Typ květu zvonkovitý. Období začátku kvetení nastává v průměru 2 dny po odrůdě Redhaven, zpravidla silná úroveň kvetení. Období začátku zralosti nastává přibližně 4 dny před odrůdou Redhaven a celkový počet dnů od začátku kvetení do začátku zrání plodů představuje 99 dnů. Plod dosahuje průměrné hmotnosti 87,4 g, je souměrný, kulovitě oválného tvaru. Základní barva pokožky je zelenokrémová, krycí karmínově červená barva překrývá přibližně polovinu povrchu. Dužnina zelenobílé barvy je neodlučitelná od pecky a dosahuje středně pevné konzistence. Vynikající chuťové vlastnosti, typické aroma plodů, hodnota refraktometrické sušiny 12°Brix.

Neve

Odrúda nektarinky původom z Itálie, ISF Forli, křížení odrůd Flavortop x Snow Queen. Typ květu zvonkovitý. Doba začátku kvetení shodná s odrůdou Redhaven, úroveň bohatosti kvetení je silná. Fáze začátku zrání nastává v průměru 5 dnů před odrůdou Redhaven a celkový počet dnů od začátku kvetení do začátku zrání činí 87 dnů. Průměrná hmotnost plodu je 175 g, tvar plodu oválný. Základní barva plodu zelenokrémová, krycí barva purpurově červená, pokrývá povrch z více jak 75 %. Dužnina zelenobílé barvy, pevné konzistence, pecka špatně odlučitelná od dužniny. Velmi dobrá chuť, hodnota rozpustné sušiny dosahuje v průměru 14°Brix.

August Queen (Caldesi 2010)

Odrúda nektarinky původom z Itálie, IPSA Faenza, křížení Stark Red Gold x Snow Queen. Typ květu růžovitý. Období začátku kvetení nastává v průměru 1 den před odrůdou Redhaven, úroveň bohatosti kvetení je silná. Začátek zrání plodů nastává v průměru 26 dnů po odrůdě Redhaven a celkový počet dnů od začátku kvetení do začátku zrání činí 133 dnů. Průměrná hmotnost plodu je 174 g, plody souměrné, kulovitě protáhlého tvaru. Základní barva plodu je zelenokrémová, bordově červené líčko pokrývá přibližně 80 % povrchu. Dužnina světle krémové barvy, velmi pevné konzistence a snadno odlučitelná od pecky. Velmi dobré chuťové vlastnosti s vyváženým poměrem sladké a kyselé chuti, hodnota refraktometrické sušiny 11,7° Brix.

September Queen (Caldesi 2020)

Odrúda nektarinky původom z Itálie, IPSA Faenza, křížení Stark Red Gold x Snow Queen. Typ květu růžovitý. Období začátku kvetení nastává v průměru 1 den po odrůdě Redhaven, úroveň bohatosti kvetení střední. Začátek zrání plodů nastává 38 dnů po odrůdě Redhaven, celkový počet dnů od začátku kvetení do začátku zrání v průměru představuje 165 dnů. Průměrná hmotnost plodu je 167,6 g, souměrný plod kulovitého tvaru. Základní barva pokožky krémová, karmínově červené líčko pokrývá více než polovinu plodu. Dužnina dosahuje velmi pevné konzistence, pecka snadno odlučitelná. Velmi dobré chuťové vlastnosti, stupeň refrakce 12,7°Brix.

Fidelia

Odrúda broskvoně původom z USA, křížení (O'Henry x Giant Babcock) x (May Grand x Sam Huston), C. Floyd Zaiger, Modesto CA. Typ květu růžovitý. Období začátku kvetení nastává shodně s odrůdou Redhaven, úroveň bohatosti kvetení je zpravidla střední až silná. Začátek zrání plodů nastává v průměru 9 dnů po odrůdě Redhaven a celkový počet dnů od začátku zrání do začátku zralosti činí 110 dnů. Průměrná hmotnost plodu je 194,9 g, tvar je vysoce souměrný, kulovitý. Plstnatost slupky velmi jemná. Základní barva pokožky plodu je světle krémová, bordově červené líčko pokrývá většinu povrchu. Dužnina bílé barvy, velmi pevné konzistence je středně dobře odlučitelná od pecky. Velmi dobré chuťové vlastnosti, obsah rozpustné sušiny dosahuje průměrné hodnoty 10,5°Brix.

Benedicte

Odrúda broskvoně původom z Francie (Meynaud, Bouchej-du Rhone), neznámý vznik odrůdy. Typ květu zvonkovitý. Období začátku kvetení je shodné s odrůdou Redhaven, úroveň bohatosti kvetení silná. Začátek zrání plodů nastává v průměru 12 dnů po odrůdě Redhaven, celkový počet dnů od začátku kvetení do začátku zrání představuje přibližně 115 dnů. Průměrná hmotnost plodu činí 201,4g, tvar vysoce souměrný, kulovitý. Velmi jemná plstnatost slupky. Základní barva plodu krémová, tmavě brodově červené líčko pokrývá většinu povrchu plodu. Dužnina zelenobílé barvy, velmi pevné konzistence a snadno odlučitelná od pecky. Vynikající chuťové vlastnosti, obsah rozpustné sušiny dosahuje v průměru 11,3°Brix.

Tabuľka 1: Souhrnné vyjádření průměrných hodnot fenologických a pomologických charakteristik plodů hodnocených odrůd.

odrůda	začátek kvetení (dny +/- RH)	začátek zrlosti plodů (dny +/- RH)	počet dnů od začátku kvetení do začátku zrání	hmotnost plodu (g)	pevnost dužniny (body 1-9)	odlúčiteľnosť dužniny (body 1-9)	chuť dužniny (body 1-9)	refrakce (° Brix)
Snow Queen	-1	-9	92	280,2	6	6	7	13
Super Queen	+2	-4	99	87,4	6	3	7	12
Neve	0	-5	87	175,2	7	4	7	14
August Queen	-1	+26	133	174	7	9	7	11,7
September Queen	1	+38	165	167,6	7	9	8	12,7
Fidelia	0	+9	110	194,9	8	7	8	10,5
Benedicte	0	+12	115	201,4	7	8	7	11,3

(Pozn. bodová stupnice v rozmezí hodnot 1 (nejnižší hodnota) až 9 (nejvyšší hodnota)).

Uvedený soubor odrůd splňuje společný pomologický znak, kterým je pevnost dužniny. Tato charakteristika je jednou z hlavních podmínek pro uplatnění odrůd broskvoní a nektarinek v obchodním prostředí. Mezi hodnocené odrůdy byly zvoleny odrůdy s různou dobou zrání od středně raných po odrůdy pozdní. Vyšší míra pevnosti a chuti dužniny nebývá obvyklým znakem u odrůd s nižším celkovým počtem dnů vývoje plodu od začátku kvetení do začátku zrání. V rámci hodnoceného souboru odrůd lze za velmi kvalitní označit už středně rané odrůdy nektarinek Super Queen a Neve, které vynikají mimo atraktivního vzhledu také právě pevností a chuťovými vlastnostmi. Odrůda August Queen, s vynikající chutí, je naopak jedinou bělomasou odrůdou nektariniky ve své době zrání a tím může získávat výhodné postavení například v rámci současného odrůdového zastoupení v České Republice. Bělomasé odrůdy broskvoní Fidelia a Benedicte představují moderní typ odrůd. Ve srovnání se staršími bělomasými typy, jako jsou například tradiční italské odrůdy Iris Rosso nebo Rosa del West, francouzské odrůdy Manon a Tendresse, nebo americká odrůda Anita, které obecně nedosahují vyšší pevnosti a chuti dužniny, mají Fidelia a Benedicte naopak pevnou, typicky aromatickou a sladkou dužninu.

Na základě dosažených výsledků je možné konstatovat, že i v klimatických podmínkách ČR, která je obecně považována z geografického pohledu za okrajovou oblast pěstování broskvoní, dosahují uváděné odrůdy velmi dobré kvality a jsou z hlediska pěstování perspektivní. Také podle autorů SANSAVINI S., GAMBERINI A., BASSI, D. (2006) jsou uváděny některé z hodnocených odrůd mezi hlavními pěstovanými, bělomasými odrůdami ve Francii a Itálii. Z bělomasých odrůd nektarinek ve Francii jsou mimo jiné v širokém zastoupení právě Snow Queen a September Queen, z bělomasých odrůd broskvoní jsou to především Benedicte a Fidelia. V rámci Itálie jsou mezi nejrozšířenějšími bělomasými odrůdami nektarinek uváděny Super Queen, August Queen a September Queen.

Závěr

V rámci příspěvku jsou uvedeny průměrné hodnoty fenologických a pomologických charakteristik vybraných bělomasých odrůd broskvoní a nektarinek. Z hlediska fenofáze začátku kvetení byla raná doba kvetení, tj. 1 den před odrůdou Redhaven, zaznamenána u odrůd Snow Queen a August Queen. Naopak nejpozději, 2 dny po odrůdě Redhaven, vykvétá odrůda Super Queen. Odrůda Neve vykazuje nejnižší počet dnů od začátku kvetení do začátku zrání plodů a to celkem 92. Naopak nejvyšší počet dnů vývoje plodu byl zaznamenán u odrůdy August Queen. Nejvyšší míra hmotnosti plodů byla vyhodnocena u odrůd Snow Queen, Benedicte a Fidelia. Nejmenší hmotnosti plodů, v rámci hodnocené skupiny, dosahuje odrůda Super Queen. Nejvyšší míra obsahu rozpustné sušiny byla vyhodnocena u odrůdy nektariniky Neve. Chuťové vlastnosti a pevnost dužniny hodnocených odrůd vykazují velmi blízkou úroveň, nejvyšší hodnotu obou charakteristik však vykazuje pouze odrůda Fidelia.

Popisované odrůdy splňují kritéria atraktivity i kvality plodů a jsou zajímavé jak pro tržní pěstování, tak jako donory kvality ve šlechtění.

Poděkování: Příspěvek vznikl na základě projektu „Národní program konzervace a využití genových zdrojů rostlin a agro-biodiverzity“.

Literatura

- BELLINI, E. – NENCETTI, V. – PICARDI, E. – GIANNELLI, G. (2000) Advanced selections of white flesh nectarines obtained in Florence. ISHS Acta Horticulturae 522. ISBN 978-90-66058-63-7.
LIVERANI, A. – GIONVANNINI, D. – BRANDI, F. (2002) Increasing fruit quality of peaches and nectarines: the main goals of isf-fo (Italy). ISHS Acta Horticulturae 592. ISBN 978-90-66058-36-1.
SANSAVINI, S. – GAMBERINI, A. – BASSI, D. (2006). Peach breeding, genetics and new cultivar trends. ISHS Acta Horticulturae 713. ISBN 978-90-66055-29-2.
FAOSTAT, Database Results. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>

Kontaktní adresa:

Ing. Ivo Ondrášek, Ph.D., Mendelu, ZF Lednice, Ústav ovocnictví, Valtická 337, 691 44 Lednice. E-mail: ondrasek@zf.mendelu.cz

SLADOVNICKÁ KVALITA VYBRANÝCH HISTORICKÝCH ODRŮD JEČMENE MALTING QUALITY OF SELECTED HISTORICAL BARLEY VARIETIES

Vratislav PSOTA¹ – Lenka SACHAMBULA¹ – Karel RYŠKA²

Quality parameters (protein content of barley, extract of malt, relative extract at 45 °C, Kolbach index, diastatic power, final attenuation of wort, friability, β -glucan content of wort, haze of wort) of current malting barley varieties and historical varieties from 1938-1987 were compared. Quality of varieties was compared with the requirements for varieties recommended for production of beer with the Protected Geographical Indication "Czech Beer". Variability of the studied parameters was mostly affected by a year and variety. Quality of the current varieties is a result of directed breeding; it is reflected especially in better modification of cell walls in the current varieties. Better sweet wort quality is another result of the breeding process. In the old varieties this value of apparent final attenuation moved around 77.1 %. Current varieties exhibit the values of ca 82 %. The other parameters followed changed only slightly.

Key words: barley, varieties, malting quality

Úvod

Od druhé poloviny 19. století bylo v dnešní České republice vyšlechtěno několik stovek odrůd, ale jen některé z nich hrály významnější roli a rozšířily se na polích. O kvalitě starých odrůd existuje jen málo informací. Řada znaků podle, kterých byly tyto odrůdy hodnoceny, se dnes už nepoužívá a řada znaků vznikla až mnohem později. Jakou mají historické odrůdy kvalitu z dnešního pohledu, vlastně neznáme.

Materiál a metody

Ze sortimentu historických odrůd bylo vybráno 8 odrůd (tab. 2), které vstupovaly do praxe postupně v letech 1938-1987. Vzorky předního zrna těchto odrůd byly mikroskladovány stejným postupem, jako odrůdy registrované v současné době. Ve vyrobeném sladu byly podle současných metodik EBC a MEBAK stanoveny znaky (tab. 1 a 2), podle kterých jsou hodnoceny dnešní odrůdy. U všech odrůd byla stanovena hodnota ukazatele sladovnické kvality (Psota, Kosař 2002). Historické odrůdy (tab. 2) byly porovnány se současným sortimentem odrůd sladovnického ječmene (tab. 1).

Výsledky a diskuse

Z tabulek (tab. 1 a 2) je zřejmé, že obsah dusíkatých látek ve vzorcích byl v optimu (10,2–11,0 %) nebo se mu blížil. Ostatní sledované technologické znaky nebyly tedy nepříznivě vysokým nebo nízkým obsahem dusíkatých látek ovlivněny.

Modifikace škrobu je u moderních odrůd výraznější než u souboru historických odrůd. Pouze odrůda Perun se svým obsahem extraktu ve sladu (82,4 %) by snesla porovnání se současnými odrůdami.

V úrovni proteolytického rozluštění se odrůdy Čelechovický hanácký, Perun a Slovenský 802 podobají moderním odrůdám, které mají sklon k hlubokému rozluštění až přelůštění v této oblasti. Ostatní odrůdy splňují v tomto znaku (Kolbachovo číslo 36–42 %) požadavky na kvalitu pro výrobu Českého piva (Psota 2008).

Amylolytické rozluštění bylo u historických odrůd ve srovnání se současnými odrůdami v průměru o něco nižší, ale stále se pohybovalo v optimálních hodnotách (300 jWK a více).

Kromě odrůd Perun a Čelechovický hanácký měly historické odrůdy podstatně nižší úroveň rozluštění buněčných stěn, než mají stávající odrůdy sladovnického ječmene. Znaky charakterizující degradaci buněčných stěn (friabilita, obsah β -glukanů ve sladině) nebyly ve své době u historických odrůd sledovány (Psota et al. 2009). Odrůdy Perun a Čelechovický hanácký jsou úrovní cytolytického rozluštění podobné odrůdám Blaník, Aksamit a Tolar.

O kvalitě sladiny vypovídá informace o předpokládaném průběhu kvašení v provozních podmínkách. Za hranici se bere hodnota 82 % dosažitelného stupně prokvašení. Hodnoty nižší jsou požadovány u odrůd doporučených pro výrobu piva s chráněným zeměpisným označením „České pivo“. Z tabulky 2 je zřejmé, že těchto hodnot dosahují všechny historické odrůdy. Slovenský 802 a Slovenský dunajský trh se v tomto znaku blíží odrůdám Bojos a Tolar.

Závěr

Rozšíření informací o kvalitě historických odrůd je podmínkou pro jejich případné další využití ve šlechtitelských programech nebo přímo pro jejich pěstování a zpracování. Většina sledovaných historických odrůd se svými vlastnostmi blížila požadavkům kladeným na odrůdy doporučené pro výrobu „Českého piva“. Z porovnání obou souborů je zřejmý šlechtitelský pokrok.

Poděkování: Práce byla podpořena projektem Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy České republiky MSM6019369701.

Tabuľka 1: Sladovnícka kvalita súčasných odrôd jarného ječmene

		Sebastian	Prestige	Jersey	Xanadu	Diplom	Bojos	Tolar	Radegast	Aksamit	Blaník
České pivo											
začátek registrace		2005	2002	2000	2006	2002	2005	1997	2005	2007	2007
konec registrace											
Sladovnícka jakost (9-1) - USJ		7,28	5,31	4,93	7,65	5,60	5,04	2,40	3,82	2,44	3,29
Dusíkaté látky v ječmeni	%	10,7	11,3	11,1	11,2	11,2	11,5	11,4	11,8	11,0	11,3
Extrakt v sušině	%	82,7	82,0	81,7	82,8	82,2	82,1	81,0	82,0	81,8	82,0
Relativní extrakt při 45° C	%	40,3	44,5	42,1	43,8	38,9	37,4	35,5	37,5	35,2	35,9
Kolbachovo číslo	%	44,5	43,6	44,1	45,6	44,3	42	40,1	42,3	38,8	40,7
Diastatická mohutnost	j WK	414	433	388	429	319	385	428	380	382	405
Dosažitelný stupeň prokvašení	%	82,7	83,1	82,2	80,7	82,4	79,6	80,9	78,8	81,5	81,6
Friabilita	%	84	82	87	85	82	86	83	79	77	79
Obsah β-glukanů ve sladine	mg/l	177	203	190	121	210	160	250	183	292	256
Zákal sladiny (90°)	EBC	1,10	0,69	0,84	0,68	0,70	0,66	1,29	0,79	0,93	2,27
Zákal sladiny (15°)	EBC	0,09	0,70	0,81	0,69	0,67	0,62	1,35	0,73	0,83	1,70

Tabuľka 2: Sladovnícka kvalita historických odrôd jarného ječmene

		Valtický	Opavský Kneifel	Slovenský 802	Slovenský dumajský trh	Čelechovický hanácký	Ekonom	Sladar	Perun
začátek registrace		1938	1939	1946	1946	1956	1960	1967	1987
konec registrace		1976	1960	1967	1969	1963	1972	1976	2000
Sladovnícka jakost (9-1) - USJ		2,37	1,44	3,22	2,67	2,72	1,45	1,44	4,37
Dusíkaté látky v ječmeni	%	11,6	11,3	11,2	10,3	11,4	10,6	11,3	10,0
Extrakt v sušině	%	80,3	80,1	80,7	81,7	81,3	80,6	79,5	82,4
Relativní extrakt při 45° C	%	36,7	34,9	38,2	36,0	38,4	33,5	34,2	37,1
Kolbachovo číslo	%	42,0	39,8	42,8	40,9	44,2	38,9	39,4	43,3
Diastatická mohutnost	j WK	329	319	358	319	357	322	363	323
Dosažitelný stupeň prokvašení	%	78,0	77,9	80,7	79,9	77,8	77,1	77,8	78,5
Friabilita	%	66	65	78	67	78	63	62	83
Obsah β-glukanů ve sladine	mg/l	586	556	236	735	293	505	469	286
Zákal sladiny (90°)	EBC	2,00	2,40	0,70	5,37	0,70	1,56	0,97	1,73
Zákal sladiny (15°)	EBC	2,20	2,26	0,80	5,70	0,70	1,40	0,90	1,40

Literatura

- PSOTA, V.: Historical and current varieties of spring barley, varieties suitable for „České pivo“. Kvasny Prum. 54, 2008 (11–12), 326–331. ISSN 0023-5830
- PSOTA, V, KOSAŘ, K.: Ukazatel sladovnícké kvality. Kvasny Prum. 48, 2002, č. 6. s. 142-148.
- PSOTA, V., HARTMANN, J., SEJKOROVÁ, Š. LOUČKOVÁ, T., VEJRAŽKA, K.: 50 years of progress in quality of malting barley grown in the Czech Republic. J. Inst. Brew. 116(4), 2009. ISSN 279-291.

Adresa autorov:

Ing. Vratislav Psota, CSc.¹, Dr. Ing. Lenka Sachambula¹ Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Sladařský ústav, Mostecká 7, 614 00 Brno, Česká republika, Tel.: +420 545 214 110/27, GSM: +420 606 754 564/27, Fax: +420 545 321 225, E-mail: psota@brno.beerresearch.cz, sachambula@brno.beerresearch.cz;
Bc. Karel Ryška², Mendelova univerzita Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno E-mail: ryska.k@seznam.cz

HODNOCENÍ A VYUŽITÍ GENETICKÝCH ZDROJŮ PŠENICE, TRITIKALE A OZIMÉHO JEČMENE SOUSTŘEDĚNÝCH V ČESKÉ GENOVÉ BANCE EVALUATION AND USE OF WHEAT, TRITICALE AND WINTER BARLEY GENETIC RESOURCES GATHERED IN THE CZECH GENE BANK

Zdeněk STEHNO – Ladislav DOTLAČIL – Jiří HERMUTH – Iva FABEROVÁ

Wheat, triticale and winter barley are important crops in the Czech Republic. Among these cereals, gathering and maintenance of wheat genetic resources have the longest history which began in the beginning of the last century in former Czechoslovakia. Evaluation of the mentioned crop collections takes place regularly in the Czech gene bank. Disease tolerance is considered to be important characteristics. Combined tolerance to powdery mildew and rusts was detected in 2009 in wheat cultivars ‚Armelis‘ (SVK) a ‚Buzogany‘ (HUN). Polish winter triticale ‚Moderato‘ a ‚Kazo‘ showed good tolerance to powdery mildew, Septoria and rusts as well. In winter barley collection there were detected cultivars ‚Bursztyn‘, ‚Bazant‘ (POL), ‚Venezia‘ (DEU) and ‚Colibri‘ (FRA) with high tolerance to powdery mildew.
Key words: wheat, triticale, barley, evaluation, use, diseases, genetic resources, gene bank

Úvod

Historie genetických zdrojů drobnosemenných obilnin v bývalém Československu a v České republice:

Pšenice

Genetické zdroje (GZ) pšenice byly shromažďovány v bývalém Československu od počátku minulého století a byly využívány především pro potřeby šlechtění. Byly to hlavně výzkumné a šlechtitelské stanice a výzkumné ústavy jako např. Hospodářsko-botanická výzkumná stanice v Táboře, Výzkumná stanice chemicko-fyziologická v Jenči u Prahy, Moravské zemské výzkumné ústavy zemědělské v Brně, Státní výzkumné ústavy zemědělské v Bratislavě a Košicích a řada dalších. Tato pracoviště shromažďovala a uchovávala semenné vzorky pro jejich budoucí využití. Systematické shromažďování a hodnocení genetických zdrojů pšenice začalo v 50tých letech minulého století.

Cennou část současně kolekce GZ pšenice představují krajové a staré odrůdy pšenice seté vyšlechtěné počátkem minulého století. Rozsáhlá je část kolekce tvořená domácími a zahraničními GZ pšenice z druhé poloviny dvacátého století. Významné jsou také GZ dalších cca 30 druhů pšenice z nichž nejvýznamnější jsou pšenice tvrdá, špalda, dvouzrnka a jednozrnka. Ze současných 10 691 vzorků tvoří největší část (86 %) pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) s převahou ozimých forem, což odpovídá významu tohoto druhu v pěstitelské praxi. V tab. 1 je uveden přehled vzorků patřících k jednotlivým druhům pšenice.

Tritikale

Kolekce GZ tritikale založená v 80tých letech minulého století, kdy se tento druh rozšířil do pěstování, obsahuje celkem 554 genetických zdrojů. V bývalém Československu byla kolekce GZ této plodiny řešena ve Výzkumnom ústavu rastlinnej výroby v Piešťanoch a paralelně hodnocena na Výzkumné stanici v Humpolci (VÚRV Praha). Současná kolekce shromážděná v České republice je rozdělena na 2 subkolekce podle charakteru růstu. (tab. 2). Hodnocení obou subkolekci se provádí na Výzkumné stanici v Humpolci, kde jsou vhodné pěstební podmínky pro tuto plodinu.

Ozimý ječmen

Ječmen je druhou nejvíce pěstovanou plodinou v České republice. Přibližně 3/4 pěstitelských ploch ječmene jsou věnovány jarním formám pro výrobu sladu. Ozimý ječmen, který je pěstován přibližně na 135 tis. hektarech je využíván především pro krmení hospodářských zvířat. Kolekce GZ ozimého ječmene obsahuje v současnosti 1 897 položek, především odrůd a novošlechtění československého a českého původu. Převládajícím druhem je *Hordeum vulgare* L. s převahou šestiřadých forem (tab. 3).

Materiál a metody

Hodnocení genetických zdrojů (GZ) drobnosemenných obilnin, planých příbuzných druhů z čeledi *Triticeae* a některých pseudoobilnin se provádí podle Metodiky práce s kolekcemi genetických zdrojů drobnosemenných obilnin (Stehno, et al. 2004) určené pro Národní program konzervace a využití genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity.

Každý z genetických zdrojů v této skupině je hodnocen nejméně dva roky. V případě značných rozdílů mezi výsledky ve sledovaných letech nebo při silném poškození pokusu se hodnocení prodlužuje o další rok. K takovému poškození došlo v roce 2008 u ozimého ječmene a částečně u ozimé pšenice a tak bylo nutno zhodnotit části souborů opakovaně. K hodnocení jsou tradičně využívány publikované klasifikátory. Pro relativní porovnání mezi roky hodnocení slouží kontrolní odrůdy. U ozimé pšenice jsou to ‚Samanta‘, ‚Nela‘, ‚Vlasta‘ a ‚Ebi‘ ze kterých jsou v poslední době ‚Nela‘ a ‚Ebi‘ nahrazovány ‚Dromosem‘ a ‚Cubusem‘. Pro jarní pšenici to je domácí osinatá ‚Granny‘ a intenzivní švédská odrůda ‚SW Kadrlj‘ s jakostí zrna hodnocenou jako E. Hodnocení ozimého tritikale ve vztahováno k ozimé pšenici ‚Samanta‘ a ozimému žitu

„Albedo“. Pro ozimý ječmen jsou kontrolními odrůdami šestiřadý „Luran“ a dvouřadý „Tiffany“ který je však nahrazován francouzským „Campanile“.

Výsev a sklizeň pokusných parcel se provádí maloparcelkovou mechanizací, řádky jsou vysévány a sklizeny ručně. Parcelky jsou v době po vzejití členěny na vlastní sklizňovou plochu a na okrajové ochranné části. Během vegetace jsou porosty obilnin ošetřovány proti plevelům. Záznamy vegetačních charakteristik jsou prováděny podle příslušných klasifikátorů. Před kombajnovou sklizní je z parcelky odebrán vzorek rostlin k posklizňovým rozborům. Osivo pro uložení do genové banky je získáváno ostříháním potřebného množství klasů, typických pro daný GZ v prvním roce hodnocení, aby byla zachována originalita semenného vzorku v co nejvyšší míře. V posklizňovém období jsou prováděny analýzy ke stanovení výnosových prvků a k určení jakostních parametrů u získaného produktu.

Výsledky

Pšenice ozimá a jarní

V souboru ozimé pšenice hodnocené v letech 2007 a 2009 měla dobrou odolnost k padlí travnímu a rzi pšeničné rumunská odrůda „Jiana“. V souboru standardně hodnoceném 2008 – 2009 se odolností ke rzi pšeničné (9 bodů), v kombinaci s dobrou odolností k padlí travnímu (7 bodů), vyznačovaly 4 odrůdy. Mezi GZ hodnocenými prvním rokem patřily k odrůdám s dobrou odolností ke všem sledovaným chorobám (rzi hodnoceny 9 a padlí travní 6) „Armelis“ (SVK) a „Buzogany“ (HUN). U 7 odrůd byla zjištěna HTS vyšší než 50 g, nejvyšší u uzbeckého „Boduru“ (58,3 g) „Krasnodarské 99“ z Ruska (54,3 g) a domácí „Etely“ (52,7 g). V dalším hodnoceném souboru měly vysokou HTS velmi rané čínské odrůdy jako např. „Lu Mai no. 23“ s 61 g. Podle odhadu výnosu převyšovaly kontrolní „Samantu“ (8,81 t.ha⁻¹) domácí „Etela“ a „Simila“, rakouský „Eurofit“ polská „Nadobna“ a francouzská „Alixan“.

Odolnost k padlí travnímu byla u vzorků jarní pšenice seté hodnocené druhým rokem nižší (5 – 7 bodů) ve srovnání se vzorkem jednozrnky (9) či dvouzrnky (8 bodů). Ke rzi pšeničné byly vedle jiných druhů odolné jarní pšenice z Kanady. Příznivá kombinace odolnosti k padlí travnímu a rzi pšeničné byla pozorována u „Samuno“ a „Ethosu“ z Německa. Nejvýnosnější v tomto souboru byla domácí odrůda „Seance“, která překonala kontrolní „SW Kadrilj“.

Tritikale ozimé a jarní

U tritikale je významné snižování výšky rostlin z důvodu odolnosti k poléhání. Tento trend lze pozorovat u nově registrovaných odrůd, kdy mnohé z nich, především některé polské odrůdy jako „Baltiko“, „Grenado“, „Gniewko“, „Dinaro“ a „Zorro“ byly kratší než kontrolní pšenice „Samanta“ (102 cm).

Odrůdy ozimého tritikale polského původu jako „Moderato“ a „Kazo“ se vyznačovaly dobrou odolností k padlí travnímu, braničnatce a rzi pšeničné. Výnos kontrolní odrůdy ozimého žita „Albedo“ překonala německá tritikale „Amarillo“, „Agrano“ a polské „Hortenso“. V odolnosti k padlí travnímu byly mezi vzorky jarního tritikale příznivě hodnoceny především odrůdy z Ukrajiny.

Ozimý ječmen

U ozimého ječmene jsou v důsledku poškození pokusů v roce 2008 k dispozici výsledky za roky 2007 a 2009. U tohoto souboru byly zachovány původní kontrolní odrůdy „Luran“ a „Tiffany“. Vysoká odolnost k padlí travnímu byla opakovaně zaznamenána u polských odrůd „Bursztyn“ a „Bazant“, německé „Venezia“ a francouzské „Colibri“. Relativně vysoká hmotnost 1000 semen (HTS) se pohybovala v rozpětí 51,4 (francouzská „Cervoise“) až 68,4 g (slovenský „Haller“). V odhadu výnosu nebyly překonány kontrolní odrůdy „Luran“ (9,60 t.ha⁻¹) a „Tiffany“ (9,54 t.ha⁻¹). Mezi nově hodnocenými odrůdami bylo v dalším souboru v odolnosti k padlí travnímu ohodnoceno 9 body 12 odrůd včetně české odrůdy „Florian“.

Formy využití výsledků hodnocení GZ drobnosemenných obilnin

Výsledky hodnocení, které jsou každoročně předávány šlechtitelským subjektům, slouží pro výběr vhodných donorů vlastností a znaků pro šlechtitelské programy. To se promítá i do nárůstu počtu předaných vzorků uživatelům který činil v roce 2008 celkem 1357 a v roce 2009 již 1471 vzorků.

Významná je role hodnocení genetických zdrojů pro rozšiřování diverzity pěstovaných plodin. V této oblasti byly v České republice vytipovány vhodné genetické zdroje pluchatých pšenic a na jejich základě byla vyšlechtěna registrovaná odrůda pšenice špaldy „Rubiota“ a právně chráněná odrůda pšenice dvouzrnky „Rudico“.

Tabulka 1: Zastoupení druhů v české kolekci genetických zdrojů pšenice

Druh pšenice	Počet vzorků
Triticum aestivum L.	9 234
Triticum durum DESF.	926
Triticum dicoccum (SCHRANK) SCHUEBL	117
Triticum spelta L.	78
Triticum monococcum L.	55
Triticum boeoticum BOISS.	47

Druh pšenice	Počet vzorků
<i>Triticum turgidum</i> L.	45
<i>Triticum araraticum</i> JAKUBZ.	44
<i>Triticum compactum</i> HOST	44
<i>Triticum dicoccoides</i> (KOERN. ex ASCH. et. GR.)	26
<i>Triticum polonicum</i> L.	14
<i>Triticum carthlicum</i> NEVSKI	14
<i>Triticum urartu</i> THUM. ex GANDIL.	11
<i>Triticum sphaerococcum</i> PERCIV.	9
Ostatní	27
Celkem	10 691

Tabulka 2: Podíl ozimých a jarních forem v kolekci genetických zdrojů tritikale

kategorie	Sub-kolekce	Počet vzorků
C09	Ozimné tritikale	490
C10	Jarní tritikale	263

Tabulka 3: Zastoupení druhů v české kolekci genetických zdrojů ozimého ječmene

Druhy a subspecies ječmene	Počet vzorků
<i>Hordeum vulgare</i> L. ssp. <i>vulgare</i>	1 503
<i>Hordeum vulgare</i> L. ssp. <i>distichon</i>	394
Celkem	1 897

Poděkování: Publikace vznikla za finanční podpory Národního programu konzervace a využití genofondu rostlin a agrobiodiverzity MZe č.j 20139/2006-13020“

Kontaktná adresa autorov::

Ing. Zdeněk STEHNO, CSc., Ing. Ladislav DOTLAČIL, CSc., Ing. Jiří HERMUTH, Mgr. Iva FABEROVÁ; Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha, Česká republika, stehno@vurv.cz

PŠENICA DVOJZRNOVÁ – POTENCIÁLNY GENETICKÝ ZDROJ PRE RESYNTÉZU PŠENICE MÄKKEJ CULTIVATED EMMER – A POTENTIAL GENETIC RESOURCE FOR COMMON WHEAT RESYNTHESIS

Miroslav ŠVEC¹ – Peter CIVÁŇ¹ – Pavol HAUPTVOGEL²

*During the three years we evaluated selected characters of 188 accessions of cultivated emmer (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccon*). Among them, we selected 44 emmer samples, which could serve as parents for production of synthetic hexaploid wheats. Only 20 samples had satisfactory winterhardness. The emmer samples with high level of fungal pathogen resistance were of spring type of development. Multiple resistance against five fungal diseases was scored in accessions as follows: PI 168674 and CGN 8351 from Germany, PI 56234 from Portugal, PI 94628 from India, PI 94655 from Bulgaria, PI 264964 from Croatia, 01C0204031, K-25516 and K-7356 from Russia, 01C0203985 from Kuwait, K-23035 and TRI A5100 from Yugoslavia, Td4515-CH from Switzerland, CZEBES 99-63 from the Czech Republic, FAR 23 from Italy and TRI 11293 from Slovakia.*

Key words: emmer, fungal pathogen, resistance, genetic resources, resynthesis

Úvod

Podľa klasifikácie Dorofejeva et al.(1979) sa tetraploidné pšenice delia do 13 druhov, z ktorých *T.araraticum*, *T.militinae* a *T.timopheevii* majú genomické zloženie GA, kým ostatné druhy majú genomové zloženie BA. Novšia klasifikácia, ktorej autorom je van Slageren (1984), uznáva iba dva druhy *T.turgidum* a *T.timopheevii* s viacerými poddruhmi (ssp.). Pre účely ich využitia v šľachtení rastlín nie je ani tak podstatné ich taxonomické začlenenie, ako to, že sa vyznačujú výraznou genetickou variabilitou a stávajú sa tak potenciálnym zdrojom rozšírenia variability hexaploidnej pšenice letnej. V poslednom desaťročí sa pozornosť výskumníkov sústreďuje nielen na vzájomnú hybridizáciu tetra- a hexaploidných pšeníc, ale najmä na priamu resyntézu pšenice letnej prostredníctvom kríženia *T.turgidum* ssp. x *Aegilops tauschii*. Dôkazom toho je aj rozsiahly program resyntézy pšenice mäkkej, realizovaný v CIMMYT-e (Zaharieva et al., 2009). Cieľom našej práce bolo zhodnotiť variabilitu takmer 190 vzoriek pšenice dvojrzrovej (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccon* (Schrank) Thell.).

Materiál a metódy

Vzorky pšenice dvojrzrovej sme získali z viacerých Génových bánk, pričom gro z nich pochádzalo najmä z IPK Gatersleben, Centre for Genetic Resources Netherlands a z Germplasm Resources Information Network, Beltsville, USA. Celkom boli vzorky zozbierané zo 40 krajín sveta. U vysiatych vzoriek boli v troch vegetačných obdobiach, počnúc rokom 2007 hodnotené nasledovné vlastnosti: zimovzdornosť, výška stebľa, poliehanie, rezistencia voči múčnatke trávovej, rezistencia voči hrdzi pšenicovej a odolnosť voči chorobám listovej škvrnitosti (helintosporióza, septória pšenicová, septória plevová). Nie všetky vlastnosti však boli hodnotené vo všetkých troch vegetačných obdobiach. V prvom hodnotenom období prekonali zimu 2006/2007 všetky rastliny bez poškodenia, a tak mohli byť hodnotené všetky vzorky na výšku rastlín, poliehanie a choroby. Naopak, v roku 2009 sme hodnotili iba zimovzdornosť, keďže prezimovala iba časť vzoriek. Z každej vzorky sme do 1 riadku vysievali po 10 zrn, rastliny boli pestované na experimentálnom pozemku Katedry genetiky v Bratislave Ružinovce.

Výsledky a diskusia

Výsledky hodnotenia 188 vzoriek pšenice dvojrzrovej sú uvedené v tabuľke č.1. Do tabuľky sme zaradili iba tie vzorky, ktoré sa vyznačovali buď lepšou zimovzdornosťou, alebo dobrou odolnosťou voči hubovým chorobám v poľných podmienkach. Takýchto vzoriek bolo 44. Vzhľadom k tomu, že väčšina vzoriek dvojrzrnky pochádza z krajín Blízkeho Východu, resp. krajín s teplejšou klímou, je dôležité mať informácie aj o zimovzdornosti vzoriek dvojrzrnky. Európske dvojrzrnky patria podľa klasifikácie Dorofejeva et al. ku suprakonvariete *dicoccon*. Väčšina vzoriek tejto suprakonvariety sa vyznačuje pevným, vysokým stebľom, dlhým klasom a aj relatívne veľkým zrnom. Na základe výsledkov prezimovania vzoriek uvedených v tabuľke č.1 môžeme usúdiť, že vzorky dvojrzrnky pochádzajúce z krajín Európy sa vyznačujú najlepšou zimovzdornosťou spomedzi analyzovaných vzoriek. Selektívnu zimu 2008/2009 prežilo iba 20 vzoriek pšenice dvojrzrovej, z ktorých 17 pochádza z krajín Európy. Určitým stupňom mrazuvzdornosti sa pravdepodobne vyznačuje aj turecká vzorka TRI 17 023 a takisto aj vzorka PI 355495 z Palestíny. Je zaujímavé, že ani jedna vzorka s uspokojivou mrazuvzdornosťou sa zároveň nevyznačovala komplexnou rezistenciou voči hubovým chorobám. Niektoré vzorky s lepšou mrazuvzdornosťou sa dokonca vyznačovali nízkym stupňom odolnosti voči múčnatke trávovej (Eichenbarlebener, FAR 17, FAR 51 a TRI 17 023). Naopak, tie vzorky dvojrzrnky, ktoré preukázali odolnosť voči všetkým sledovaným hubovým chorobám patria väčšinou k jarným formám a sú preto málo zimovzdorné. Komplexnou rezistenciou sa vyznačujú najmä vzorky PI 168674 a CGN 8351z Nemecka, PI 56234 z Portugalska, PI 94628 z Indie, PI 94655 z Bulharska, PI 264964 z Chorvátska, 01C0204031, K-25516 a K-7356 z Ruska, 01C0203985 z Kuvajtu, K-23035 a TRI A5100 z býv. Juhoslávie,

Td4515-CH zo Švajčiarska, CZEBES 99-63 z Českej republiky, FAR 23 z Talianska a TRI 11293 zo Slovenska. V poliehavosti a výške stebľa sa medzi vzorkami nevyskytli výraznejšie rozdiely, všeobecne nižšie steblo majú dvojzrnky patriace ku suprakonvariete *abyssinicum*, tie však majú málo produktívny klas. Vzorky zo suprakonvariety *dicoccon* sú charakteristické hrubším a vyšším stebľom.

V CIMMYT-e spočiatku ako rodičovského partnera na tvorbu syntetickej pšenice začali používať najmä *T.turgidum* ssp. *durum* a *T. turgidum* ssp. *dicocoides*, neskôr sa ukázalo, že kultúrna dvojzrnka (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccon*) sa vyznačuje oveľa vyššou biologickou diverzitou ako pšenica tvrdá, a preto je aj na tvorbu syntetickej pšenice vhodnejšia (Zaharieva et al., 2009). Syntetické pšenice vytvorené v CIMMYT-e boli základom pre vyšľachtenie nových odrôd pšenice letnej v Číne, z ktorých štyri boli povolené a z nich odroda Chuanmai 42 dáva stabilné úrody viac ako 6 t.ha⁻¹. Ako uvádzajú Yang et al. (2009), cieľom tvorby syntetických hexaploidných pšeníc je predovšetkým prenos major génov rezistencie voči hubovým chorobám z tetraploidných pšeníc a mnohoštetu *Ae. tauschii* do hexaploidných pšeníc.

Záver

V priebehu troch rokov sme sledovali vybrané vlastnosti 188 vzoriek pšenice dvojzrnovej (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccon*), ktoré by mohli byť potenciálnymi genetickými zdrojmi pre resyntézu hexaploidných pšeníc za účelom zvýšenia ich biologickej diverzity. Vytýpovali sme 44 genotypov dvojzrnky, ktoré sa vyznačujú buď čiastočnou zimovzdornosťou, alebo sú odolné voči hubovým chorobám. Bohužiaľ, zimovzdornosť a rezistencia voči hubovým chorobám nie sú v priamej korelácii. Spomedzi analyzovaných vzoriek pšenice dvojzrnovej sa 20 vzoriek vyznačuje čiastočnou zimovzdornosťou. Vzorky, ktoré sa vyznačovali náchylnosťou k vymŕzaniu však boli odolné voči hubovým patogénom. Komplexnou rezistenciou sa vyznačovalo 16 vzoriek.

Pod'akovanie: Táto práca bola finančne podporená a realizovaná v rámci projektu APVV-0770-07.

Literatúra

- DOROFJEV, V.F. et al.: Wheat. vol.1. In: Flora of Cultivated Plants. Kolos. 1979. 346 s.
- van Slageren, M.W.: Wild wheats. A monograph of *Aegilops* L. and *Amblyopyrum* (Jaub. et Spach) Eig (*Poaceae*). Wageningen Agricultural University Papers. 1994, 7, 513 s.
- YANG, W. – LIN, D. – LI, J. – ZHANG, L. – WEI, H. – HU, X. – ZHENG, Y. – HE, ZH. – ZOU, Y. Synthetic hexaploid wheat and its utilization for wheat genetic improvement in China. J.Genet. Genomics. 2009, 36, 539-546.
- ZAHARIEVA, M. – DREISIGACKER, S. – CROSSA, J. – PAYNE, T. – MISRA, S. – HANCHINAL, R.R. – MUJAHID, M.Y. – THRETOWAN, R. Genetic diversity within *Triticum turgidum* subsp. *dicoccon* (Schränk)Thell. (cultivated emmer) and its utilization in wheat breeding. The 6th International Triticeae Symposium (6th ITS) May 31 – June 5, 2009, International Conference Hall II & III, Clock Tower Centennial Hall, Kyoto University, Kyoto, Japan.

Adresa autorov:

¹ – Miroslav Švec, Peter Civiň, Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra genetiky, Mlynská dolina B1, 842 15 Bratislava

² - Pavol Hauptvogel, Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu, Bratislavská cesta 122, Piešťany

Tabuľka 1: Potenciálne genetické zdroje pšenice dvojrzbovej *Triticum turgidum* ssp. *dicocon*

Názov vzorky	Krajina pôvodu/typ	Poliehanie	Výška stebľa (cm)	Zimovzdorn.	Múčn.	Hrdza pšen.	PTR	Septoria pšenicová	Septoria plevová
PI 11650	FRA/w	9	142	+++	9	9	MR	R	R
PI 168674	GER/w	9	114	-	9	9	R	R	R
PI 56234	POR/s	9	115	-	9	9	R	R	R
PI 94618	BEL/s	9	128	-	9	7	R	R	R
PI 94628	IND/s	9	94	-	9	9	R	R	R
PI 94634	MOR/s	9	97	-	9	9	MR	R	R
PI 94635	IRN/s	9	111	-	9	9	MR	R	R
PI 94655	BUL/s	9	109	-	9	9	R	R	R
PI 191390	ETH/s	9	113	++	9	9	MR	R	R
PI 221398	YUG/w	9	142	++	8	9	MS	R	MS
PI 264964	CRO/s	9	115	-	9	9	R	R	R
PI 272524	HUN/w	9	147	++	8	9	MS	R	MS
PI 272525	HUN/w	9	128	++	8	9	R	R	MS
PI 330561	ENG/w	9	128	++	8	9	R	R	S
PI 480313	ETH/s	9	65	-	9	9	MR	R	R
01C0105472	GER	9	147	+++	8	9	R	R	MS
01C0204031	RUS	9	125	-	9	9	R	R	R
01C0203985	KWT	9	103	-	9	9	R	R	R
K-7356	RUS	9	-	-	9	9	R	R	R
K-13669	ARM	9	111	-	9	9	R	R	MS
K-23035	YUG	9	123	-	9	9	R	R	R
K-25516	RUS	9	126	-	9	9	R	R	R
K-859	RUS	9	121	-	9	9	S	R	R
Td4515-CH	CH	9	110	-	9	9	R	R	R
TRI A5100	YUG/s	9	72	-	9	9	R	R	R
CGN 8351	GER/w	9	104	-	9	9	R	R	R
BVAL-212011	AUT	9	136	+++	8	9	R	R	MR
cv.DI-5	POL?	9	107	-	9	9	R	R	R
CZEBES 99-63	CZ	9	97	-	9	9	R	R	R
Eichenbarl.	GER/w	9	112	+++	4	9	R	R	MR
Schwan. Bohartees	GER/w	9	137	+++	8	9	R	R	MR
BGE 012306	ESP	9	119	+	4	9	R	R	R
BGE 013621	ESP	9	108	+++	9	9	R	R	MR
BGE 001927	ESP	9	-	++	4	9	R	R	R
FAR 51	ITA	9	113	+++	2	9	R	R	R
FAR 60	ITA	3	97	+	8	9	R	R	MR
FAR 41	ITA	9	123	+++	8	9	R	R	MR
FAR 23	ITA	9	101	-	9	9	R	R	R
FAR 17	ITA	9	132	+	4	9	MR	R	MR
FAR 10	ITA	9	106	+	9	9	R	R	MR
TRI 17023	TUR	5	99	+	3	9	R	R	R
TRI 11293	SVK	9	96	-	9	9	R	R	R
PI 355495	PAL	9	111	++	8	9	R	R	MR
Viginta	SVK	9	86	+++	4	9	R	R	R

Poznámky: w = ozimný typ, s = jarný typ, + = stupeň zimovzdornosti, - = nezimovzdorná vzorka; bodové hodnotenie: 9 = nepoliehavá, resp. odolná vzorka, nižšie hodnoty znamenajú vyššiu poliehavosť, resp. slabšiu odolnosť vzorky; R = rezistentná vzorka, MR = mierne rezistentná vzorka, MS = mierne náchylná vzorka, S = náchylná vzorka. PTR = *Pyrenophora tritici-repentis*

VÝSLEDKY PĚSTOVÁNÍ BEZPLUCHÉHO JEČMENE V DEFINOVANÝCH OBLASTECH ČESKÉ REPUBLIKY RESULTS OF HULLESS BARLEY GROWING IN THE DEFINED LOCALITIES OF THE CZECH REPUBLIC

Kateřina VACULOVÁ¹ – Marta BALOUNOVÁ¹ – Jarmila MILOTOVÁ²

*The presented communication summarizes results of the study of agronomic and biological traits of hulless spring barley cultivars and breeding lines (8) with standard composition of starch (origin Canada or Czech Republic) in comparison with cultivars (4) with waxy character of starch (with recessive waxy allele and low content of amylose), grown in the defined field conditions of locality Kromeriz, in the years 2003-2005. Results of study revealed lower grain yield and TKW in materials with waxy starch. All Canadian cultivars differed from the Czech cultivar and lines by worse lodging and *Blumeria graminis* resistance and on the other hand by better resistance to *Pyrenophora teres*. The development of commercial hulless barley varieties with waxy starch, good agronomic, food and health characteristics is a new task for the barley breeders.*

Key words: spring barley, hulless grain, waxy and standard starch composition, agronomic and biological traits

Úvod

Využití nutričních předností ječmene (zvýšený obsah vlákniny potravy, β -glukanů, vitamínu E a vitamínů, skupiny B, polyfenolických látek a dalších fytonutrientů) pro výživu lidí je podporováno vývojem odrůd s bezpluchým zrnem. Na rozdíl od místních genetických zdrojů a původních odrůd vykazují moderní odrůdy bezpluchého ječmene všechny náležitosti, které jsou pro registraci k pěstování vyžadovány – jsou tedy geneticky stálé, vyrovnané, a vzájemně odlišné. Celosvětově nejvýznamnějším producentem odrůd bezpluchého ječmene je zřejmě Kanada, kde byly vyšlechtěny odrůdy s rozdílným chemickým složením, vhodné pro krmení hospodářských zvířat, přímou lidskou výživu i průmyslové zpracování (NEWMAN a NEWMAN 2005). Zvláštní místo v sortimentu zaujímají odrůdy ječmene s tzv. waxy typem škrobu. Jedná se o materiály s geneticky determinovaným změněným poměrem dvou základních polysacharidů škrobu – amylozy a amylopektinu. Změny ve složení škrobu oproti standardnímu poměru (20-25 % amylozy a 75-80 % amylopektinu) jsou obecně spojeny se zvýšeným obsahem neškrobových polysacharidů, zejména β -glukanů (XUE *et al.* 1997). Pro potravinářské využití byly vyšlechtěny odrůdy bezpluchého ječmene jarního s geneticky determinovaným sníženým, resp. nulovým obsahem amylozy (BHATTY a ROSSNAGEL 1997, WASHINGTON *et al.* 2000). Zahraniční bezpluché odrůdy ječmene se standardním nebo waxy typem škrobu byly zkoušeny v definovaných podmínkách lokality Kroměříž, v porovnání s vlastními bezpluchými liniemi ječmene jarního, vyšlechtěnými za využití potomstev vysokolyzínové linie KM 1057 s bezpluchým zrnem (VACULOVÁ *et al.* 1996).

Materiál a metody

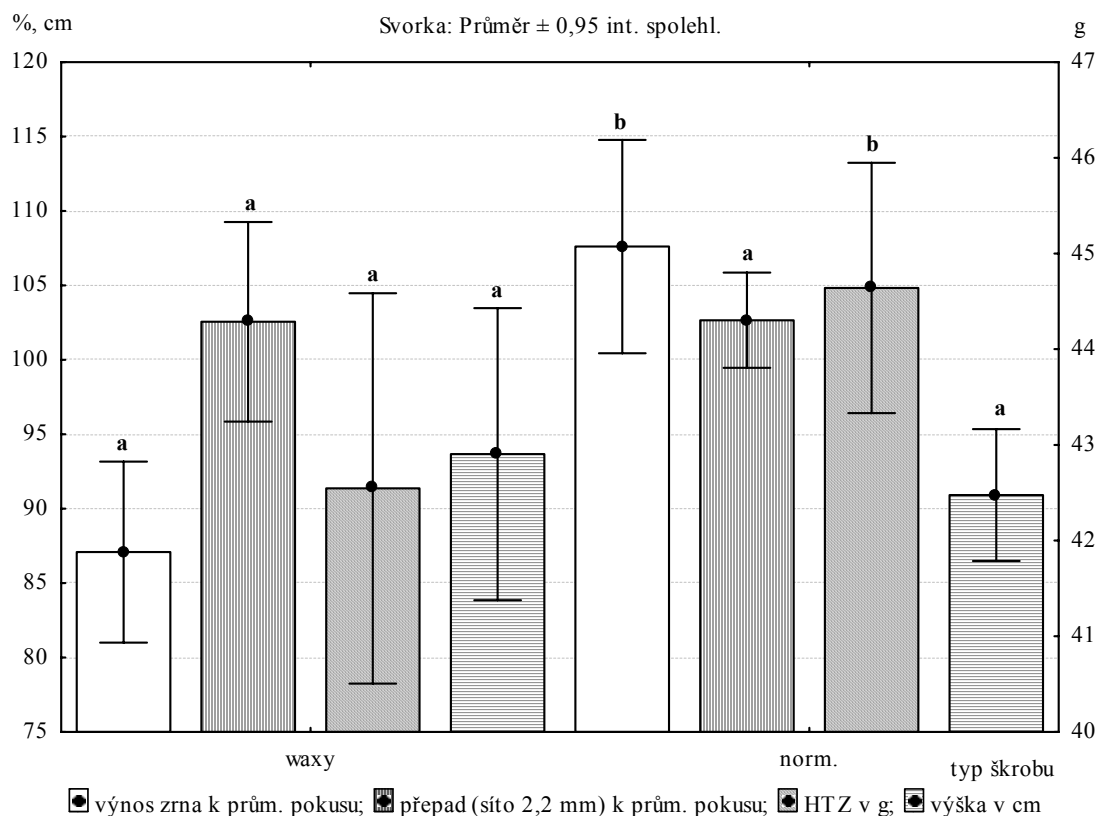
Vybrané odrůdy a vlastní linie ječmene jarního, původem z Kanady a České republiky (ČR), s bezpluchým zrnem a standardním (CDC Gainer, CDC Mc Gwire, CDC Speedy – vše Kanada, AF Lucius, KM2062, KM2084, KM2283 a VKM2074 – vše ČR) nebo waxy typem škrobu (CDC Alamo, CDC Candle, HB 803 a Merlin – vše Kanada) byly pěstovány v polních podmínkách lokality Kroměříž v letech 2003-2005. Pokusy byly vysety na parcelách o výměře 3 x 10 m², po optimální předplodině (cukrovka) a byla použita pěstební technologie bez chemického ošetření ve vegetačním období, jen s aplikací základního hnojení NPK (200 kg/ha) na podzim předcházejícího roku. Byly hodnoceny významné hospodářské (výnos zrna v t/ha, výnos zrna v % k průměru pokusu, přeпад zrna na síť 2,2 mm v %, přeпад na síť v % k průměru pokusu, HTZ v g) a biologické (výška rostlin v cm, odolnost poléhání, padlí travnímu - *Blumeria graminis*, hnědé skvrnitosti - *Pyrenophora teres* a rzi ječné - *Puccinia hordei* - vše ve stupnici 9-1, kde 9= maximální a 1 = minimální hodnota daného znaku) znaky a ukazatele. Získané výsledky byly zpracovány za použití statistického software Statistica 8 (StatSoft, Inc. 2001).

Výsledky a diskuse

Analýza variance pro jednotlivé faktory proměnlivosti (typ škrobu, genotyp, ročník) prokázala, že shodně s výsledky řady autorů (viz. NEWMAN a NEWMAN 2005), byly odrůdy s waxy typem škrobu méně výnosné a v průměru měly drobnější zrno než materiály se standardním škrobem (Obr.1, Tab.1 – poster). Jak ukazují naše předchozí závěry (VACULOVÁ a POLÁKOVÁ 2004), samotná přítomnost recesivní alely genu *Waxy* není příčinou nízké HTZ, avšak nižší hmotnost zrna se realizuje v přítomnosti genu *nud* pro bezpluché zrno. Studované odrůdy a linie se vzájemně lišily ve všech sledovaných hospodářsky významných znacích a ukazatelích a rozdíly byly poplatné i ročníkovým diferencím. Pouze pro hodnoty HTZ, výnos zrna a přeпад na síť k průměru pokusu se rozdíly mezi experimentálními ročníky neprokázaly.

Průměrné hodnoty a variabilitu sledovaných hospodářsky významných charakteristik uvádí Tab. 1. Výnos zrna se pohyboval od 4,5 t/ha (CDC Alamo s waxy škrobem) po 7,5 t/ha (linie KM 2283 se standardním

obsahem škrobu), pričom u oboch genotypů byla evidována jak minimální, tak i maximální hodnota, dosažená ve studovaném souboru.



Obr. 1: Průměrné hodnoty a variabilita vybraných hospodářsky významných znaků ve skupinách odrůd a linií bezpluchého ječmene s rozdílným typem škrobu

Celkově se materiály vyšlechtěné v místních podmínkách (s výjimkou linie KM 2062) statisticky významně lišily vyšším výnosem zrna od všech testovaných kanadských odrůd, jak s waxy, tak i standardním typem škrobu. Reakce odrůd na ročníkové diference, vyjádřená variačním koeficientem ukázala, že jednotlivé odrůdy reagují rozdílně. Jako nejstabilnější se jevíly linie KM 2084 a KM 2283, u nichž variační koeficienty nepřekonal ani u jednoho sledovaného znaku hranici 10 %.

I přes nižší HTZ nebyly diference v přepadu zrna na síť 2,2 mm mezi materiály s odlišným typem škrobu průkazné, stejně jako i rozdíly ve výšce rostlin. Počet homogenních skupin pro HTZ a přepad na síť byl nižší než v případě výnosu zrna a větší počet skupin se vzájemně překrýval, což dokladuje menší rozdíly mezi studovanými odrůdami a liniemi. Nejlepší podíl na síť 2,2 mm však měla odrůda HB 803 s waxy typem škrobu.

Hodnocení výšky rostlin ukázalo, že v sortimentu bezpluchého ječmene lze vybrat jak materiály s velmi krátkým (odrůda Merlin), tak naopak velmi dlouhým stéblem (111,7 cm – odrůda CDC Candle). Délka stébla je v našich půdně-klimatických podmínkách významným negativním rysem mnohých zahraničních odrůd, protože tyto odrůdy prakticky každoročně polehnou a tím redukuje svůj výnosový potenciál. Jak uvádí SVÁČINA (2008), v podmínkách ČR se proto šlechtění ječmene zaměřuje i na znaky které stabilizují výnos zrna, jako je odolnost stébla k poléhání a odolnost vůči listovým chorobám, zejména vůči padlí travnímu, hnědé skvinitosti a rzi ječné.

Výsledky hodnocení odolnosti nepříznivým abiotickým a biotickým faktorům jsou uvedeny v Tab. 2. Nejvyšší variabilita byla pozorována pro hodnoty odolnosti *B. graminis*. Z dosažených výsledků je zřejmé, že průměrná odolnost padlí travnímu je u kanadských odrůd velmi slabá, zejména u genotypů s waxy škrobem (2 až 5 bodů). Naopak v úrovni rezistence vůči *P. teres* překonaly kanadské odrůdy v průměru českou odrůdu AF Lucius i prakticky všechny další tuzemské testované linie ječmene (s výjimkou KM 2283). Hodnocení rozdílů v odolnosti pomocí t-testu prokázalo, že materiály s waxy typem škrobu byly statisticky významně více polehlé (5,4 vs 6,6 bodu), více náchylné padlí (3,5 vs. 5,1 bodu), avšak s lepší odolností hnědé skvinitosti (7,8 vs. 6,8 bodu). Napadení rzi ječnou nebylo mezi genotypy s rozdílným složením škrobu významně odlišné.

Tabuľka 1: Hospodársky významné znaky odrúd a línií bezpluchého ječmene jariho

Odrúda, línie	Výnos zrna, t/ha						Přepad (sító 2.2 mm), %					
	průměr	HS ¹⁾	s _x	min.	max.	V, %	průměr	HS	s _x	min.	max.	V, %
CDC Alamo	4.5	a	0.5	3.6	5.0	17.9	76.9	cde	1.7	74.3	80.2	3.9
CDC Candle	5.4	bc	0.6	4.2	6.0	18.6	63.2	a	2.5	58.4	66.5	6.8
CDC Gainer	4.9	ab	0.2	4.7	5.3	7.3	71.6	bc	5.2	61.5	78.9	12.7
CDC Mc Gwire	5.5	bc	0.7	4.1	6.5	22.8	78.0	cde	5.0	68.7	86.1	11.2
CDC Speedy	5.0	ab	0.4	4.2	5.5	14.2	74.7	bcd	1.0	72.7	75.7	2.2
HB 803	4.9	ab	0.5	4.4	5.9	17.0	82.4	e	2.6	78.2	87.2	5.5
AF Lucius	6.3	de	0.4	5.7	7.2	11.6	72.0	bc	4.5	66.8	81.0	10.8
KM 2062	6.1	cd	0.4	5.4	6.9	12.5	75.3	cde	3.0	70.0	80.3	6.9
KM 2084	6.4	de	0.1	6.3	6.7	3.9	75.5	cde	2.5	71.8	80.2	5.6
KM 2283	7.5	f	0.3	7.1	8.0	6.3	67.7	ab	1.0	66.0	69.3	2.4
Merlin	5.0	ab	0.4	4.6	5.7	12.3	74.7	bcd	1.9	71.1	77.3	4.3
VKM 2074	7.0	ef	0.4	6.5	7.8	10.5	80.2	de	1.8	76.7	82.1	3.8
Odrúda, línie	HTZ, g						Výška, cm					
	průměr	HS	s _x	min.	max.	V, %	průměr	HS	s _x	min.	max.	V, %
CDC Alamo	44.8	cd	0.4	44.2	45.6	1.6	94.7	de	7.1	81.0	105.0	13.0
CDC Candle	39.7	a	2.8	36.0	45.2	12.3	111.7	f	7.8	99.0	126.0	12.2
CDC Gainer	43.1	bc	1.3	40.9	45.3	5.1	102.0	e	7.9	87.0	114.0	13.5
CDC Mc Gwire	42.0	abc	1.1	40.5	44.1	4.5	102.0	e	8.7	88.0	118.0	14.8
CDC Speedy	41.1	ab	0.1	40.9	41.2	0.4	86.7	abcd	1.8	84.0	90.0	3.5
HB 803	44.7	cd	0.3	44.3	45.4	1.3	90.7	cd	5.4	80.0	97.0	10.2
AF Lucius	46.6	de	2.3	42.0	49.2	8.6	85.5	abc	3.9	78.0	91.0	7.9
KM 2062	44.8	cd	0.7	43.7	46.0	2.6	94.3	cde	3.8	87.0	100.0	7.1
KM 2084	46.3	de	1.0	45.1	48.3	3.7	81.3	ab	3.2	76.0	87.0	6.8
KM 2283	43.9	bcd	1.4	41.8	46.5	5.4	85.8	abcd	4.2	78.0	92.5	8.5
Merlin	41.0	ab	0.7	40.0	42.2	2.8	77.7	a	1.2	76.0	80.0	2.7
VKM 2074	49.2	e	0.3	48.7	49.8	1.1	89.7	bcd	3.2	84.0	95.0	6.1

¹⁾ - průměrné hodnoty označené ve sloupci odlišnými písmeny se statisticky významně liší při P_{0,05}

Tabuľka 2: Mediány a variabilita biologických znaku u odrúd a línií bezpluchého ječmene jariho

Odrúda, línie	Poléhání ¹⁾			<i>Blum. graminis</i>			<i>Pyren. teres</i>			<i>Pucc. hordei</i>		
	medián	min.	max.	medián	min.	max.	medián	min.	max.	medián	min.	max.
CDC Alamo	4.0	4.0	6.0	2.0	1.0	5.0	8.0	8.0	8.0	6.0	4.0	8.0
CDC Candle	5.0	2.0	6.0	4.0	4.0	5.0	8.0	7.0	8.0	7.0	6.0	8.0
CDC Gainer	5.0	4.0	7.0	6.0	5.0	7.0	8.0	7.8	8.0	7.0	6.8	8.0
CDC Mc Gwire	5.0	4.0	8.0	5.0	2.0	6.0	7.8	6.0	8.0	8.0	8.0	8.0
CDC Speedy	7.0	3.0	7.0	3.0	2.0	5.0	7.0	6.5	8.0	6.0	6.0	7.5
HB 803	5.0	5.0	8.0	4.0	3.0	5.0	8.0	7.0	8.0	6.0	5.0	6.0
AF Lucius	8.0	7.0	8.0	4.5	3.0	6.0	7.0	6.0	7.5	7.0	6.5	7.5
KM 2062	6.0	6.0	7.0	5.0	3.0	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	8.0
KM 2084	8.0	7.0	8.0	4.5	3.0	6.0	6.0	4.0	7.0	6.0	4.0	7.0
KM 2283	7.5	7.5	8.0	5.5	4.0	6.5	7.6	7.5	8.0	8.0	7.0	8.0
Merlin	7.0	5.0	8.0	3.0	2.0	4.0	8.0	8.0	8.0	7.0	5.0	7.0
VKM 2074	7.0	6.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.5	4.0	7.0	6.0	5.0	6.5

¹⁾ - viz Materiál a metody

Analýza hlavních komponent byla využita se záměrem uspořádání sledovaných znaků a ukazatelů a nalezení jejich hierarchie u genotypů ječmene s rozdílným typem škrobu. Podíl reprodukované variability prvními čtyřmi hlavními komponentami (viz. Tab. 4 – poster) ukazuje na rozdílnou souvislost znaků a ukazatelů s hlavními komponentami u jednotlivých materiálů ječmene podle typu škrobu.

- NEWMAN, C.W. – NEWMAN, R.K. 2005. Hulless barley for food and feed. 167-202 in: Abdel Aal E., Wood P. (eds.) 2005. Specialty grains for food and feed. AAAC St. Paul, Minnesota, 413 pp. ISBN 1-891-1127-41-1.
- SVAČINA, P. 2008. Základy šlechtitelské práce při tvorbě odrůd jarního sladovnického ječmene. http://www.druvod.cz/files/aktuality/slechtitelske_listy_podzim_20081.pdf
- VACULOVÁ, K. – CANDRÁKOVÁ, E. 2009. Vliv hnojení N na hospodářsky významné ukazatele bezpluchého ječmene. *Obilnářské listy*, 17, 2009, 3: 73-78. ISSN: 1212-138X.
- VACULOVÁ, K. – EHRENBERGEROVÁ, J. – ZIMOLKA, J. 1996. Barley developing for human food in the Czech Republic. In: Proceedings of 5th International Oat Conference & 7th International Barley Genetics Symposium, Poster sessions, Vol. 1, ed. A.Slinkard, G. Scoles and B. Rossnagel, 29.July-6.August 1996, Saskatoon, Canada, ISBN 0-88880-347-8. 101-103 pp.
- VACULOVA, K. – MACHOVA-POLAKOVA, K. 2004. Breeding aspects based on DNA-MAS for barley waxy grain character. In: Proceedings, International Workshop on Advances in Molecular Biology. Methods for Genotype Identification, Plant Breeding and Product Control, Prague, November 3, 2004. 61-62.
- WASHINGTON, J.M. – BOX, A. – KARAKOUSIS, A. – BARR, A.R. 2000. Developing Waxy Barley Cultivars for Food, Feed and Malt. In: Barley genetics VIII: proceedings of the 8th International Barley Genetics Symposium, 22-27 October, Adelaide Convention Centre, Adelaide, South Australia / Susan Logue (ed.): pp.303-306.
- XUE, Q. – WANG, L. – NEWMAN, R.K. – NEWMAN, C.W. – GRAHAM, H. 1997. Influence of the hulless, waxy starch and short-awn genes on the composition of barleys. *J. Cereal Sci.* 26: 251-257.

Adresa autorů:

Kateřina VACULOVÁ, Marta BALOUNOVÁ, ¹Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž, Česká republika, e-mail: vaculova.katerina@vukrom.cz

Jarmila MILOTOVÁ, ²Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž, Česká republika

PRÍNOS UCHOVÁVANIA GENETICKÝCH ZDROJOV RASTLÍN V GÉNOVEJ BANKE SR CONTRIBUTION PLANT GENETIC RESOURCES CONSERVATION IN GENE BANK SLOVAK REPUBLIC

Daniela BENEDIKOVÁ – Michaela BENKOVÁ – Iveta ČIČOVÁ – Pavol
HAUPTVOGEL – Ľubomír MENDEL

Gene bank SR is a special facility for the long-term conservation of genetic resources (especially seed species) in full viability. It was opened in the year 1997 on the Research Institute of Plant Production Piešťany (on the present Plant Production Research Centre Piešťany). The storage capacity is 50 000 seed samples in four cool chambers at two storage temperature conditions (-17 °C and +4 °C). During period, since 1997 to year 2009 in the Gene bank SR 15 138 seed samples has been stored in the active collection and 3 421 seed samples in base collection. Safety collection includes 3 261 seed samples of most important species and is located in Gene bank Research Institute of Plant Production in Prague, Czech Republic. Within the frame utilisation of plant genetic resources were 2 904 seed samples provided for solving research works and projects, for plant breeding purposes were provided 271 seed samples and for purposes education 248 seed samples were used. The total number 357 requested seed samples were delivered to foreign users. During existence of Gene bank SR was carried out viability monitoring after 5 years of storage for 7 739 samples from active collection. All activities in Gene bank SR are performing according to actual legislation. The paper is oriented on evaluation of all present activities of Gene bank SR and their assessment for conservation plant genetic resources in Slovakia.

Key words: Gene bank Slovak Republic, genetic resources, conservation, utilisation

Úvod

Svetový plán akcií uchovávania a trvalo udržateľného využívania genetických zdrojov rastlín predstavuje hlavný program organizácie FAO týkajúci sa práce s genetickými zdrojmi rastlín. Svojich dvadsať priorit má rozčlenených do štyroch oblastí a jednou z nich je i využívanie genetických zdrojov rastlín. Efektívne využívanie genofondu predpokladá čo najdokonalejšiu znalosť existujúcej genetickej variability druhov, biologických vlastností širokých súborov odrôd a šľachtiteľsky rozpracovaných materiálov. Základom pre riešenie uvedenej problematiky je cieľavedomé vyhľadávanie, zhromažďovanie, uchovávanie a štúdium geneticky cenných odrôd, ekotypov, krajových odrôd, polokultúrnych foriem a iných genetických zdrojov (van Hintum, van Jongen a Hazekamp, 1995). Genetické zdroje rastlín, ako také, sú hospodársky a politicky významnou zložkou majetku štátu, nakoľko majú priamy vplyv na potravinovú bezpečnosť každej krajiny. Každá krajina si uchováva svoje genetické zdroje rastlín a využíva ich pre svoje potreby (FAO/IPGRI, 1994). Uchovávanie semenných druhov sa realizuje v génových bankách, vegetatívne rozmnožované druhy sa uchovávajú v poľných kolekciiach týchto bánk (Engels a Visser 2003).

Genetické zdroje sa využívajú nielen v pestovateľskej praxi, ale najmä v šľachtiteľských programoch, pri riešení vedeckých a výskumných projektov a tiež pri propagačných a vzdelávacích aktivitách pre odbornú a laickú verejnosť (Benediková a kol., 2009).

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť prínos Génovej banky SR pre využívanie genetických zdrojov v šľachtení a výskume a pre ich dlhodobé uchovávanie.

Materiál a metódy

Základným legislatívnym rámcom pre všetky domáce aktivity týkajúce sa genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo je Národný program ochrany genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (ďalej len Národný program), zákon NR SR č. 215/2001 Z. z. o ochrane genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (ďalej len zákon) a vykonávacía vyhláška č. 283/2006 Z.z. k uvedenému zákonu.

Génová banka SR počas svojej existencie vykonáva všetky činnosti vyplývajúce z jej štatútu, ktorý je súčasťou Národného programu. V roku 2009 bola pripravená novelizácia Národného programu na roky 2010 až 2014, ktorý bol zverejnený dňa 23 novembra 2009 vo Vestníku MP SR čiastka 24, bod 66.

Génová banka SR, ktorá sídli v CVRV- Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, slúži na uchovávanie semenných druhov genetických zdrojov rastlín. Vegetatívne rozmnožované rastlinné druhy (ovocné druhy, vinič, okrasné rastliny a iné) sa uchovávajú v poľných kolekciiach na riešiteľských pracoviskách.

Kapacita uskladnenia v génovej banke je 50 000 vzoriek semien. Teplota pre dlhodobé skladovanie semien v základnej kolekcii je -17°C, doba skladovania až 50 rokov. Strednodobé skladovanie semien pri +4°C je v aktívnej kolekcii na dobu 10 rokov.

Distribúcia vzoriek semien genetických zdrojov sa vykonáva na základe požiadavky žiadateľa a možnosti kapacity semien génovej banky len na nekomerčné účely pre šľachtiteľov, na výskumné a vedecké účely. Semená sa poskytujú bezplatne, jedna vzorka obsahuje maximálne 200 semien, prístupných pre užívateľov je asi 80 % uskladnených vzoriek semien. Podľa medzinárodných predpisov je každá vzorka zasielaná len so

súhlasom kurátora kolekcie, alebo šľachtiteľa a je sprevádzaná štandardnou dohodou o presune materiálu (sMTA - Standard Material Transfer Agreement) v súlade s Dohovorom o biologickej diverzite a Medzinárodnou zmluvou.

Výsledky, diskusia

Genetické zdroje rastlín sa využívajú v ostatnom čase hlavne pri riešení výskumných projektov zameraných na rozširovanie pestovania netradičných plodín (minor crop), rozšírenie druhovej pestrosti lúčnych a pasienkových porastov, výber vhodných druhov a odrôd pre alternatívne využívanie produkcie, zlepšovanie pôdnej úrodnosti a iné účely. Užívateľom je k dispozícii pasportná databáza génovej banky uverejnená na www.vurv.sk. K dátumu 31.12.2009 bolo v databáze evidovaných 181 kolekcií udržiavaných *ex situ*, 2 kolekcie *in vitro* a 1 *in situ* o celkovom počte 23 689 vzoriek. V spolupráci s jednotlivými kurátormi je možné získať informácie i z opisnej databázy jednotlivých genetických zdrojov. Tieto databázy sú vypracované v súlade s medzinárodnými štandardami (van Hintum, van Jongen a Hazekamp, 1995).

Dôležitosť využívania genetických zdrojov rastlín vidíme i v tom, že sa využívajú v šľachtiteľských programoch, pri riešení výskumných úloh a vo výukových programoch stredných a vysokých škôl a univerzít, propagačných a vzdelávacích aktivitách múzeí a v trvalých výsadbách rôznych inštitúcií.

Šľachtenie rastlín realizujú private firmy a akciové spoločnosti, avšak v súčasnosti na Slovensku situácia v tejto oblasti nie je veľmi priaznivá, pôsobí tu približne 15 šľachtiteľských subjektov. Ich aktivity sú zamerané na tvorbu nových genotypov najmä obilnín, (pšenica, jačmeň, raž) zeleniny, viniča a ovocných druhov s rezistenciou k významným patogénom.

V období rokov 1997 až 2009 bolo zaevidovaných do aktívnej kolekcie Génovej banky SR 15 138 vzoriek semien a do základnej kolekcie 3 421 vzoriek semien. Ďalej bola vytvorená tzv. bezpečnostná kolekcia obsahujúca 3 261 vzoriek semien najvzácnejších domácich genetických zdrojov a táto je uložená v zahraničí v Génovej banke Českej republiky na VÚRV v Prahe. Prehľad stavu napĺňania kolekcií v jednotlivých rokoch je uvedený v tabuľke 1 a 2.

Jednou z dôležitých aktivít každej génovej banky je poskytovanie vzoriek semien pre užívateľov. Vzorky semien sa poskytujú len z aktívnej kolekcie. Počas existencie Génovej banky SR za roky 1997 až 2009 bolo z aktívnej kolekcie vydaných 9 493 vzoriek semien. Nakoľko program evidencie génovej banky eviduje každý pohyb so semenom ako výdaj je potrebné toto množstvo vzoriek rozdeliť na výdaj pre účely výskumu a šľachtenia (3 348 vzoriek) a výdaj pre účely monitoringu klíčivosti semien aktívnej kolekcie po uplynutí doby skladovania 5 rokov (6 648 vzoriek).

Z počtu 3 348 vzoriek bolo poskytnutých na riešenie výskumných úloh a projektov 2 803 vzoriek, priamo pre účely šľachtenia bolo poskytnutých 286 vzoriek a pre účely vzdelávania na univerzitách a stredných školách (ŠVOČ, diplomové a doktorandské práce) bolo poskytnutých 259 vzoriek semien. Z celkového počtu vydaných vzoriek Génová banka SR poskytla do zahraničia 537 vzoriek semien.

Územie Slovenska je charakterizované vysokou diverzitou. Pôvodne pestované krajové odrody a populácie je možné zhromažďovať, uchovávať pre budúce generácie a využiť v šľachtení nových odrôd. V rámci zberových aktivít pracovníci génovej banky zorganizovali za dobu jej trvania viac ako 42 expedícií na území Slovenska a v zahraničí. Z týchto zberových expedícií sa zhromaždilo vyše 6 500 vzoriek semien, zahŕňujúcich krmoviny, strukoviny, trávy, ovocné druhy, aromatické a liečivé druhy, olejninu, zeleninu, obilniny a divorastúcich predchodcov kultúrnych druhov. Systematické zbery vo vybraných oblastiach Slovenska boli zamerané na záchranu autochtónnych krajových odrôd pestovaných plodín a ich divorastúcich predchodcov. Hlavným cieľom zberových expedícií bol prieskum lokalít, zber, inventúra unikátnych vzoriek tradičných odrôd a krajových odrôd, ako aj ekotypov divorastúcich populácií, široko rozšírených v rôznych oblastiach Slovenska a reprezentujúcich významnú časť prírodných zdrojov našej krajiny a kultúrneho dedičstva našich ľudí.

V roku 2009 bola aktualizovaná databáza pasportných údajov zaslaných do informačného katalógu EURISCO. Je to centrálna európska databáza ktorá zahŕňa viac ako milión pasportných informácií z 32 krajín. Databáza pasportných dát Slovenska pozostáva zo 16 822 položiek.

Záver

Rozhodujúci prínos Génovej banky SR spočíva v tom, že sa realizujú aktivity vyplývajúce z medzinárodného Dohovoru o biologickej diverzite a plní sa Aktualizovaný akčný plán pre implementáciu Národnej stratégie ochrany biodiverzity na Slovensku. V rámci činnosti riešiteľských pracovísk Národného programu pre ochranu GZR sa plnia ďalšie dôležité úlohy ochrany genetických zdrojov rastlín. S novými genetickými zdrojmi sa neustále pracuje, hodnotia sa podľa príslušných klasifikátorov plodín podľa fenologických, morfológických a agronomických znakov a vlastností. Na základe týchto hodnotení nachádzajú uplatnenie v šľachtení, prípadne v základnom alebo aplikovanom výskume ako experimentálny biologický materiál.

V oblasti vzdelávania, výchovy a propagácie genetických zdrojov rastlín sa organizujú odborné konferencie, semináre a vzdelávania, publikuje sa informačný spravodajca GENOFOND, listovka o Génovej banke SR, poskytujú sa konzultácie, exkurzie a prednášky pre odbornú i laickú verejnosť.

Aktívnou účasťou na medzinárodných akciách, zaoberajúcich sa problematikou ochrany genofondu, propagujú sa dosiahnuté výsledky pri riešení Národného programu v SR. Kurátori plodín pracujú i v rámci Bioversity International v pracovných skupinách ECPGR kde prezentujú výsledky dosiahnuté pri riešení Národného programu.

V súlade s kritériami FAO a Bioversity International sa dodržiava manažment semenných vzoriek genetických zdrojov rastlín v génovej banke podľa kritérií FAO a Bioversity International, plnia sa príslušné metodické pokyny a normy pre zabezpečenie správneho riadenia všetkých aktivít súvisiacich s prácami v Génovej banke SR, aktualizujú sa popisné a pasportné databázy kolekcii. SR, aktualizujú sa popisné a pasportné databázy kolekcii.

Pod'akovanie: Tato práca vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Transfer, využitie a diseminácia výsledkov výskumu genofondu rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (ITMS: 26220220058), spolufinancované zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Literatúra

- BENEDIKOVÁ, D. A KOL. 2009. Zhromažďovanie, hodnotenie a uchovávanie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo. ZS úlohy odbornej pomoci MP SR, CVRV Piešťany, 152 s.
- ENGELS, J.M.M. AND VISSER, L. (eds) 2003. A guide to effective management of germplasm collection. IPGRI Handbooks for Genebanks No.6. IPGRI, Rome Italy.
- FAO/IPGRI. 1994. Genebank Standards, FAO Rome, Italy and IPGRI, Rome, Italy, 13 pp.
- VAN HINTUM, T.J.L. – VAN JONGEN, M.W.M. – HAZEKAMP, T. 1995 Standardization in Plant Genetic Resources Documentation. Centre for Genetic resources, Wageningen, The Netherlands, 129 pp.

Tabuľka 1: Vývoj stavu aktívnej kolekcie Génovej banky SR vo vybraných rokoch podľa skupín plodín

Aktívna kolekcia	1997	1999	2000	2002	2003	2005	2006	2008	2009
Plodiny	1088	3197	3407	4887	5204	6908	7588	8263	8410
Obilniny	139	194	208	228	236	251	253	255	257
Zelenina	223	1043	1378	1867	2107	2683	2927	3072	3072
Strukoviny	126	220	233	257	319	353	429	505	518
Krmoviny	0	450	562	722	739	796	839	892	892
Aromat. a liečivé rast.	26	69	94	111	112	146	171	204	204
Repa	51	51	52	52	108	109	114	123	123
Kvety	10	10	10	10	10	16	20	24	24
Trávy	1	45	61	93	93	106	117	128	159
Kukurica	31	66	231	418	535	743	820	822	822
Priemyselné plodiny	147	169	188	334	334	396	424	433	447
Iné obilniny	0	15	26	61	80	137	161	210	210
CELKOM	1842	5529	6450	9040	9877	12644	13863	14931	15138

Tabuľka 2: Vývoj stavu základnej kolekcie Génovej banky SR vo vybraných rokoch podľa skupín plodín

Základná kolekcia									
Plodiny	1997	1999	2000	2002	2003	2005	2006	2008	2009
Obilniny	26	418	620	745	752	902	1067	1101	1103
Zelenina	54	105	121	132	132	133	133	133	133
Strukoviny	131	523	569	749	779	942	961	961	961
Olejníny	136	136	136	138	195	204	207	248	248
Krmoviny	2	67	67	73	73	77	79	83	83
Aromat. a liečivé rast.	9	23	23	28	28	40	42	42	42
Repa	17	17	17	17	49	50	56	56	56
Kvety	26	61	61	61	61	61	61	61	61
Trávy	2	29	45	60	60	63	63	63	63
Kukurica	33	84	129	221	248	410	416	416	416
Priemyselné plodiny	146	148	148	239	239	239	239	239	239
Iné obilniny	0	6	11	14	16	16	16	16	16
CELKOM	582	1617	1947	2477	2632	3137	3340	3419	3421

Tabuľka 3: Výdaj vzoriek semien z Aktívnej kolekcie za obdobie rokov 1997 až 2009

Plodiny	1997	2000	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	Spolu 1997-2009
Obilniny	1	154	225	672	500	716	190	777	383	5 618
Zelenina	0	2	1	104	24	0	2	45	0	359
Strukoviny	0	46	30	107	101	62	9	193	311	1066
Olejníny	0	0	43	51	38	4	13	45	51	468
Krmoviny	0	94	63	234	365	22	15	50	36	930
Aromat. lieč. rast.	0	0	0	6	3	2	0	64	21	143
Repa	0	0	0	7	6	0	0	62	0	141
Kvety	0	0	0	16	7	0	13	1	0	37
Trávy	1	1	1	1	47	0	0	0	24	130
Kukurica	0	0	0	4	4	0	2	21	92	220
Priemyselné plodiny	0	10	14	41	19	46	3	7	8	265
Iné obilniny	0	0	0	9	13	0	1	44	19	116
Celkom	2	307	377	1252	1127	852	235	1309	945	9 493

Adresa autorov:

doc. Ing. Daniela Benediková, PhD. Ing. Michaela Benková, PhD., Ing. Iveta Čičová, Ing. Pavol Hauptvogel, PhD., Ing. Eubomír Mendel, PhD.

Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany,
benedikova@vurv.sk

ROZDÍL VE SLOŽENÍ ZÁSObNÍCH BÍLKOVIN V ODRŮDÁCH PŠENICE REGISTROVANÝCH V ČR A JEHO VLIV NA KVALITATIVNÍ PARAMETRY ZRNA

VARIATION OF STORAGE PROTEINS WITHIN WHEAT VARIETIES REGISTERED IN CR AND EFFECT ON QUALITY PARAMETERS OF SEED

Jana BRADOVÁ – Václav DVOŘÁČEK – Jana. CHRPOVÁ

The electrophoretic analysis of gliadins and high and low molecular weight glutenin subunits (HMW-GS, LMW-GS) made it possible to determine the intra-varietal polymorphism of spring and winter wheat varieties registered in the Czech Republic. A model set of 26 gliadin and 2 glutenin lines (biotypes) of 13 wheat varieties was characterised by chosen methods of technological quality and agronomical traits. The differences between the protein lines of wheat varieties document a necessity to keep an invariable ratio of single wheat lines in polymorphic wheat varieties. This information can be effectively applied in breeding of new varieties, in the area of registered variety maintenance and seed production.

Key words: gliadins, glutenins, wheat variety, electrophoresis, quality

Úvod

Odrůda je základním prvkem rostlinné výroby, jehož význam spočívá hlavně v tom, že představuje soubor geneticky fixovaných vlastností plodiny, které předurčují finální produkci plodiny k jasně definovanému účelu. Odrůda je charakteristická svými vlastnostmi, pro které byla registrována (zapsána do Státní odrůdové knihy).

Nejrozšířenější plodinou v České republice je pšenice a tomu odpovídá i vysoký počet registrovaných odrůd. Vzhledem k tomu, že pšenice je samosprašná plodina s nízkým stupněm cizosprašení (3-7 %), je většina odrůd typu čisté linie nebo směsi izogenních linií (Chloupek, 2000). To znamená, že odrůdy pšenice mohou být homogenní – jednodlinové nebo heterogenní – víceliniové (polymorfní). Proto je pro identifikaci odrůd pšenice elektroforetickou analýzou zásobních bílkovin zrna nezbytná znalost polymorfismu v elektroforetické skladbě bílkovinných genetických markerů (gliadinů a gluteninů). V případě polymorfních odrůd je jejich genetická struktura charakterizována počtem bílkovinných linií a jejich podílem v odrůdě. Relativní zastoupení jednotlivých bílkovinných linií u polymorfní (heterogenní) odrůdy je významné pro stálost registrované odrůdy, pro její udržování a pěstování a i pro kontrolu její odrůdové pravosti a čistoty při hodnocení dávek osiva a merkantilu. Záměrná konstrukce odrůdy heterogenní ve skladbě bílkovin, může zvyšovat její adaptabilitu či agronomickou hodnotu. Narušení takové rovnováhy (změna poměru jednotlivých bílkovinných linií) může zmíněné vlastnosti odrůdy oslabit a bílkovinné linie dané odrůdy se pak mohou v některých v agronomicky významných vlastnostech lišit (Sontak-Strohm et al., 1996).

Materiál, metody

Na pokusných pozemcích VÚRV, v.v.i. byl v letech 2003 a 2004 ručně vyset modelový soubor standardních vzorků polymorfních odrůd jarní i ozimé pšenice (Bradová, Šašek 2005), které poskytl ÚKZÚZ ČR. Elektroforetický bylo hodnoceno 30 klasů (2 až 3 zrna) z různých rostlin standardního typu každé odrůdy v plné zralosti zrna. Zrno bylo soustředěno podle zjištěných bílkovinných linií v rámci odrůdy a takto získané čisté linie byly přeseťy, namnoženy a nadále hodnoceny ve sklizňových ročnících 2005, 2006, 2007.

Elektroforetická spektra gliadinů byla stanovena modifikovaným způsobem vertikální elektroforézy ve sloupcích škrobového gelu a alelické gliadinové bloky zón byly z elektroforetického spektra gliadinů vyčleněny podle publikovaného postupu (Šašek et al., 2000). Elektroforetická spektra HMW-GS byla stanovena postupem vertikální elektroforézy v polyakrylamidovém gelu v přítomnosti dodecylsírany sodného (Laemmli, 1970). Identifikace jednotlivých HMW-GS byla realizována podle publikovaného katalogu (Payne, Lawrence 1983).

Z kvalitativních parametrů byl spektroskopicky (NIRS) měřen obsah bílkovin (NL) a škrobu. Kvalita bílkovin byla hodnocena SDS mikrosedimentačním testem (Dick, Quick 1983). Ke změření aktivity alfa-amylázy byla použita metoda Falling number (FN).

Naměřená data byla statisticky hodnocena na základě analýzy rozptylu (ANOVA) s následným testem mnohonásobného srovnávání (Fisher LSD test).

Výsledky a diskuse

Do studie bylo zahrnuto celkem 28 čistých bílkovinných linií vyčleněných z 10 heterogenních odrůd ozimé a ze 3 heterogenních odrůd jarní pšenice. Odrůdy Astella, Karolinum, Meritto, Mladka, Sepstra, Solara, Aranka, Munk, Sandra a Ilona tvořily dvě gliadinové linie a odrůdy Niagara a Windsdor byly složeny ze tří gliadinových linií. Pokud se týká HMW-gluteninů, všechny tyto odrůdy byly homogenní. Jako gluteninově heterogenní byla do studie zahrnuta pouze odrůda Asta skládající se ze dvou gluteninových linií.

Pro posouzení významu gliadinového a gluteninového polymorfismu odrůd pšenice jsou zejména podstatně zjištěné rozdíly v hodnotě těch ukazatelů technologické kvality, které se vyznačují vyšší dědivostí, jako např. sedimentační hodnota, která je nepřímým ukazatelem pekařské kvality (Pedersen et al., 2004). Statisticky průkazný rozdíl pro tento parametr byl zjištěn mezi gliadinovými liniemi odrůdy Karolinum (Tabulka 1). Zjištěný rozdíl odpovídá i výskytu gliadinových bloků, které markerují pekařskou jakost. Gliadinová linie Karolinum „B“ je vybavena blokem *GLD IB4*, tj. markerem vyšší pekařské jakosti (Šašek et al., 2000), zatímco linie „A“ je charakterizována blokem *GLD IB3* (Vyhnánek, Bednář, 2003), markerem horší pekařské jakosti a právě gliadinová linie Karolinum B je charakterizována statisticky průkazně vyšší sedimentační hodnotou než linie Karolinum „A“.

Tabulka 1: Hodnoty měřených kvalitativních parametrů izolovaných bílkovinných linií pšenice

Odrůda	Gli/Glu linie	SDS (ml)		Obsah škrobu (%)		Obsah N-látek (%)		FN (s)	
		σ	F- test	σ	F- test	σ	F- test	σ	F- test
Asta	a	5,48	a	61,2	a	12,7	a	325	b
	b	5,73	a	62,0	a	12,4	a	190	a
Karolinum	A	4,68	cd	62,4	cdefg	12,6	abcde	302	defg
	B	5,95	ef	62,1	cdef	12,7	bcde	308	defg
Mladka	A	4,73	cd	62,1	cdef	11,0	abc	271	cd
	B	4,93	cd	60,5	abc	13,3	efg	315	defg
Niagara	A	5,98	ef	62,2	cdefg	11,8	abcde	190	b
	B	6,05	f	61,9	bcdef	12,1	abcde	214	bc
	C	6,17	f	63,3	efg	12,8	bcdefg	396	hi
Sepstra	A	5,15	def	60,7	abc	12,7	abcde	280	cdef
	B	4,73	cd	62,7	defg	11,4	abcde	342	efghi
Windsor	A	3,68	ab	63,9	g	11,0	abc	311	defghi
	B	3,60	a	62,4	cdefg	11,3	abcd	330	defghi
	C	3,98	abc	62,2	cdef	10,9	ab	277	cde

Statisticky průkazné rozdíly byly zjištěny v obsahu škrobu mezi gliadinovými liniemi odrůdy Sepstra a také mezi gliadinovými liniemi odrůdy Windsdor (Windsor „A“ versus Windsor „C“). Rozdíl byl zjištěn rovněž v případě gliadinových linií odrůdy Mladka v obsahu dusíkatých látek a v hodnotách pádového čísla (FN) mezi liniemi „A“ a „C“ odrůdy Niagara. V tabulce 1 můžeme vidět, že statisticky průkazný rozdíl pro gluteninové linie odrůdy Asta byl zjištěn pouze v hodnotách testu Falling number.

Z výsledků je patrné že jednotlivé komponenty (bílkovinné linie) polymorfismu odrůd se mohou lišit různou technologickou či agronomickou hodnotou, což bylo potvrzeno i dalšími autory (Sontak-Strohmann et al., 1996). Jako příklad lze uvést odrůdu Karolinum, jejíž gliadinové složení svědčí o záměrném vytvoření této odrůdy, tak aby měla uspokojivou pekařskou jakost a zároveň dobrou odolnost ke rzi travní. Tato odrůda je složena ze dvou gliadinových linií v poměru 2:1 (A/B), kdy linie A (je vybavena žitným translokačním segmentem *T1BL.1RS*, který nese gen odolnosti ke rzi travní Sr 31 a současně podmiňuje horší pekařskou jakost pšeničné mouky (přítomnost sekalinových genů). Odrůda byla na základě svých kvalitativních parametrů v roce registrace (2003) zařazena do třídy pekařské jakosti A (kvalitní), (ÚKZÚZ, Česká republika). Pokud by došlo k výraznému snížení procentického zastoupení linie „B“, je pravděpodobné, že celá odrůda by se změnila natolik, že její vlastnosti by odpovídaly spíše třídám pekařské jakosti B (chlebová) nebo C (pšenice nevhodná pro pekařské využití).

Závěr

Znalost vnitroodrůdového bílkovinného polymorfismu registrovaných odrůd pšenice je významná nejen pro organizace pověřené udržováním jednotlivých registrovaných odrůd, ale i pro semenářství. Zjištěné poznatky mohou být efektivně využitelné i v oblasti šlechtění nových odrůd, kde by vždy mělo být bráno v úvahu, zda rodičovské komponenty použité ke křížení, byly homogenní či heterogenní (víceliniové) odrůdy.

Poděkování: Tato práce byla podpořena řešením projektu MZe ČR QH92155.

Literatura

- CHLOUPEK, O., 2000. Šlechtění pšenice. Pages 1587-164. In: Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Academia, Praha.
- SONTAG-STROHM, T. – PAYNE, P.I. – SALOVAARA H., 1996. Effect of allelic variation of glutenin subunits and gliadins on baking quality in the progeny of two biotypes of bread wheat cv. Ulla. J Cereal Sci. 24 (2): 115-124

- BRADOVÁ, J. – ŠAŠEK A. 2005. Diversity of gliadins and HMW glutenin subunits in Czech registered wheat varieties. *Czech J Genet Plant Breed* 41:160-163
- ŠAŠEK, A. – ČERNÝ, J. – SÝKOROVÁ, S. – BRADOVÁ J. 2000. Katalog elektroforetických spekter odrůd pšenice seté. Pages 22-23. In: *Inovované katalogy bílkovinných genetických markerů pšenice seté a ječmene*. ÚZPI, Praha.
- LAEMMLI, V. K. 1970: Cleavage of structural proteins during assembly of the head bacteriophage. *Nature*, 227: 680-685.
- PAYNE, P.I. – LAWRENCE G.J., 1983. Catalogue of alleles or the complex loci, Glu-A1, Glu-B1 and Glu-D1 which coded for high-molecular-weight subunits of glutenin in hexaploid wheat. *Cereal Research Commun.* 11: 29-35.
- DICK, J.W. – QUICK, J.S. 1983. A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early-generation durum wheat breeding lines. *Cereal Chem.* 60(4):315-318.
- PEDERSEN, L. – KAACK, L. – BERGSOE, M.N. – ADLER-NISSEN, J., 2004. Rheological properties of biscuit dough from different cultivars, and relationship to baking characteristic. *J Cereal Sci.* 39: 37-46
- VYHNÁNEK, T. – BEDNÁŘ, J. 2003. Detection of the varietal purity in sample of harvested wheat and triticale grains by prolamin marker. *Plant Soil Environ.* 49: 95–98

Adresa autora:

Ing. Jana Bradová, Ing. Václav Dvořáček, PhD., Ing. Jana Chrpová, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6, ČR

ZÁVISLOSŤ KVALITATÍVNYCH A KVANTITATÍVNYCH PARAMETROV ÚRODY SLNEČNICE ROČNEJ OD RACIONALIZAČNÝCH PRVKOV TECHNOLÓGIE

DEPENDENCE OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE PARAMETERS OF SUNFLOWER YIELD FROM RATIONALIZATION ELEMENTS OF TECHNOLOGY

Ivan ČERNÝ – Zuzana BACSOVÁ – Alexandra VEVERKOVÁ

The field polyfactorial experiment was established in Dolná Malanta in 2009. In the experiment were observed two hybrids of sunflower (NK Brio, NK Alexandra) and five fertilization variants (V1-control variant, V2 – leaf fertilizer Pentakeep 0,1 l.ha⁻¹, V3 - leaf fertilizer Pentakeep 0,25 l.ha⁻¹, V4 - leaf fertilizer Pentakeep 0,5 l.ha⁻¹, V5-growth stimulator Atonik). The results show that the impact of weather conditions of growing year was suitable for sunflower growing. The results show that foliar application of Pentakeep 0,5 l.ha⁻¹ had positive impact on achenes yield of sunflower. The highest oiliness of sunflower was determined on variant Pentakeep 0,25 l.ha⁻¹. Within biological material hybrid NK Brio was the most fertile
Key words: sunflower, fertilization

Úvod

Slnečnica ročná zastáva vo svetovom merítku významné miesto, zaraďuje sa medzi päť najvýznamnejších olejnin sveta. Rast slnečnice do veľkej miery ovplyvňujú agrotechnické a klimatické podmienky (Baničová, 2003).

V systéme pestovania niektorých plodín je možné využívať aj látky stimulujúce ich produkčný proces. Uvedené látky svojou podstatou vplývajú na rast a vývoj, čím významne ovplyvňujú finálnu kvantitatívnu a kvalitatívnu stránku produkcie. Ich význam sa definuje len za predpokladu, že všetky agrotechnické, výživárske, ochrannárske a pestovateľské opatrenia boli využité v maximálnej miere (Záhradníček, 2007).

Každý hybrid, resp. maximálne využitie genetického potenciálu hybridu si vyžaduje „svoje“ výkonné prostredie, v rámci ktorého je hospodárska úroda daná komplexom a komplexnosťou vzťahov medzi genetickým potenciálom hybridu a pôdno - poveternostnými podmienkami pestovateľského stanovišťa (Kováčik, Škaloud, Smutný, 1986, Steer, Seiler, 1990).

Materiál a metódy

Cieľom experimentu bolo zhodnotiť úrodovú výkonnosť a olejnatosť sledovaných hybridov slnečnice ročnej vplyvom ošetrenia s rastovým stimulátorom Atonik a rôznych úrovni aplikácie listového hnojiva Pentakeep - V. Sledovať poveternostné podmienky (priemerná denná teplota, úhrn zrážok), ich priebeh a vplyv na úrodu a kvalitu slnečnice ročnej.

Poľný polyfaktorový pokus bol realizovaný v roku 2009 s dvomi registrovanými hybridmi (NK Brio, Alexandra) slnečnice ročnej na experimentálnej báze SPU Nitra, v stredisku biológie a ekológie rastlín Dolná Malanta.

Pokus bol založený metódou delených dielcov v troch opakovaniach, pričom stupne faktorov boli v náhodných usporiadaníach. Obrábanie pôdy a spôsob založenia porastu boli uskutočňované v súlade so zásadami konvenčnej technológie pestovania slnečnice ročnej s výsevom na vzdialenosť 0,70 m x 0,24 m.. Predplodinou bol jačmeň siaty jarný. Základné hnojenie bolo vykonané bilančnou metódou na základe agrochemického rozboru pôdy na predpokladanú výšku úrody 3 t.ha⁻¹. Pred zberom bola vykonaná desikácia porastu s prípravkom Kaput (4 l.ha⁻¹).

Tabuľka 1: Varianty foliárneho ošetrenia

Variant	Dávka	1. termín ošetrenia	2. termín ošetrenia	3. termín ošetrenia
V 1.	kontrola	kontrola	kontrola	kontrola
V 2.	0,1 l .ha ⁻¹ Pentakeep V	18 BBCH	22 BBCH	32 BBCH
V 3.	0,25 l .ha ⁻¹ Pentakeep V	18 BBCH	22 BBCH	32 BBCH
V 4.	0,5 l .ha ⁻¹ Pentakeep V	18 BBCH	22 BBCH	32 BBCH
V 5.	0,8 l .ha ⁻¹ Atonik	-	22 BBCH	32 BBCH

Výsledky a diskusia

Kováčik (2000) a iní autori konštatujú, že poveternostné podmienky ročníka majú významný vplyv na tvorbu úrody slnečnice ročnej. Z o získaných výsledkov vyplýva že rok 2009 bol pre pestovanie slnečnice ročnej poveternostne priaznivý.

De la Vega a Chapman (2001) poukazujú na variabilitu produkčného potenciálu hybridov slnečnice ročnej. Uvedenú tendenciu potvrdzujú i výsledky získané v našich experimentoch , kde hybrid Brio bol úrodovo výkonnejší a obsah oleja mal tiež vyšší ako hybrid Alexandra.

Podľa Záhradníčka (2002) uvedené látky svojou podstatou vplyvajú na rast a vývoj, čím významne ovplyvňujú finálnu kvantitatívnu a kvalitatívnu stránku produkcie. Jeho tvrdenie sa potvrdilo aj v našom experimente. Najvyššia úroda nažiek bola na úrovni ošetrovania Pentakeepom V dávke 0,5 l.ha⁻¹. Obsah tukov bol najvyšší na variante s koncentráciou Pentakeepu V 0,25 l.ha⁻¹.

Tabuľka 2: Vplyv foliárne aplikovaných prípravkov na úrodu (t.ha⁻¹) a obsah oleja (%)

Variant	Hybrid	Úroda t.ha ⁻¹	Obsah oleja %
V1	Brio	2,88	42,78
	Alexandra	2,61	41,32
	priemer za ošetrovanie	2,75	42,05
V2	Brio	2,75	47,66
	Alexandra	3,33	41,89
	priemer za ošetrovanie	3,04	44,78
V3	Brio	2,91	47,42
	Alexandra	2,82	42,62
	priemer za ošetrovanie	2,87	45,02
V4	Brio	3,76	42,66
	Alexandra	2,74	44,08
	priemer za ošetrovanie	3,25	43,37
V5	Brio	2,87	43,34
	Alexandra	3,18	41,58
	priemer za ošetrovanie	3,03	42,46

Záver

Z jednoročných výsledkov experimentu, realizovaného, v teplej kukuričnej výrobnnej oblasti vyplývajú nasledovné závery:

1. Poveternostné podmienky pestovateľského ročníka 2009 boli pre pestovanie slnečnice ročnej priaznivé.
2. Mimokoreňová aplikácia listového hnojiva Pentakeep V bola v porovnaní s aplikáciou Atoniku produkčne výhodnejšia. Najvyššia úroda nažiek bola na úrovni ošetrovania Pentakeepom V dávke 0,5 l.ha⁻¹. Obsah tukov bol najvyšší na variante s koncentráciou Pentakeepu V 0,25 l.ha⁻¹.
3. Produkčne a kvalitatívne bol stabilnejším hybrid NK Brio.

Pod'akovanie: Príspevok bol vypracovaný za podpory projektu Vega 1/0388/09/8 „Racionalizácia pestovateľského systému slnečnice ročnej (*Helianthus annuus L.*) v podmienkach globálnej zmeny klímy.“

Literatúra

- BANIČOVÁ, J. – RYŠAVÁ, B., 2003. Slnečnica biológia, pestovanie a využívanie. 1 vyd. Nitra: SPU Nitra, 2003. 104 s. ISBN 80-8069-165-7.
- DE LA VEGA, A.J. – CHAPMAN, S.C., 2001: Genotype by environment interaction and indirect selection for yield in sunflower II. Tree-mode principal component analysis of oil and biomass yield across environments in Argentina, Field Crops Research, Vol. 72, pp. 39 – 50
- KOVÁČIK, A., 2000. Slnečnice. VÚURV Praha. 1 vydanie, Agrospoj, Praha 2000 p 108.
- ZÁHRADNÍČEK, J. – TYŠLER, L. – KOŽNÁROVÁ, V., - ŠVACHULA, V., - JARÝ, J., 2007. Zralost cukrovky z pohľadu pestiteľa a cukrovarníka. In Úroda, roč. 55, 2007, č.9, s 30-31. ISSN 0139-6013.

VPLYV TERMÍNU VÝSEVU A FOLIÁRNEHO OŠETRENIA NA ÚRODU A KVALITU SLNEČNICE ROČNEJ INFLUENCE OF SOWING DATE AND FOLIAR TREATMENT ON YIELD AND QUALITY OF SUNFLOWER

Ivan ČERNÝ – Alexandra VEVERKOVÁ – Zuzana BACSOVÁ

Field polyfactorial experiment was carried out with registered hybrids of Sunflower in PD – Nitrianska Blatnica in 2007 - 2009. In experiment were used three hybrids of Sunflower (Nk Brio, NK Armoni, NK Ferti). The aim of experiment was evaluate the influence of sowing date and foliar application by Atonik on yield productivity and oiliness monitored hybrids of Sunflower. The year had statistically high significant impact on monitored indicators of evaluation trial. Foliar application of Atonik in growth stages (18 – 53 BBCH) did not effect on achenes yield and oiliness of hybrids Sunflower in environment conditions those years. Sowing date was statistically significant.

Key words: hybrids, sunflower, Atonik, yield of achenes, sowing, oiliness

Úvod

Slnečnica ročná zastáva vo svetovom merítke významné miesto, zaraďuje sa medzi päť najvýznamnejších olejnin sveta. Zubal (2003) uvádza, že slnečnica má v podmienkach Slovenska krátku pestovateľskú minulosť a preto sú dôležité všetky nové poznatky pre optimalizáciu systému jej pestovanie.

Termín sejby výrazne ovplyvňuje výšku úrodu slnečnice (de la Vega a Hall, 2002). Pri určení termínu sejby neobstoja názory o vhodnej sejbe koncom marca. Osivo zasiate v optimálnom termíne lepšie uplatňuje svoju energiu klíčivosti, rýchlo a rovnomerne vzchádza. Rast po vzídení je rýchly a vyrovnaný. To sa prejaví i na menších škodách spôsobených v tomto vývojovom štádiu vtáctvom a zverou. Porast tiež rovnomerne kvitne a dozrieva (Karaba, 2005).

V nadväznosti na pôdnoklimatické podmienky prostredia sa v systéme pestovania slnečnice ročnej, okrem rešpektovania základných technologických faktorov, hľadajú možnosti uplatnenia faktorov nových, ktorých vplyv na úrodu a kvalitu hodnotíme v konečnom dôsledku ako pozitívny. K možným alternatívam navýšenia produkcie nažiek možno zaradiť aj prípravky na báze biologicky aktívnych látok, konkrétne Atonik, ktorý je v systéme pestovania možné aplikovať foliárne, v tank mixe s listovými hnojivami, resp. pesticídnymi látkami na list (Černý, 2004).

Pulkrábek a i. (2007) uvádzajú, že jedným z najpoužívanějších regulátorov rastu je prípravok Atonik. Je použiteľný v priebehu celého vegetačného obdobia. Lahko sa vstrebáva do rastlinných tkanív a podporuje prúdenie bunkovej plazmy.

Materiál a metódy

Cieľom experimentu bolo zhodnotiť vplyv termínu sejby a foliárneho ošetrenia Atonikom na úrodovú výkonnosť a olejnatosť sledovaných hybridov slnečnice ročnej. Poľný polyfaktorový pokus bol založený v rokoch 2007–2009, v lokalite PD Nitrianska Blatnica. Uvedená lokalita sa nachádza v kukuričnej výrobnjej oblasti charakterizovanej ako teplá a mierne suchá s miernou zimou a dlhým slnečným svitom.

Pokus bol založený metódou delených blokov v troch opakovaniach, pričom stupne faktorov boli v náhodných usporiadaníach. Príprava pôdy a spôsob založenia porastu boli uskutočňované v súlade so zásadami konvenčnej technológie pestovania slnečnice ročnej. Predplodinou bola pšenica letná forma ozimná. Základné hnojenie bolo vykonané bilančnou metódou na základe agrochemického rozboru pôdy na predpokladanú výšku úrody 3 t.ha⁻¹.

Do pokusu boli zaradené tri hybridy slnečnice ročnej: NK Brio (stredne neskorý), NK Armoni (stredne neskorý), NK Ferti (stredne skorý).

V experimente boli použité dva termíny výsevu slnečnice ročnej: I. - 1.dekáda apríla, II. - 2. dekáda apríla.

Úrovne ošetrenia Atonikom:

- kontrolný variant (neošetrený Atonikom)
- ošetrený Atonikom (1.termín: BBCH 18; 2.termín: BBCH 53)

Výsledky a diskusia

Najvyššia úroda 3,83 t.ha⁻¹ sa dosiahla pri hybridke NK Ferti na ošetrenom variante a pri druhom termíne výsevu. Najnižšia úroda 3,14 t.ha⁻¹ bola dosiahnutá na hybridke NK Brio, na variante ošetrenom Atonikom, a pri druhom termíne výsevu.

Najvyššiu olejnatosť 45,48 % sme zaznamenali pri hybridke NK Brio, na kontrolnom variante a pri druhom termíne výsevu. Hybrid NK Ferti vysiaty v druhej dekáde apríla dosiahol najnižšiu olejnatosť 38,36 % na kontrolnom variante.

Šrojtová (2006) uvádza, že produkčný proces slnečnice ročnej bol významne ovplyvňovaný priebehom poveternostných podmienok. Tento názor potvrdzujú dosiahnuté výsledky, v ktorých ročník mal štatisticky vysoko preukazný vplyv na sledované ukazovatele hodnotenia pokusu.

Dosiahnuté výsledky nie sú porovnateľné s výsledkami Pulkrábeka a i. (2007), nakoľko rastový stimulátor Atonik ovplyvnil ukazovatele hodnotenia pokusu štatisticky nepreukazne. Priemerne vyššie úrody aj vyššie hodnoty olejnatosti boli dosiahnuté na kontrolnom variante. Po ošetrení Atonikom sa najvyššia úroda dosiahla s hybridom NK Ferti (3,83 t.ha⁻¹).

Výsledky vplyvu termínu sejby sú porovnateľné s výsledkami (Balaliča a i.(2007); de la Vegu a Halla (2002), ktorí konštatujú, že termín výsevu výrazne ovplyvňuje výšku úrod slnečnice ročnej. Vplyv termínu výsevu bol štatisticky preukazný.

Tabuľka 1: Vplyv Atoniku a termínu výsevu na úrodu a olejnatosť slnečnice ročnej (2007-2009)

2007-2009	Hybrid	Kontrola		Ošetrené Atonikom	
		Termín výsevu			
		I.	II.	I.	II.
Úroda t.ha ⁻¹	NK Brio	3,79	3,64	3,55	3,14
	NK Armoni	3,77	3,37	3,74	3,59
	NK Ferti	3,79	3,48	3,66	3,83
	Priemer	3,78	3,50	3,65	3,52
Olejnatosť %	NK Brio	44,85	45,48	44,02	41,62
	NK Armoni	44,89	40,95	39,20	41,58
	NK Ferti	41,89	38,36	41,04	40,16
	Priemer	43,88	41,60	41,42	41,12

Záver

Z hľadiska pôdno-klimatických podmienok sa v experimente počas rokov 2007-2009 prejavil vplyv ročníka štatisticky vysoko preukazne.

Hybrid NK Ferti dosiahol najvyššiu úrodu (3,83 t.ha⁻¹) na variante ošetrenom Atonikom a vysiatom v druhom termíne výsevu. Najvyššiu olejnatosť sme zaznamenali pri hybride NK Brio (45,48 %) vysiatom na kontrolnom variante a v druhom termíne výsevu.

Rastový stimulátor Atonik ovplyvnil sledované ukazovatele pokusu štatisticky nepreukazne. Priemerne vyššie úrody a olejnatosť sa dosiahli na kontrolnom variante.

Vplyv termínu výsevu bol štatisticky preukazný. Priemerne vyššie úrody a olejnatosť hybridov boli dosiahnuté v prvom termíne výsevu.

Pod'akovanie: Práca bola financovaná Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva Slovenskej republiky, číslo projektu VEGA 1/0388/09/8 „Racionalizácia pestovateľského systému slnečnice ročnej (*Helianthus annuus L.*) v podmienkach globálnej zmeny klímy.“

Literatúra

- ČERNÝ, I. 2004. Biologicky aktívne látky v systéme pestovania cukrovej repy. In *Agro*, roč. IX, 2004, č. 5, s. 48-51.
- de la VEGA, A.J. – HALL, A.J. 2002. Effect of planting date, genotype and their interaction on sunflower yield. II. Components of oil yield. In : *Crop Sci.* 42, p.p.1202 – 1210.
- KARABA, S. 2005. *Racionalizácia pestovania slnečnice ročnej (Helianthus annuus L.) v podmienkach Slovenska*. Autoreferát dizertačnej práce Nitra: SPU. 2005, s.7.
- PULKRÁBEK, J. – URBAN, J. – BEČKOVÁ, L. 2007. Atonik utilization for acceleration of poststress regeneration and lessening impact of herbicide stress on sugar beet plants. In. *Listy cukrovarnícké a řepařské*, 2007, 123 (2), pp. 43-46.
- ŠROJTOVÁ, G. 2006. Závislosť úrod slnečnice od poveternostných podmienok. In *Bioklimatológia a voda v krajine: Medzinárodná vedecká konferencia Bioklimatické pracovné dni*. Nitra : SPU, 2006, ISBN 80-89186-12-2.
- ZUBAL, P. 2003. Vplyv súčasného počasia na tvorbu úrod vybraných plodín. In *Agrochémia*, roč. VII. (43), 2003, č. 4, s. 21-24.

VARIABILITA MORFOLOGICKÝCH ZNAKŮ ŠALVĚJE PŘESLENITÉ (*SALVIA VERTICILLATA* L.) V ČESKÉ REPUBLICE

VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF *SALVIA VERTICILLATA* L. IN THE CZECH REPUBLIC

Elena DUŠKOVÁ – Karel DUŠEK – Kateřina SMĚKALOVÁ

Abstrakt

Key words: Salvia verticillata, morphological characters, biodiversity

Úvod

Šalvěj přeslenitá (*Salvia verticillata* L.) je vytrvalá léčivá bylina, na území ČR i v celé Evropě poměrně častá zvláště v teplejších oblastech. Stejně jako jitrocel prostřední (viz. příspěvek „Variabilita morfologických znaků jitrocele prostředního (*Plantago media* L.) v České republice“ v tomto sborníku, byla šalvěj přeslenitá vybrána jako jeden z druhů vhodných pro rekultivace a zakládání druhově bohatých lučních porostů. Stejný charakter obou druhů (plané, generativně množené byliny) a stejný účel použití s sebou přináší i stejné problémy a rizika. Cílem tohoto příspěvku je prokázat, že i při pouhém hodnocení základních morfologických znaků dokazuje statisticky průkazné rozdíly mezi rostlinami z různých lokalit, a proto je používání komerčně vyráběných uniformních směsí osiv pro rekultivace druhově bohatých lučních porostů v mnoha případech nežádoucí.

Materiál a metody

Při sběrové expedici v r. 2004 byly na 7 lokalitách ve čtyřech CHKO odebrány vzorky semen šalvěje přeslenité. Z vypěstovaných sazenic byla v následujícím roce v Olomouci založena polní školka a v letech 2006 a 2007 probíhalo hodnocení morfologických znaků na základě Minimální sady popisných deskriptorů (interní dokument). Vždy 10 náhodně vybraných rostlin bylo hodnoceno u každé původní lokality.

Jako základní morfologické znaky byly vybrány: výška rostliny (měřeno od povrchu půdy po vrcholek květenství), šířka rostliny (měřeno jako maximální šířka rostliny v horním průmětu), délka listu (čepel a řapík, u každé rostliny měřeno 10 listů z přízemní růžice), šířka listu (u každé rostliny měřeno 10 listů v nejširší části listu) a délka květenství (délka 10 lichopřeslenů na rostlině, měřeno od prvního větvení k vrcholu). Získané výsledky byly statisticky zhodnoceny jednofaktorovou analýzou variance v prostředí Anova při hladině významnosti $\alpha = 0.05$ resp. 0.01.

Výsledky a diskuze

V průběhu dvouletého hodnocení bylo při polním pěstování šalvěje přeslenité zjištěno, že výška rostlin se pohybuje od 37 do 118 cm (průměrně $84,2 \pm 15,0$ cm) a šířka rostlin mezi 32 a 145 cm (průměrně $98,3 \pm 26,3$ cm). Délka listů byla zjištěna v rozpětí 7 – 35 cm (průměrně $17,7 \pm 4,2$ cm), šířka listů mezi 4 a 17 cm (průměrně $8,8 \pm 2,0$ cm) a délka květenství se pohybovala od 10 do 80 cm (průměrně $40,1 \pm 12,1$ cm). Průměrné hodnoty naměřených u rostlin z jednotlivých původních lokalit uvádí tabulka 1.

Tabulka 1: Výsledky hodnocení morfologických znaků podle jednotlivých lokalit

Lokalita / Charakteristika (cm)	Výška rostliny		Šířka rostliny		Délka listu		Šířka listu		Délka květenství	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
BK-Suchovské mlýny	89,5	12,7	118,0	12,8	19,4	4,1	10,0	1,9	44,4	12,0
BK Březová	80,5	4,8	74,5	8,6	15,7	2,8	7,7	1,6	42,6	9,0
BK-Brumov-Bylnice	87,6	12,6	114,1	13,9	20,0	4,1	9,5	1,9	39,2	12,6
ČS-Radobýl	91,4	10,9	105,5	17,0	16,4	3,6	8,9	1,9	41,6	12,1
JH-Rydvaldice	81,7	16,4	86,0	31,2	17,2	4,8	8,2	1,9	37,4	12,2
MK Macošská stráň	55,3	11,0	51,9	11,3	16,5	3,7	6,6	1,5	31,0	9,8
MK-Březina lom	76,8	13,2	85,1	22,7	16,7	3,9	8,3	1,5	37,5	10,4
průměr	84,2	15,0	98,3	26,3	17,7	4,2	8,8	2,0	40,1	12,1

BK – Bílé Karpaty, ČS – České Středohoří, JH – Jizerské hory, MK – Moravský kras

Některé z měřených morfologických charakteristik lze porovnat s údaji v odborné literatuře. Štěpánková (2000) uvádí, že šalvěj přeslenitá má přímé, zřídka vystoupavé lodyhy dlouhé (20-)30-90(-100) cm a čepele dolních lodyžních listů a listů v přízemní růžici jsou (4-)6-9(-12) cm dlouhé a (3-)5-7(-9) cm široké, s řapíkem (3-)6-10(-15) cm dlouhé. Hedge (1972) uvádí výšku lodyh jen do 80 cm. Jak výška rostlin, tak délka i šířka listů byly u rostlin hodnocených v polní školce zjištěny i vyšší než uvádí odborná literatura, což lze vysvětlit právě polním pěstováním, kde rostliny nemusí svádět konkurenční boj s jinými druhy.

Hodnocení v polní školce umožnilo porovnání morfologických znaků rostlin s různým původem v identických podmínkách polní výsadby. Experiment měl ověřit hypotézu, že i ve shodných půdních a

klimatických podmínek se prokáže geneticky podmíněný rozdíl mezi rostlinami z rozdílných lokalit, resp. mezi různými ekotypy jedinců téhož druhu. Výsledky statistického hodnocení souborů rostlin z jednotlivých lokalit i celých CHKO demonstruje tabulka 2. V prvním pokusném roce (2006) byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly u délky listů a květenství na úrovni lokalit a délky a šířky listů na úrovni CHKO. Ve druhém pokusném roce (2007) byly zjištěny statisticky průkazné a vysoce průkazné rozdíly u všech hodnocených charakteristik.

Tabulka 2: Statistické rozdíly mezi rostlinami rozdílného původu

	Lokality		CHKO	
	2006	2007	2006	2007
Výška rostliny	-	++	-	++
Šířka rostliny	-	++	-	++
Délka listu	++	++	++	++
Šířka listu	-	++	+	++
Délka květenství	++	++	-	++

Závěr

V polní školce v Olomouci byly v letech 2006 a 2007 hodnoceny základní morfologické znaky (výška a šířka rostlin, délka a šířka listů, délka květenství) u rostlin šalvěže přeslenité přenesených ze 7 lokalit v ČR. Bylo zjištěno, že rostliny v polní výsadbě mohou dosahovat i lehce robustnějšího vzrůstu, než uvádí odborná literatura. Mezi skupinami rostlin z různých původních lokalit byly ve všech hodnocených vlastnostech zjištěny statisticky průkazné rozdíly, u některých charakteristik dokonce v obou hodnocených letech.

Poděkování: Výsledky vznikly s podporou výzkumného záměru MZe ČR 0002700602.

Literatura

- HEDGE, I.C. 1972. *Salvia* L. In: TUTIN, T.G., HEYWOOD, V.H., BURGESS, N.A., et al. (eds.) Flora Europaea. Vol. 4. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney. 459 s. ISBN 0 521 08717 1.
- ŠTĚPÁNKOVÁ, J. 2000. *Salvia* L. – šalvěj. In: SLAVÍK, B. (ed.) Květena České republiky 6, Academia, Praha. 770 s. ISBN 80-200-0306-1.

Adresa autorů:

Ing. Elena Dušková, Ing. Karel Dušek, CSc., Ing. Kateřina Smékalová, Ph.D. – Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Oddělení zelenin a speciálních plodin Olomouc, Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc-Holice

ENERGETICKÝ POTENCIÁL *BRASSICA NAPUS* SUBSP. *NAPUS* A JEJ VIACÚČELOVÉ VYUŽITIE

ENERGY POTENTIAL OF *BRASSICA NAPUS* SUBSP. *NAPUS* AND ITS MULTI-USE

Ľubomír ENGLER – Miroslav JANČICH – Lukáš GRÁC – Shubhadeep
ROYCHOUDHURY

The present work based on experiments as well as theoretical knowledge provides insights into possibilities of energy use as well as industrial potential of Brassica napus subsp. napus. Obtained experimental results provide an overview of the energy use potential of rapeseed oil, crop biomass and crop residues. It shows the its advantages and disadvantages in the sphere of bioenergetics and energetics arising out of the experimental results carried out at the Department of Plant Physiology, Slovak University of Agriculture in Nitra.

Key words : energy potential, bioenergetics potential, industrial potential, Brassica napus subsp. napus,

Úvod

Pri súčasnej spotrebe surovín sa zásoby ropy vyčerpajú asi do 50 rokov. Je preto potrebné už dnes hľadať nové suroviny pre uspokojenie energetických potrieb ľudstva v budúcnosti. (CVENGROŠ, 2008). Hľadajú sa také obnoviteľné zdroje, ktoré sú schopné pokryť energetické nároky spoločnosti a ich pestovanie bude ekonomicky rentabilné. Jednou z takýchto viacúčelových plodín vhodných na priemyselné a energetické účely je aj *Brassica napus* subsp. *napus*. Často je pestovaná za účelom získania repkového oleja a jeho ďalšieho spracovania ako biozložky (MERO) do motorových palív. Pri hodnotení palív a ich energie je dôležité rozlišovať pojem energia a špecifická energia (MATĚJOVSKÝ, 2005). Energia paliva býva obyčajne vyjadrená výhrevnosťou vzťahujúcu sa k hmotnosti jedného kilogramu paliva (hmotnostná výhrevnosť, alebo vzťahujúcu sa na jeden liter paliva (objemová výhrevnosť) (MATĚJOVSKÝ, 2005). Celková energia paliva sa vyjadruje ako spalné teplo t.j. všetka energia získaná spálením 1 kg paliva, vrátane ochladením spalín na pôvodnú alebo štandardnú teplotu čo zahŕňa aj kondenzačné teplo pri spálení a vzniknutí vodnej pary. Hodnota energie sa vyjadruje ako výhrevnosť (JANDAČKA, MALCHO, 2007). Hmotnostná výhrevnosť s hustotou mierne klesá, naproti tomu objemová výhrevnosť s hustotou výrazne stúpa. Výsledkom je, že objemová výhrevnosť týchto uhľovodíkov stúpa s hustotou i napriek tomu, že uhľovodíky s väčším počtom uhlíkov a vyššou hustotou majú hmotnostnú výhrevnosť menšiu. Atómy týchto prvkov uhlíka a vodíka sú schopné vytvoriť tisíce rôznych chemických zlúčenín vhodných pre energetické účely. Nie všetky estery sú však vhodné pre energetické účely. Vhodné sú len niektoré estery kyselín rastlinného pôvodu. Najvhodnejší je repkový olej. Chemicky sú tieto rastlinné oleje označované za triglyceridy mastných kyselín. Ich viskozita je pomerne veľká a preto sa musia chemicky a fyzikálne upravovať (reesterifikácia). Mastné kyseliny rastlinných olejov s 16 alebo 18 uhlíkmi obsahujú jednu až tri dvojitú väzby čím sa stáva ich chemická stabilita výrazne menšia v porovnaní s nasýtenými uhľovodíkmi. Repkový olej obsahuje 1,5 % C₁₈ a 4,8 % C₁₆ čím sa stáva vhodným aby bol použitý na energetické účely (MATĚJOVSKÝ, 2005). Dôležitým parametrom kvality repkového oleja na výrobu MERO je jódové číslo (JČ), číslo zmydelnenia (ČZ), obsah fosforu a obsah polynenasýtených mastných kyselín. JČ nesmie prekročiť hodnotu 120g I₂.100g⁻¹ nenasýtenej mastnej kyseliny a množstvo kyseliny linolénovej nesmie prekročiť 12hm.% (STN EN 14214). Musíme však konštatovať, že v súčasnosti sa aj biomasa stala z hľadiska perspektívy kľúčovým obnoviteľným energetickým zdrojom, ktorý nie je dostatočne ceneným napriek tomu, že podiel biomasy pri tvorbe tepla je nezanedbateľným. Zo skúseností iných krajín vieme, že pozberové zvyšky tvoria až 40 % biologického odpadu s vyzbieraných plodín čo nemá nepriaznivý dopad na kvalitu pôdy a budúcu rastlinnú produkciu. Zo experimentálnych pokusov vieme, že pozberové zvyšky či už podzemné alebo nadzemné majú veľký energetický potenciál (KOTLÁROVÁ, 2009)

Materiál a metódy

V roku 2007 bol Katedrou fyziológie rastlín SPU v Nitre založený maloparcelový pokus s repkou olejnou (kapusta repková pravá, *Brassica napus* subsp. *napus*), na experimentálnej báze SCPV - VÚRV v Borovciach (167m n.m.) pri Piešťanoch. Podnebie je kontinentálneho charakteru. Priebeh počasia počas vegetačného obdobia vysiateho porastu charakterizuje spád zrážok na úrovni 358mm s priemernou teplotou 15,5 °C. Pôda je černozem hnedozemná s 1,8-2,0 % obsahom humusu, pH 6,35 - 7,2 (ŽÁK *et al.*, 2006). Na desiatich odrodách boli pracovníkmi KFR urobené analýzy rastovo - produkčných parametrov podľa metodiky ŠESTÁK – ČATSKÝ (1966). Z týchto odrôd sa za účelom vyhodnotenia bioenergetického potenciálu vybrali tri: Manitoba (Francúzsko), Californium (Francúzsko) a Oponent (Česká republika). Pre potreby analýzy oleja vybraných odrôd boli odobraté vzorky a podrobené fyzikálno-chemickej analýze (MASAROVIČOVÁ, 2008).

Energetický obsah repkovej slamy bol meraný kalorimetricky (IKA System C 200, Germany) a bol vyjadrený vo forme spálneho tepla s prepočtom na výhrevnosť a kWh (IKA System, C 200, Germany).

Materiál sa odoberal čerstvý a nevysušený. Kalorimetrické skúšky si vyžadujú iba malé niekoľko gramové množstvo materiálu. Biologický materiál sa sušil, následne homogenizoval a vážil. Vlhkosť bola zmeraná prístrojom FM-200. Doba sušenia je stanovená STN (NORMSERVIS, 2010). Takto pripravená vzorka sa vložila do kalorimetrickej bomby kalorimetra C-200. Pri všetkých analýzach bol dôležitý primárny odber vzoriek. Vzorky boli uchované tak, aby sa nezmenila ich vlhkosť a nedošlo k jej kontaminácii. Postupovalo sa podľa STN ISO 1928 (441352) a merania sa prevádzkali na kalorimetri C-200. Táto norma špecifikuje metódu pre stanovenie spálneho tepla tuhých palív pri konštantnom objeme a referenčnej teplote 25 °C (NORMSERVIS, 2010). Kalorimetrické zariadenie C-200 je určené na stanovenie kalorimetrických hodnôt v pevných alebo tekutých látkach. Spálne teplo sa stanovilo experimentálnym meraním v kalorimetri na tuhé palivá. Vzorka paliva sa vložila do kalorimetrickej bomby a naplnilo kyslíkom na tlak 2,0 – 3,5 MPa. Po elektrickom zapálení vzorky paliva, palivo v kyslíkovej atmosfére zhorelo a spodiny v kalorimetrickej bombe sa izobaricky ochladili na teplotu okolia. Počas merania, kalorimetrický prístroj sledoval zmenu teploty ohrevu vody, vodnej náplne kalorimetra, ktorá bola úmerná uvoľnenému teplu obsiahnutom vo vzorke paliva. Spálne teplo paliva sa vypočítalo zo zmeny teploty vody vodnej náplne kalorimetra, tepelnej kapacity kalorimetra určenej ciachovaním a hmotnosti vzorky paliva. Následne sa matematicky vypočítala výhrevnosť vzoriek s prepočtom na energetický potenciál ($\text{kWh}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) (NORMSERVIS, 2010).

Výsledky a diskusia

Repka olejná zanecháva po zbere významné množstvo slamy, ktorej využitie má nezanedbateľný energetický potenciál. Priamym spaľovaním repkovej slamy v špeciálnych kotloch skonštruovaných pre tento účel by sa mohol tento v energetickom sektore doteraz nevyužitý potenciál využiť. Na základe kalorimetrických meraní uskutočnených na KFR bolo zistené, že medziodrodové rozdiely v obsahu energie na hmotnostnú jednotku zo slamy nie sú významné. Priemerná hodnota spálneho tepla repkovej slamy je $15,14 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ (ENGLER, nepublikované). Významné sú rozdiely medzi odrodami v celkovom množstve vyprodukovanej nadzemnej biomasy, ktoré v konečnom dôsledku určujú energetický zisk daný celkovou hmotou rastliny. Podľa BARÁKOVEJ (2006) je maximum využiteľnosti energie slamy olejní 40 % z celkovej produkcie slamy (tab. 1).

Tabuľka 1: Hmotnosť sušiny repkovej slamy, hmotnosť sušiny šesúľ pri zbere (HUNKOVÁ et al, 2008, 2009) a ich energetická hodnota na m^2 prepočítaná podľa BARÁKOVEJ (2006)

Odroda	Celk. sušina 1 rastliny pri zbere (g)	Sušina šesúľ pri zbere (g)	Sušina slamy pri zbere (g)	Max. energ. zisk zo slamy pri $50 \text{ r} \cdot \text{m}^2$ ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$)	Využiteľná energia slamy ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$)
Californium	90,57	56,91	33,66	25,48	10,19
Manitoba	81,72	50,70	31,02	23,48	9,39
Oponent	60,20	38,81	21,39	16,19	6,48

Pokiaľ ide o zložku oleja, vieme, že rýchlosť biologického rozkladu je dôležitým a určujúcim faktorom kvality paliva a je závislá na chemickom zložení paliva. Energetická výťažnosť olejnatých zložiek sa mení zmenou fyzikálnych vlastností paliva (teplota, svetlo) ako to vidieť v tabuľke 2.

Tabuľka 2: Energetická výťažnosť palív po tepelnej degradácii. Zdroj: (MATĚJOVSKÝ, 2005), (ENGLER, 2009)

Zložka	Spálne teplo ($\text{MJ} \cdot \text{kg}$)	Spálne teplo po tepelnej degradácii ($\text{MJ} \cdot \text{kg}$)
Repkový olej	35	31
Olivový olej	39	37
Benzín	45	-

Veľmi rezistentné proti biologickému rozkladu sú aromatické uhľovodíky, menej n-alkány a nerozvetvené olefiny. Metylestery na energetické účely (spaľovanie) je možné vyrábať z celej rady rastlinných olejov rovnakou technológiou. Biologický rozklad biozložky v palive má vplyv na kvalitu paliva a na jeho energetickú výťažnosť. Repkový olej podlieha rozkladu ak je vystavený teplu a svetlu. Estery majú podľa rastlinného pôvodu rôzne zastúpenie jednotlivých mastných kyselín a odlišnú oxidačnú stabilitu, bod tuhnutia a ďalšie vlastnosti. Jednotlivé oleje obsahujú vždy viac mastných kyselín a ich oxidačná stabilita je závislá na celkovom obsahu nenasýtených mastných kyselín a najmä na obsahu kyselín s dvoma a viac dvojitými väzbami v molekule. Spôsob a priebeh spaľovania palív má zásadný vplyv na emisie a efektívnosť využitia energie paliva (MATĚJOVSKÝ, 2005).

V súčasnosti je jasné, že zásoby fosílnych palív sú konečné a vyčerpateľné už nasledujúcou generáciou (pri nezmenenej intenzite ťažby). Nevyhnutnou skutočnosťou preto bude prechod k palivám, ktoré budú vyrábané biologickou cestou na rastlinnej báze (bionafta, bioolej a iné).

Z praktických skúseností vyplýva, že použitie biomasy v konvenčných motoroch nie je optimálnou cestou. Pre použitie biomasy bude nutné hľadať materiály, ktorých opotrebovanie nebude takého rozsahu ako nastáva pri použití biomasy v súčasne vyrábaných vznetrových motoroch. Veľký význam nadobudne kavitačná odolnosť materiálu súčiastok strojov a zariadení, ktoré prichádzajú do styku pri svojej činnosti s biomasou (bionafta, bio-olej a iné).

Takéto materiály sú charakteristické najmä vysokou pevnosťou a tvrdosťou, vysokou schopnosťou deformácie, ťažnosťou, odolnosťou voči vnútornému napätiu v tlaku, vysokou koróznou odolnosťou. Ďalej sa musia vyznačovať hladkosťou povrchu, jemnozrnu, lamelárnou a tvárnou štruktúrou (NAJAJREH, A., MARASOVÁ, D., 2000).

Záver

Cielené pestovanie energetických plodín má podľa ministerstva veľkú budúcnosť. Rozširovanie sortimentu pestovaných energetických plodín je významné nielen pre získavanie produkcie biomasy, ale tiež pre posilnenie biodiverzity rastlinných spoločenstiev v krajine. Na biopalivá môže byť premenené široké spektrum látok rastlinného i živočíšneho pôvodu – cukrová trstina, cukrová repa, kukurica, slama, drevo, aj zvyšky rastlinnej a živočíšnej výroby. Európska únia presadzuje využívanie biopalív ako energetického zdroja pre dopravu. Stanovila si cieľ zvýšiť využívanie biopalív v spotrebe energie na 5,75 % do roku 2010. Viacero technologických aj iných bariér však môže zabrániť jeho dosiahnutiu. Pestovanie energetických plodín neposkytuje len výhody ale má aj nevýhody. Za nevýhody sú považované nároky na investície a technické zariadenia, nedostatok informácií o pestovaní a odbytové problémy s produkciou. Okolo výroby biopalív prebieha intenzívna debata o energetickej rovnováhe. Ide o množstvo energie potrebnej na celý cyklus produkcie biopalív, teda od vypestovania rastlín až po ich konečné spracovanie na palivo, ku množstvu energie, ktorú vytvoria. Biopalivá sú v princípe „uhlíkovo neutrálne“ – pri ich použití sa uvoľní len toľko oxidu uhličitého, koľko sa absorbovalo počas rastu rastlín, z ktorých sa biopalivá vyrábajú. Nahradenie fosílnych palív biopalivami preto pomôže v boji proti ekologickej ale aj energetickej kríze ako aj proti klimatickým zmenám. Niektoré štúdie však s takýmto záverom nesúhlasia.

Literatúra

- BRESTIČ, M. *et al*, 2008: Štúdium fyziologicko-produkčného potenciálu repky olejky v klimatických podmienkach Slovenska z hľadiska využitia biopalív. Priebežná správa k výskumnému projektu, Projekt AV MŠ SR 13s
- CVENGROŠ, 2008: Motorové biopalivá – ich súčasný stav a perspektívy, *Agrobioenergia* 3/2008,
- ENGLER, L.: 2009, Nezverejnené výsledky, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra fyziológie rastlín, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra
- HUNKOVÁ, E., *et al*. 2008: Využitie rastovej analýzy pre hodnotenie genotypových rozdielov kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* subsp. *napus*). In: Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín. Piešťany s.76-78
- HUNKOVÁ, E., *et al*, 2009: Ekofyziologické prístupy hodnotenia produkčného procesu kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* subsp. *napus*). In: Vplyv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rastlín 2009. Praha, strany 299-303
- JANDAČKA, J. – MALCHO, M., 2007 : Biomasa ako zdroj energie Interreg IIIA SR-ČR 2004-2006, ISBN 978-80-969161-4-6
- MATĚJOVSKÝ, V. 2005: Automobilová paliva. In 4.13 Špecifická enegrgie paliv
- NAJAJREH, A. – MARASOVÁ, D., 2000: Vplyv ekologických biopalív na spoľahlivosť strojov, *Acta Montanistica Slovaca Ročník* 5 (2000), 4, 358-364
- NORMSERVIS, 2010.: Slovenské Technické normy, www.normseris.sk, 2010,
- ZDENĚK, P.: Bionafta, alternativní palivo pro vznetrové motory. Zborník zo seminára výroba a použitie bionafty v podmienkach Slovenska, 1997.

Adresa autorov:

Eubomír ENGLER, Miroslav JANČICH, Lukáš GRÁC, Shubhadeep ROYCHOUDHURY, Department of Plant Physiology, Faculty of Agrobiolgy & Food Resources, Slovak University of Agriculture, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic, Europe

VÝSKUM BIODIVERZITY LIEČIVÝCH RASTLÍN NA PREŠOVskej UNIVERZITE V PREŠOVE BIODIVERSITY RESEARCH OF MEDICINAL PLANTS AT THE PRESOV UNIVERSITY IN PRESOV, SLOVAKIA

Jozef FEJÉR – Ivan ŠALAMON – Taleb ALSHAMMARI

Nowadays 150 and about 200 medicinal plants are used in the official therapy and in popular doctoring, respectively. The medicinal, aromatic and spicy plants are mainly used in Slovakia in : phototherapy, veterinary, medicine, cosmetics and food industry; they have additive, ecological, decorative and sanitary-hygienic, functions and positive influence on water system, soil conservation and plant pasture for bees.

Our present research and development at the Department of Ecology, Faculty Humanities and Natural Sciences, Presov University in Presov, Slovakia, are orientated to: -collecting expeditions of genetic resources, -determination of chemo types, - protection of genetic resources in the Slovak Gene Bank and -visions of introduction to agricultural production with pharmaceutical proceeding and using. University field is an inseparable part of this department. This contribution presents in detail educational, research, consulting and marketing activities in the area of growing special crops on the university facilities, its financing and perspectives.

Key words: education, fields, medicinal plants, R&D, university facility

Úvod

Neoddeliteľnou súčasťou Katedry ekológie Fakulty humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove je školský pozemok s príľahlou budovou, skladosm a skleníkmi. Pred viacerými rokmi vyzerali políčka na tomto mieste pod prešovskou Kalváriou ako každá záhradka na dedine. Pre zatriaktivnenie tohto zariadenia univerzity pre pracovníkov a hlavne študentov sa urobili zmeny v štruktúre pestovaných plodín s orientáciou na liečivé, aromatické a koreninové rastliny. Zmeny vychádzajú hlavne zo skutočnosti, že územie Prešovského samosprávneho kraja je charakteristické svojou druhovou diverzitou a bohatým genofondom liečivých rastlín. Byliny sa často využívajú nielen v ľudovom liečiteľstve, ale aj pri výrobe čajov a ako surovina na získavanie farmaceutických preparátov. Viaceré firmy, ktoré sa orientujú sa výrobu známych hromadne vyrábaných farmaceutických, kozmetických a potravinárskych výrobkov apelujú na intenzívne šľachtenie týchto rastlinných druhov. Ich následné zavádzanie do veľkoplošnej produkcie zabezpečí zvýšenie homogenity suroviny ako predpokladu pre štandardizáciu finálnych produktov. V súčasnosti slúži toto účelové zariadenie univerzity nielen pre potreby výučby, ale stalo sa experimentálnou bázou zameranou na výskum biodiverzity a šľachtenie predmetných špeciálnych plodín.

Materiál a metódy

Súčasná koncepcia a ciele využívania Školského pozemku Prešovskej univerzity kladie dôraz na:

- rozšírenie druhovej biodiverzity liečivých, aromatických a koreninových rastlín,
- poznanie genofondu domácich druhov rastlín z hľadiska obsahu účinných zložiek,
- šľachtenie nových kultivarov a odrôd s vysokým obsahom žiadaných metabolitov,
- vypracovanie agroekologických pestovateľských postupov pre širšie spektrum špeciálnych plodín,
- a v neposlednom rade použitie bezodpadových postupov využitia odpadovej biomasy.

Metodiky zakladania, ošetrovania, vedenia a hodnotenia pokusov vychádzajú zo skutočnosti, aký rastlinný druh je skúmaný a či je výskum realizovaný v rámci výchovno – vzdelávacej, vedecko – výskumnej, poradenskej a obchodnej činnosti.

1./ edukácia

Výberové prednášky a praktické cvičenia zamerané na liečivé rastliny sú na predmetoch, ktoré sa vyučujú na Katedre ekológie FHPV PU v Prešove, hlavne v rámci biodiverzity, ochrany genofondu a semenárstva. Študenti majú možnosť riešiť doktorandské, diplomové a bakalárske práce zamerané na problematiku poľných ekosystémov s orientáciou na monokultúry liečivých rastlín s dôrazom na akumuláciu sekundárnych metabolitov a ich kvalitatívno – kvantitatívnu charakteristiku.

Súčasťou vyučovania sú terénne cvičenia vo vzorkovnici vybraných druhov rastlín medovka lekárska, majorán záhradný, yzop lekársky, rebríček kopcový, rumanček kamilkový, šalvia lekárska, slez maurský, kocúrník obyčajný a iných. V súčasnosti je v semenných a poľných kolekciami udržiavaných 41 týchto špeciálnych druhov (tab. 1). Odborné exkurzie nadväzujú na agroekologické postupy v produkcii liečivých rastlín a sú realizované v pestovateľských a spracovateľských podnikoch (Agrokarpaty, s.r.o. Plavnica a Calendula, a.s. Nová Ľubovňa).

2./ veda a výskum

Aktivity v tejto oblasti sú vzhľadom na malý počet pracovníkov v riešiteľských kolektívoch veľmi rozsiahle (Šalamon, 2007). Väčšina musí vychádzať z doktorandských, diplomových a bakalárskych prác, ktoré priamo súvisia s riešeniami výskumných a vývojových projektov.

3./ rozvoj poradensko – informačných aktivít

Práca v tomto smere je zameraná na popularizáciu pestovania, zberu a využívania liečivých rastlín. Poradenstvo je orientované hlavne na pestovateľskú a spracovateľskú prax. Bol zaznamenaný záujem o informácie z tejto oblasti aj zo strany rôznych záujmových združení (Klub pestovateľov a priateľov liečivých rastlín Prešov, Zväz záhradkárov atď.).

4./ marketingová činnosť

Cieľom tejto činnosti je prezentovať výsledky tvorivej činnosti pracovníkov a produkty vo vonkajšom prostredí s cieľom zvyšovať prestíž a kredibilitu PU. Novým prvkom do vnímania výstupov aplikovaného výskumu a činnosti je rozvoj spolupráce PU a hotela Kempinski Štrbské Pleso. Účelom tejto marketingovej aktivity je prezentovať značku Prešovskej univerzity a jej produktov vo vonkajšom prostredí (Kovalčíková, 2010). Rovnako úspešne sa rozvíja spolupráca s firmou Prelika a.s. Prešov.

Výsledky a diskusia

V rámci výchovno-vzdelávacej činnosti možno z množstva prác, ktoré tu boli realizované od roku 2003 uviesť nasledujúce:

PhD.-práce: (1) Riadiace a kompenzačné mechanizmy v monodominantných porastoch nechtíka lekárskeho (*Calendula officinalis* L.) pri ich rôznej denzite a biosyntéza karotenoidov /RNDr. Andrea Plačková/ a (2) Disturbancia vybraných druhov čeľade *Asteracea* a ich metapopulačná štruktúra, funkčná a faktorová podmienenosť /Mgr. Roman Oros/, (3) Osobitosti populačno – ekologického štúdia monodominantných porastov rumančeka kamilkového (*Matricaria recutita* L.) /Mgr. Petra Bujňáková/, (4) Vplyv vybraných abiotických a biotických faktorov na alelopatické prejavy v rôznych ontogenetických štádiách porastu máty piepornej /RNDr. Daniela Gruľová/.

Diplomové práce: (1) Puškvorec obyčajný (*Acorus calamus* L.) jeho silica a extrakt a ich liečebný účinok /Júlia Zavacká/, (2) Echinacea purpurová – liečivá rastlina Severnej Ameriky a možnosti jej pestovania /Viera Kovalčíková/, (3) Populačná biológia porastov kotvičnika zemného (*Tribulus terrestris* L.) /Lenka Gabanyiová/, (4) Sekundárne metabolity kotvičnika zemného (*Tribulus terrestris* L.) a jeho využitie vo farmácii/Zuzana Šoltésová/ a (5) Vplyv rôznych typov hnojenia na kvalitatívno-quantitatívne charakteristiky, rast a tvorbu úrody porastov maku siateho (*Papaver somniferum* L.) /Pavol Labun/, (6) Stanovenie β -ekdysterónu v koreni leuzei šušťivej (*Raphonticum carthamoides* Ilja.), /Antónia Repková/.

Bc.-práce: (1) Udržiavacie šľachtenie maku siateho (*Papaver somniferum* L.) a možnosti využitia molekulárnych metód /Miroslav Gaľa/, (2) Úrodnotvorné parametre a kvalita máty piepornej (*Mentha × piperita* L.) /Branislav Hrabkovský/, (3) Kvalitatívno-quantitatívne zloženie silice autochtónnych populácií rumančeka kamilkového (*Matricaria recutita* L.) v Iráne /Ivana Sudimáková/ a (4) Leuzea šušťivá (*Raphonticum carthamoides* Ilja.) introdukcia do pestovania a obsah účinných látok /Antónia Repková/, (5) Kvalita bylinných čajov šalvie lekárskej (*Salvia officinalis* L.) v maloobchodnej sieti, /Ivana Kozmová/.

Riešenie výskumných projektov oblasti vedecko – výskumnej činnosti:

- (1) Štátna výskumná úloha „*EKOLOGIZÁCIA A EKONOMICKÁ RACIONALIZÁCIA PRIMÁRNEJ RASTLINNEJ PRODUKCIE*“, doba riešenia: 2003 – 2005, koordinátorom bol VÚRV Piešťany, zabezpečenie riešenia: SE 02: *Aspekty tvorby a kvality úrody pri pestovaní vybraných liečivých rastlín na východnom Slovensku*“,
- (2) Štátna výskumná úloha „*VYUŽITIE DOMÁCICH SUROVÍN A ZDROJOV*“, doba riešenia: 2004 – 2006, koordinátorom VÚP Bratislava, zabezpečenie riešenia: VE 9.2: „*Fytoprodukty pre ochranu plodín*“,
- (3) Projekt aplikovaného výskumu MŠ SR „*Pestovanie, zber a technologické spracovanie liečivých rastlín s ich produkčnou, energetickou a ekonomickou parametrizáciou*“, doba riešenia: 2006 – 2008,

V rámci výziev Agentúry MŠ SR pre štrukturálne fondy EU, opatrenia 2.2 *Prenos poznatkov a technológií získaných výskumom a vývojom do praxe* boli schválené projekty "Využitie výskumu a vývoja na vyšľachtenie nových kultivarov (prototypov) liečivých rastlín a ich odrodová registrácia" a projekt „*Priemyselný výskum v oblasti lyofilizácie prírodných látok*“. Cieľmi projektov sú: - skvalitnenie podmienok na realizáciu aplikovaného výskumu v oblasti šľachtenia špeciálnych plodín, - realizácia nezávislého aplikovaného výskumu na nových odrodách liečivých rastlín, - vypracovanie podkladov na zriadenie Centra pre propagáciu a transfer kultivarov do praxe, - izolácia antokyánov, ich charakteristika a výroba lyofilizátov.

Výsledky vedecko-výskumnej činnosti sú pravidelne prezentované na zahraničných a domácich podujatiach, publikované vo vedeckej i odbornej literatúre. Za posledných 5 rokov dosiahol počet výstupov vyše 100 rôznych publikácií.

Poradenské aktivity sú zamerané na organizovanie seminárov pre pestovateľov a spracovateľov týchto špeciálnych plodín, ktoré sa pravidelne konajú v Nitre (v roku 2007 sa uskutočnil už 13. ročník) (Habán a kol., 2007). Súčasťou aktuálnej poradenskej činnosti je lektorská činnosť na viacerých rekvalifikačných kurzoch organizovaných na Agroinštitúte v Nitre, financovaných prostredníctvom MP SR (číslo projektu 11320400074) a akreditované MŠ SR: Pestovanie a spracovanie liečivých rastlín ktoré, boli realizované v rokoch 2006 – 2008. Rezervy v poradenstve vidíme v spolupráci s miestnymi záhradkárskymi zväzmi a v usporiadaní výstav liečivých rastlín na rôznych podujatiach organizovaných mestom Prešov. V rámci projektu ITMS 26220220013 s názvom "Využitie výskumu a vývoja na vyšľachtenie nových kultivarov (prototypov) liečivých rastlín a ich odrodová registrácia", bolo podporené vydanie publikácie „Zlepšenie stavu ekologickej stability a možnosť miestneho rozvoja obcí (príklad obce Jabloň v okrese Humenné“ (Labun, Šalamon, 2010).

Doterajšie aktivity v oblasti marketingu môžeme prezentovať úspešnou realizáciou projektu podpory výskumu a vývoja v malých a stredných podnikoch APVV „Výroba extraktov z vybraných liečivých rastlín s dôrazom na determináciu a štandardizáciu účinných látok a ich využitie pri výrobe finálnych výrobkov“, koordinátorom bola firma Calendula, a.s. Nová Ľubovňa, doba riešenia: 2008 – 2010.

Záver

Výskum biodiverzity liečivých rastlín na Prešovskej univerzite v Prešove je uskutočňovaný pre účely edukačného procesu, v rámci vedecko – výskumnej činnosti riešením výskumných projektov, poskytovania poradenskej činnosti a prezentácie univerzity. Aplikovaný výskum poskytuje výstupy, ktoré sú prínosom pre agroekológiu, špeciálne pôdohospodárstvo a umožňujú prezentovať výsledky množstvom pôvodných vedeckých prác. V rámci koncepcie rozvoja činnosti na experimentálnej báze PU bude kladený dôraz na rozšírenie druhovej biodiverzity liečivých, aromatických a koreninových rastlín s cieľom ich hodnotenia a poznania obsahu účinných zložiek s možnosťou využitia týchto poznatkov vo výskumnej a šľachtiteľskej práci. V rámci prezentácie tvorivej činnosti pracovníkov PU ako produktov, ktoré sú na trhu schopné generovať pridanú hodnotu, sa úspešne rozvíja spolupráca PU s hotelom Kempinski Štrbské Pleso, firmou Prelika a.s. Prešov, či firmou Chrestensen, GmbH., Nemecko.

Literatúra

- HABÁN, M. – OTEPKA, P.: Vzdelávacia, vedecko-výskumná a poradenská činnosť v oblasti liečivých rastlín na FAPZ SPU v Nitre. Zborník príspevkov: XIII. Odborný seminár s medzinárodnou účasťou: Aktuálne aspekty pestovania a využitia LAKR, Nitra, 2007, S. 7-10
- KOVALČIKOVÁ, I.: Nahliadnite do činnosti oddelenia vonkajších vzťahov a marketingu Prešovskej univerzity. In: Na pulze, časopis prešovskej univerzity, roč. III, č. 1, 2010, ISSN 1337-9208, s. 14-16.
- LABUN, P. – ŠALAMON, I.: Zlepšenie stavu ekologickej stability a možnosť miestneho rozvoja obcí (príklad obce Jabloň v okrese Humenné, Prešov, 2010, ISBN 978-80-89404-12-4, 126 s.
- ŠALAMON, I.: Školský pozemok PU v Prešove a jeho využitie v oblasti výskumu vybraných liečivých rastlín. Zborník príspevkov: XIII. Odborný seminár s medzinárodnou účasťou: Aktuálne aspekty pestovania a využitia LAKR, Nitra, 2007, s. 21-26
- ŠALAMON, I.: Šľachtenie liečivých rastlín podporené financiami zo štrukturálnych fondov EÚ. In: Genofond, č. 13, 2009, ISSN 1335-5848, s. 21.

Tabuľka 1: Kolekcia GZ liečivých, aromatických a koreninových rastlín udržiavaná na Školskom pozemku PU

Druh	Semenná kolekcia	Poľná kolekcia
Alchemilka žltozelená (<i>Alchemilla xanthochlora</i> L.)		áno
Bazalka pravá (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	áno	
Divozel veľkokvetý (<i>Verbascum densiflorum</i> Bertol.)	áno	
Dúška tymiánová (<i>Thymus vulgaris</i> L.)	áno	áno
Echinacea purpurová (<i>Echinacea purpurea</i> L.)	áno	áno
Fenikel obyčajný (<i>Foeniculum vulgare</i> L.)	áno	
Ihlica roľná (<i>Ononis arvensis</i> L.)	áno	
Jablčník obyčajný (<i>Marubium vulgare</i> L.)	áno	
Jastrabina lekárska (<i>Galega officinalis</i> L.)	áno	áno
Kocúrník obyčajný (<i>Nepeta vulgaris</i> L.)	áno	
Koriander siaty (<i>Koriandrum sativum</i> L.)	áno	
Leuzea šušťivá (<i>Raphonticum carthamoides</i> Ilja.)	áno	áno
Levandula úzkolistá (<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.)	áno	áno
Ligurček lekársky (<i>Levisticum officinale</i> Koch.)	áno	
Ľubovník bodkovaný (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	áno	
Medovka lekárska (<i>Melissa officinalis</i> L.)	áno	áno

Druh	Semenná kolekcia	Poľná kolekcia
Mäta pieporná (<i>Mentha x piperita</i> (L.) Huds.)		áno
Nechtík lekársky (<i>Calendula officinalis</i> L.)	áno	
Oman pravý (<i>Inula helenium</i> L.)	áno	
Pestrec mariánsky (<i>Sylibum marianum</i> (L.) Gaertn.)	áno	
Palina dračia (<i>Artemisia dracunculus</i> L.)	áno	
Pamajorán obyčajný (<i>Origanum vulgare</i> L.)	áno	áno
Požlt farbiarsky (<i>Carthamus tinctorius</i> L.)	áno	
Puškvorec lekársky (<i>Acorus calamus</i> L.)		áno
Rasca lúčna (<i>Carum carvi</i> L.)	áno	
Rebarbora dlanitá (<i>Rheum palmatum</i> L.)	áno	áno
Rebriček kopcový (<i>Achillea colina</i> J. Becker ex Rchb.)	áno	áno
Repík lekársky (<i>Agrimonia eupatoria</i> L.)	áno	áno
Rozmarín lekársky (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	áno	
Rumanček kamilkový (<i>Matricaria recutita</i> L.)	áno	
Ruta voňavá (<i>Rutha graveolens</i> L.)	áno	áno
Saturejka záhradná (<i>Satureja hortensis</i> L.)	áno	
Senovka grécka (<i>Trigonella foenum – graceum</i>)	áno	
Skorocel kopijovitý (<i>Plantago lanceolata</i> L.)	áno	áno
Slez maurský (<i>Malva mauritiana</i> L.)	áno	
Srdcovník obyčajný (<i>Leonurus cardiaca</i> L.)	áno	
Stévia cukrová (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni.)	áno	
Šalvia lekárska (<i>Salvia officinalis</i> L.)	áno	áno
Topoľovka čierna (<i>Althea rosea</i> Cavanilles)	áno	
Vrbovka malokvetá (<i>Epilobium parviflorum</i> L.)	áno	
Yzop lekársky (<i>Hyssopus officinalis</i> L.)	áno	

Adresa autorov:

Ing. Jozef Fejér, PhD., Katedra ekológie, FHPV, Prešovská univerzita v Prešove; 17. Novembra 1, 081 16 Prešov; tel: ++ 51 7733 662; fax: ++421 51 7725 547; e-mail: fejer@unipo.sk
doc. RNDr. Ivan Šalamon, CSc., Centrum excelentnosti ekológie živočíchov a človeka PU v Prešove; laboratórium ekofyziológie živočíchov a rastlín; 17. Novembra 1; 081 16 Prešov; tel : ++ 51 7733 662; fax: ++421 51 7725 547; e-mail: salamon@fhpv.unipo.sk
Ing. Alshammri Taleb, .. Katedra ekológie, FHPV, Prešovská univerzita v Prešove; 17. Novembra 1, 081 16 Prešov; tel: ++ 51 7733 662; fax: ++421 51 7725 547

IDENTIFIKÁCIA, DIFERENCIÁCIA A CHARAKTERIZÁCIA GENOTYPOV KOLEKcie ZRNA PŠENICE POMOCOUsDS-PAGE IDENTIFICATION, DIFFERENTIATION AND CHARACTERIZATION OF GENOTYPES OF GRAIN WHEAT COLLECTION BY SDS-PAGE

Edita GREGOVÁ – Svetlana ŠLIKOVÁ

Storage proteins are the first products of gene expression and because of that they are usually used as markers for characterization of technological quality. Main goal of our work was to determine the Glu-score of wheat genotypes (Triticum aestivum L.) on the base of the molecular markers. The HMW-GS composition at the Glu-1 complex loci in 17 genetic resources wheat genotypes from Gene Bank in Piešťany were studied. There were observed 12 different HMW-GS encoded by 12 alleles or allelic pairs in genetic resources collection wheat genotypes. The most frequent HMW-GS alleles were "1" for Glu-1A, 7+8 for Glu-1B and 5+10 for Glu-1D, respectively. The Glu-score in the accessions varied in broad range, two of the lines reached the maximum value 10.

Keywords : glutenins, SDS-PAGE

Úvod

V štúdiu GZ pšenice pomocou elektroforetickej analýzy zásobných bielkovín patrí medzi najčastejšie spôsoby štúdia pri genotypoch pšenice. Glutenínové bielkoviny tvoria 35-40 % bielkovín pšeničnej múky. Diverzita v nich je relatívne vysoká. HMW-GS sú kódované génmi lokusu *Glu-1*, lokalizovanými na dlhých ramenách chromozómov homeologickej skupiny 1. HMW-GS sú tvorené z podjednotiek s vysokou relatívnou molekulovou hmotnosťou ($M_r > 10^6$), stabilizovaných medzimolekulovými disulfidickými väzbami. HMW-GS sú významné z hľadiska ich vzťahu k chlebopekárskej kvalite múky. Sledovaním vzťahu jednotlivých HMW-GS a chlebopekárskej kvality pšenice bolo zistené, že existuje medzi nimi súvislosť. Dokázané bolo, že jednotlivé podjednotky, resp. ich páry ovplyvňujú chlebopekársku kvalitu rôzne. Informácie o zastúpení jednotlivých alel Glu lokusov umožňujú aj predikovať technologickú kvalitu genotypov pšenice.

Materiál a metódy

Pre elektroforetické analýzy zásobných bielkovín boli použité vzorky dodané z Génovej banky Piešťany, celkom 17 genotypov. Analýza profilov zásobných bielkovín zrna - gliadínov chromozómu 1B a glutenínov bola uskutočnená pomocou polyakrylamidovej gélovej elektroforézy v prítomnosti dodecylsulfátu sodného (SDS-PAGE). Extrakciu glutenínov sme robili podľa štandardnej metódy ISTA (WRIGLEY 1992). Bodová hodnota predikcie pekárskej akosti bola stanovená podľa publikovaných výsledkov (PAYNE & LAWRENCE 1983). Chlebopekársku akosť zrna vyjadruje bodové hodnotenie tzv. Glu-skóre, ktoré je odvodené od prítomnosti, resp. neprítomnosti špecifických vysokomolekulových glutenínov. Jej najvyššia hodnota môže byť 10.

Výsledky a diskusia

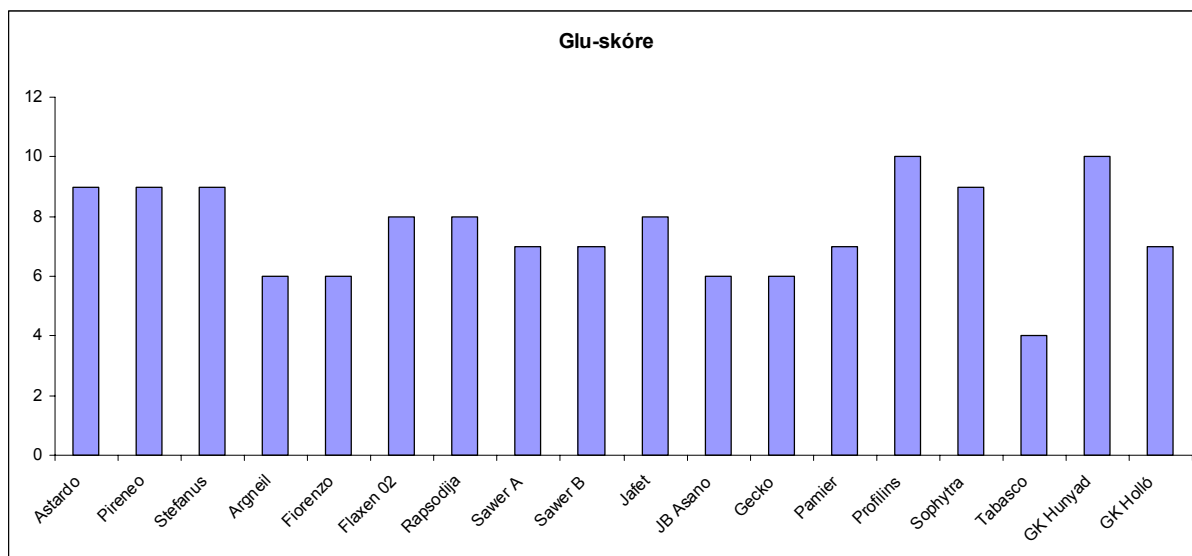
Vyšší príspevok k chlebopekárskej kvalite podjednotky 2*, oproti podjednotkám 0 a 1, v prítomnosti HMW-GS 5+10 potvrdili viacerí autori, a zároveň tvrdia, že v prítomnosti HMW-GS 2+12 má pozitívnejší vplyv na kvalitu podjednotka 0, oproti podjednotkám 1 a 2*. (PAYNE et al. 1987) publikovali príspevky HMW-GS k tejto kvalite, vo forme bodového hodnotenia, ktorého súčet pre jednotlivé genotypy pšenice sa označuje ako tzv. Glu-skóre. Za podjednotky s najpozitívnejším vplyvom na chlebopekársku kvalitu sa považuje pár HMW-GS 5+10. Podjednotky Glu 1A 1 a 2* sú lepšie ako Glu 1A 0, ale iba v kombinácii s Glu 1D 5+10. Alelický blok Glu 1A 1, prítomný v 8 genotypoch, bol kombinovaný s Glu 1D 5+10 v 6 prípadoch. Väčšina genotypov, až 61,4 %, mala v lokuse Glu 1A podjednotky 2* alebo 1, t.j. vzťah k monitorovaniu lepšej pekárskej akosti. V hodnotenom súbore až 47,1 % genotypov malo priaznivú kombináciu Glu 1B 7+9, resp. 7+8 a Glu 1D 5+10. Na základe stanovenia bielkovinových génov boli vyhodnotené genotypy a 2 genotypy Profilins a GK Hunyad z nich dosiahli maximálnu hodnotu Glu-skóre (10).

Záver

Využitie molekulárných markerov umožňuje racionalizovať systém výberu genetických zdrojov do šľachtenia na kvalitu a rozšírenie genetickej diverzity v našich odrodách.

Pod'akovanie: Tato štúdia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného Programu Výskum a vývoj pre projekt: Vývoj nových typov rastlín s geneticky upravenými znakmi hospodárskeho významu ITMS: 26220220027, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Graf 1: Hodnotenie Glu – skóre v genetických zdrojov pšenice



Literatúra

PAYNE P. I., LAWRENCE G. A. (1983) : Catalogue of alleles for the complex gene loci, Glu-A1, Glu-B1, and Glu-D1, which code for high-molecular-weight subunits of glutenin in hexaploid wheat. *Cereal Res. Commun.*, 11 : 29-34.

PAYNE, P. I.: Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 38, 1987, s. 141-153

WRIGLEY C. W. (1992) : Identification of cereal varieties by gel electrophoresis of the grain proteins. Heidelberg, Springer-Verlag, 17-41.

Kontaktná adresa autora :

Ing. EDITA GREGOVÁ, Ph.D., Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika
Tel: +421 33 7722311, e-mail : gregova@vurv.sk

Ing. SVETLANA ŠLIKOVÁ, Ph.D., Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika

BIELKOVINOVÉ MARKERY V GENETICKÝCH ZDROJOV PŠENICE PROTEIN MARKERS IN GENETIC RESOURCES OF WHEAT

Edita GREGOVÁ

Electrophoretic analyses of seed storage proteins have proved to be useful in identification and characterization of wheat. The HMW-GS composition at the Glu-1 complex loci and gliadin blocks, in 19 genetic resources wheat genotypes from Gene Bank in Piešťany were studied. There were observed 15 different HMW-GS encoded by 11 alleles or allelic pairs in genetic resources collection wheat genotypes. The Glu-score in the accessions varied in broad range, one of the lines reached the maximum value 10.

Keywords: glutenins, gliadins, A-PAGE, SDS-PAGE

Úvod

Využitie molekulárnych markerov umožňuje racionalizovať a zefektívniť systém identifikácie a charakterizácie genetických zdrojov pšenice. Takéto markery sa nachádzajú medzi zásobnými bielkovinami zrna pšenice a sú reprezentované hlavne gliadínmi a podjednotkami glutenínov s vysokou molekulovou hmotnosťou. Informácie o zastúpení jednotlivých alel Gli a Glu lokusov umožňujú aj predikovať technologickú kvalitu genotypov pšenice. Okrem toho pomocou signálnych gliadínových a glutenínových génov možno hodnotiť genetickú štruktúru odrôd pšenice ako čistej línie, homogénnej v skladbe gliadínov a glutenínov.

Materiál a metódy

Pre elektroforetické analýzy zásobných bielkovín boli použité vzorky dodané z Génovej banky Piešťany, celkom 19 genotypov. Analýza profilov zásobných bielkovín zrna - gliadínov chromozómu 1B a glutenínov bola uskutočnená pomocou polyakrylamidovej gélovej elektroforézy v kyslom prostredí (A-PAGE) a v prítomnosti dodecylsulfátu sodného (SDS-PAGE). Extrakciu glutenínov sme robili podľa štandardnej metódy ISTA (WRIGLEY 1992). Pre extrakciu v alkohole rozpustných bielkovín - gliadínov, sme použili štandardnú referenčnú metódu ISTA v kyslom prostredí (A-PAGE) (DRAPER 1987). Bodová hodnota predikcie pekárskej akosti bola stanovená podľa publikovaných výsledkov (PAYNE & LAWRENCE 1983). Chlebopekársku akosť zrna vyjadruje bodové hodnotenie (Glu-skóre, resp. ražné skóre), ktoré je odvodené od prítomnosti, resp. neprítomnosti špecifických vysokomolekulových glutenínov, resp. gliadínov. Jej najvyššia hodnota môže byť 10. Ešte presnejšie túto dôležitú vlastnosť múky vyjadruje tzv. ražné skóre. Pri jeho výpočte je zohľadnená aj prítomnosť, resp. neprítomnosť gliadínového bloku 1B3, ktorý má negatívny vplyv na chlebopekárske vlastnosti zrna.

Výsledky a diskusia

Za zdroje vyššej pekárskej akosti možno označiť odrody vybavené glutenínovými alelickými blokmi Glu 1D 5 + 10, Glu 1A 1 či 1A 2*, Glu 1B 7+8, resp. 7 + 9. Podjednotky Glu 1A 1 a 2* sú lepšie ako Glu 1A 0, ale iba v kombinácii s Glu 1D 5+10. Alelický blok Glu 1A 1, prítomný v 7 genotypoch, bol kombinovaný s Glu 1D 5+10 len v 3 prípadoch. Väčšina genotypov, až 78,9 %, mala v lokuse Glu 1A podjednotky 2* alebo 1, t.j. vzťah k monitorovaniu lepšej pekárskej akosti. Genetická interakcia bola zistená aj medzi lokusmi Glu 1D a Glu 1B. Ak je prítomný alelický blok Glu 1D 5+10, potom Glu 1B 7+8 a 7+9 sú lepšie ako ostatné podjednotky tohto lokusu - 6+8 a 7. V hodnotenom súbore až 21 % genotypov malo priaznivú kombináciu Glu 1B 7+9, resp. 7+8 a Glu 1D 5+10. Alela Gli 1B1 sa ukazuje ako marker dobrej pekárskej akosti pre gliadínový blok, lokalizovaný na chromozóme 1 B, ktorý spomedzi gliadínov najviac ovplyvňuje kvalitu múky bol detekovaný v 7 prípadoch (37 %). Alelický blok 2+12 bol identifikovaný spolu s gliadínovým blokom 1B1 v 4 prípadoch a v 3 prípadoch bol zistený súčasný výskyt s podjednotkami 5+10 na chromozóme 1D. O úzkom vzťahu medzi uvedeným gliadínom možno hovoriť aj v súvislosti s výskytom ďalšieho markera vyššej pekárskej akosti, alelického bloku Glu 1B 7+8, ktorý bol identifikovaný až v 5 prípadoch. Prítomnosť sekalínového alelického bloku Gli 1B3, tzv. inhibítora pekárskej akosti, je dôsledok translokácie chromozómového segmentu raže do génomu pšenice (1R/1B). Na základe stanovenia bielkovinových génov boli vyhodnotené genotypy a jeden genotyp Rubín z nich dosiahol maximálnu hodnotu ražného-skóre (10).

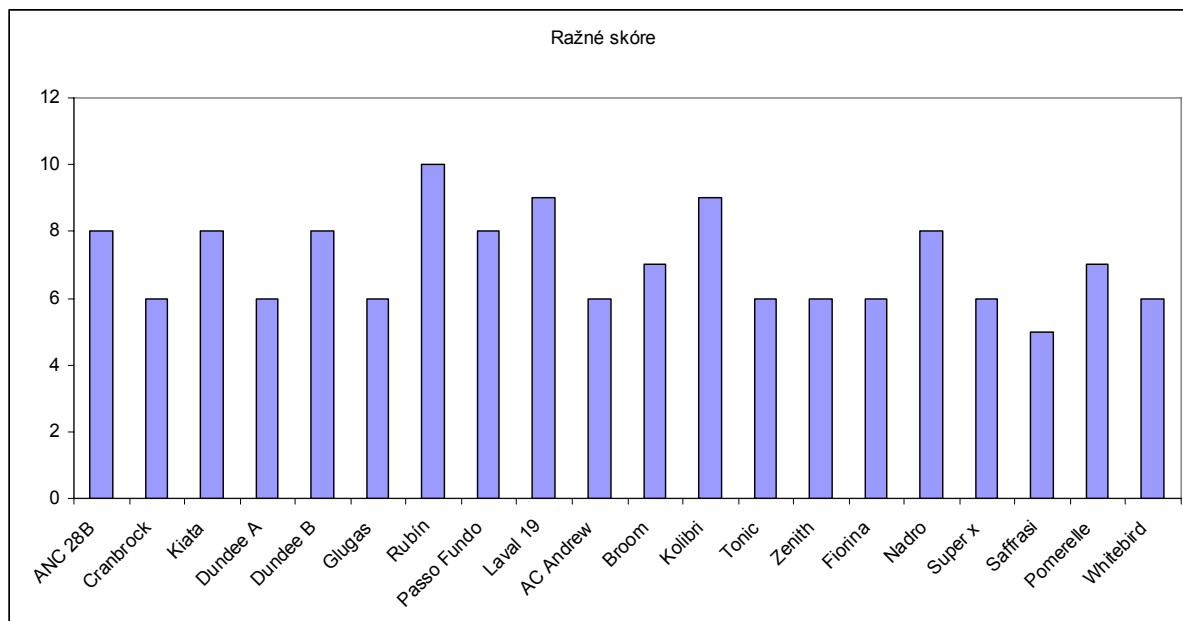
Záver

Na základe našich poznatkov môžeme konštatovať, že pri odrodách s nízkym Glu-skóre, resp. ražným skóre (<5) bude aj technologická kvalita nízka. Využitie molekulárnych markerov umožňuje racionalizovať systém výberu genetických zdrojov do šľachtenia na kvalitu a rozšírenie genetickej diverzity v našich odrodách.

Pod'akovanie: Táto štúdia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Transfer, využitie a diseminácia výsledkov výskumu genofondu rastlín pre výživu a

poľnohospodárstvo (ITMS: 26220220058), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Graf 1: Hodnotenie ražného skóre v genetických zdrojov pšenice



Literatúra

- DRAPER, S. R. (1987) : ISTA variety committee. Report of the working group for biochemical test for cultivar identification 1983-1986. *Seed Sci. Technol.* **15** : 431-434.
- PAYNE, P. I. – LAWRENCE G. A. (1983) : Catalogue of alleles for the complex gene loci, Glu-A1, Glu-B1, and Glu-D1, which code for high-molecular-weight subunits of glutenin in hexaploid wheat. *Cereal Res. Commun.*, **11** : 29-34.
- WRIGLEY, C. W. (1992) : Identification of cereal varieties by gel electrophoresis of the grain proteins. Heidelberg, Springer-Verlag, 17-41.

Kontaktná adresa autora :

Ing. EDITA GREGOVÁ, Ph.D., Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika
Tel: +421 33 7722311, e-mail : gregova@vurv.sk

HODNOTENIE REZISTENCIE GENOTYPOV JAČMEŇA SIATEHO F. JARNÁ PROTI LISTOVÝM CHOROBÁM ASSESSMENT OF RESISTANCE OF SPRING BARLEY GENOTYPES AGAINST LEAF DISEASES

Jozef GUBIŠ – Klára KRIŽANOVÁ – Štefan MASÁR – Katarína BOJNANSKÁ –
Marcela GUBIŠOVÁ – Martin PASTIRČÁK – Ľudovít SLEZIAK – Jana HAVELOVÁ –
Alžbeta ŽOFAJOVÁ

In 2009, 24 genotypes of spring barley were assessed for resistance to powdery mildew, net blotch and ramularia leaf spot in juvenile and adult stage. Several genotypes were resistant to individual pathogens and some of them were resistant to all pathogens together. Such genotypes are suitable for creation of new cultivars adapted for agro climatic conditions of Slovakia.

Keywords: barley, net blotch, powdery mildew, ramularia leaf spot

Úvod

Medzi najzávažnejšie patogény jačmeňa siateho f. jarná patria múčnatka trávová na jačmeni (*Blumeria graminis* (DC.) Golovin ex Speer f. sp. *hordei* Em. Marchal) (ďalej len múčnatka na jačmeni), hrdza jačmenná (*Puccinia hordei* Otth), hnedá škvrnitosť (*Pyrenophora teres* Drechs.) a v poslednom období aj ramuláriová škvrnitosť listov jačmeňa (*Ramularia collo-cygni* Sutton & Waller). Múčnatka na jačmeni je považovaná za jednu z najvýznamnejších chorôb asimilačných orgánov jačmeňa a ročné straty na úrode predstavujú v priemere asi 10 % (CZEMBOR 2001), v prípade silných epidémií môžu byť zaznamenané straty až do 40 %. Medzi nekrotrofné hubové ochorenia, ktoré napádajú jačmeň patrí hnedá škvrnitosť, ktorej pôvodcom je *Pyrenophora teres* (Drechs.). Choroba je prenosná osivom a vyskytuje sa vo všetkých, mierne vlhkých oblastiach sveta, kde významne vplyva na redukciu úrody a kvalitu jačmeňa (SERENIUS et al. 2007). V roku 1987 HUSS et al. identifikovali patogén *Ophiocladium hordei* Cav. zapríčínujúci nové ochorenie jačmeňa v Rakúsku. Neskôr SUTTON, WALLER (1988) izolovali tento patogén z ďalších trávnatých rastlín a zmenili jeho taxonomickú pozíciu a pomenovanie na *Ramularia collo-cygni*. Od tohto obdobia bol potvrdený jeho výskyt vo viacerých krajinách Európy, ale aj na Novom Zélande a v Južnej Afrike (FREI et al. 2007). Výskyt tohto patogéna jačmeňa bol na Slovenku po prvýkrát zaznamenaný v roku 2008 (GUBIŠ et al. 2008).

Cieľom práce bolo zhodnotiť rezistenciu 24 genotypov jačmeňa siateho f. jarná k múčnatke trávovej, hnedej škvrnitosti a ramuláriovej škvrnitosti.

Materiál a metódy

Hodnotili sme 21 genotypov jačmeňa siateho f. jarná a 3 kontrolné odrody (1 – Xanadu, 2 – Nitran, 3 – Slaven) z HORDEUM s.r.o. Sládkovičovo. Na hodnotenie rezistencie genotypov jačmeňa proti múčnatke na jačmeni bola použitá zmes patotypov 5735, 7777 a Z 70 virulentná voči všetkým, zo šľachtiteľského hľadiska neperspektívnym, špecifickým génom rezistencie a ich kombináciám. Laboratórne testovanie odolnosti semenáčov voči hnedej škvrnitosti sme vykonali metódou na oddelených listových segmentoch v roztoku benzimidazolu podľa AFANASENKO (1977). Poľnú odolnosť voči *Pyrenophora teres* sme hodnotili na lokalite Vígľaš-Pstruša, Borovce, Sládkovičovo, Solary, Spišská Belá a Trebišov podľa stupnice BABAJANC (1989). Napadnutie *R. collo-cygni* sme v poľných podmienkach hodnotili na lokalite Vígľaš-Pstruša a v laboratórnych podmienkach ako percento napadnutej plochy listu (0, 1, 5, 10, 15, 25, 50, 75 a 100 %). Percentuálne hodnoty boli transformované použitím arcsin \sqrt{x} . Analýza variancie získaných hodnôt (ANOVA pre $P \leq 0,05$) s následným testom LSD bola spracovaná štatistickým programom SPSS (13.0).

Výsledky a diskusia

Priemerné percento napadnutia ramuláriovou škvrnitosťou v poľnom experimente bolo 84 % a v laboratórnom len 4 %. Medzi reakciou genotypov na infekciu patogénom v juvenilnom štádiu a v štádiu dospelých rastlín sú značné rozdiely, čo potvrdzuje aj nízky korelačný koeficient ($r = 0,28$). Najnižším napadnutím (1 – 2 %) v juvenilnom štádiu voči infekcii ramuláriovej škvrnitosti sa vyznačovalo 7 genotypov. Naopak v štádiu dospelých rastlín najnižším napadnutím (13 %) sa vyznačoval iba jeden genotyp SK 6339. Nižšie ako priemerné percentuálne napadnutie ramuláriovou škvrnitosťou v poľných podmienkach (75 %) a nižšie napadnutie v juvenilnom štádiu (2 %) sme zistili pri 1 genotype. Nízkym percentuálnym napadnutím v štádiu dospelých rastlín sa vyznačovalo ďalších 5 genotypov v šľachtiteľskom procese.

Pri hodnotení reakcie genotypov na prirodzenú infekciu hnedou škvrnitosťou v poľných podmienkach sme nezaznamenali veľké rozdiely. Priemerná bodová hodnota z lokalít Borovce a Vígľaš-Pstruša sa pohybovala v rozmedzí 8,2 – 7,7. Vyššie napadnutie sme zaznamenali na lokalite Borovce, na lokalite Vígľaš-Pstruša bol výskyt nižší v dôsledku vyššieho infekčného tlaku ramuláriovej škvrnitosti a na lokalite Spišská Belá v dôsledku vyššej intenzity napadnutia rhynchosporiou škvrnitosťou v rozmedzí 5,8 – 8,0

bodov. V juvenilnom štádiu sa rezistentnou reakciou vyznačovali odrody Xanadu a Slaven, z genotypov v šľachtiteľskom procese sa 2 genotypy vyznačovali vysokou rezistenciou a 13 genotypov rezistentnou reakciou.

Reakciu genotypov na prirodzený výskyt múčnatky trávovej sme hodnotili na 5 lokalitách. Najsilnejší infekčný tlak patogéna bol na lokalite Solary, v rozpätí od 6 – 9 bodov. Ako rezistentné boli hodnotené 3 genotypy. V juvenilnom štádiu sme klasifikovali reakciu ako rezistentnú pri 14 genotypoch. Účinná, nešpecifická odolnosť Mlo bola identifikovaná pri 7 genotypoch.

Väčšina výskumov rezistencie obilnín k hubovým chorobám v poľných podmienkach je zameraných na skrining rezistencie k jednému patogénu. Zriedkavo publikácie analyzujú celý komplex listových chorôb (AL-NAIMI et al., 2005). Ak sa robí skrining rezistencie kultivarov jarného jačmeňa k nejakej chorobe pri prirodzenej infekcii bez ohľadu na sledovanie možného negatívneho alebo pozitívneho vplyvu iných chorôb, skutočná úroveň rezistencie môže byť maskovaná vplyvom iných patogénov. Naše výsledky túto možnosť potvrdzujú a odhaľujú, keďže sme pri prirodzenej infekcii na poli zaznamenali agresívnejší patogén jačmeňa siateho f. jarná *Ramularia collo-cygni*. Výskyt a potvrdenie tohto nového druhu patogéna bolo zaznamenané na našom území na lokalite Vígľaš-Pstruša v roku 2008 (GUBIŠ et al., 2008). Aj napriek tomu, že bola detekovaná stredná odolnosť medzi niektorými genotypmi jačmeňa siateho formy jarnej a ozimnej (PINNSCHMIDT et al., 2006), doposiaľ sa v literatúre neobjavil žiadny genotyp, ktorý by sa v poľných podmienkach vyznačoval úplnou odolnosťou voči *R. collo-cygni*.

Záver

Medzi sledovanými genotypmi jačmeňa siateho f. jarná boli nájdené genotypy aj odrody odolné voči samostatným patogénom, ale boli nájdené aj genotypy s odolnosťou voči všetkým sledovaným patogénom súčasne. Genotypy s vyhovujúcou odolnosťou sú vhodné do kontinuálneho procesu tvorby nových odrôd dobre adaptovaných pre pestovateľské podmienky Slovenska.

Pod'akovanie: Táto práca bola podporovaná finančnými prostriedkami Agentúry na podporu výskumu a vývoja VMSP-P-0047-09.

Literatúra

- AFANASENKO, O.S. (1977): The laboratory method of barley screening for resistance to net blotch. *Agriculture Biology*, 12, 1977, pp. 297–299.
- AL-NAIMI F.A. – GARRETT K.A. – BOCKUS W.W. (2005): Competition, facilitation, and niche differentiation in two foliar pathogens. *Oecologia*, 143, 2005, 449–457.
- BABAJANC L. (1988): Metody sekcií i ocenki ustojčivosti pšenicy i jačmenja k boleznjam v stranach - členach SEV. Praha, 1988, p. 321
- CZEMBOR J. H. 2001. Sources of resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) in Moroccan barley land races. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 23, 2001, pp. 260–269.
- FREI, P. – GINDRO, K. – RICHTER, H. – SCHÜRCH, S. (2007): Direct-PCR detection and epidemiology of *Ramularia collo-cygni* associated with barley necrotic leaf spots. *Journal of Phytopathology*, 155, 2007, pp. 281–288.
- GUBIŠ, J. – HUDCOVICOVÁ, M. – KLČOVÁ, L. (2008): First report of *Ramularia collo-cygni* in Slovakia. *Journal of Plant Pathology*, Vol. 90, 2008, Iss. 1, p. 149.
- HUSS, H. – MAYERHOFER, H. – WETCHING, W. (1987): *Ophiocladium hordei* CAV (Fungi imperfecti), ein für Österreich neuer parasitärer Pilz der Gerste. *Pflanzenarzt*, 40, 1987, pp. 167–169.
- PINNSCHMIDT, H.O. – SINDBERG, S.A. – WILLAS, J. (2006): Expression of *Ramularia* leaf spot resistance in barley cultivars and its relation to resistance against other diseases. *Proceedings of the Third International Workshop on Barley Leaf Blights*, Edmonton, Canada, July 2006 (Turkington T.K., Orr D. & Xi K., eds), pp. 141–145.
- SERENIUS, M. – MANNINEN, O. – WALLWORK, H. – WILLIAMS, K. (2007): Genetic differentiation in *Pyrenophora teres* populations measured with AFLP markers. *Mycological Research*, 111, 2007, pp. 213–223.
- SUTTON, B.C. – WALLER, J.M. (1988): Taxonomy of *Ophiocladium hordei*, causing leaf lesions on Triticale and other Gramineae. *Transactions of the British Mycological Society*, 90, 1988, pp. 55–61.

Adresa autorov:

Ing. Jozef Gubiš, Ph.D.; Ing. Alžbeta Žofajová, Ph.D.; Ing. Štefan Masár, CSc.; Ing. Katarína Bojnanská; Mgr. Marcela Gubišová; Mgr. Martin Pastircák, Ph.D.; Mgr. Martina Hudcovicová, Ph.D. – Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, (e-mail: gubis@vurv.sk); Ing. Klára Križanová, Ph.D.; Ing. Ľudovít Sleziač, CSc.; Mgr. Jana Havelová – HORDEUM s.r.o., Nový Dvôr 1052, 925 21 Sládkovičovo, (e-mail: krizanova@hordeum.sk)

HODNOCENÍ GENETICKÝCH ZDROJŮ BÉRU VLAŠSKÉHO (*SETARIA ITALICA* L. BEAUV.) S CÍLEM JEJICH POTENCIÁLNÍHO VYUŽITÍ EVALUATION OF *SETARIA ITALICA* GENETIC RESOURCES AIMED AT THEIR POTENTIAL USE

Jiří HERMUTH – Josef HÝSEK – Zdeněk STEHNO

Set of 37 genetic resources of Setaria italica L. BEAUV was evaluated in the Crop Research Institute in Prague with the aim to select suitable genotypes for research, breeding and eventually for direct use in agriculture. The main phenological phases (seedling emergence, heading and ripeness) were recorded to distinguish the most suitable genotypes for climate conditions of the Czech Republic. Another characteristics as growth density, plant high and yield estimation were evaluated as well. Diseases occurrence was monitored in the whole set. The period from sowing to seedling emergency ranged from 12 to 17 days. Heading started very early (74 days) in Z23-17 genotype; nevertheless the earliest in the full ripeness (117 days) was accession Z23-26. The highest plant high that is important presumption for high green mass production was measures in 3 genotypes 145 cm high. Yield of seeds was very variable. Among diseases, observed on Setaria plants, belonged first of all Colletotrichum, Alternaria and Diplodia.

Key words: Setaria italica, genetic resources, earliness, plant high, diseases

Úvod

Bér vlašský je druh pocházející z Číny, Indie a Malé Asie. Původní forma není dodnes zcela jednoznačně určena, protože se jedná o velmi starou obilninu, doloženou historicky již 5000 let před našim letopočtem. Nejpravděpodobněji vznikl z bérů zeleného (*Setaria viridis*), který se i v současné době spontánně vyskytuje jak v Číně, tak i v Indii.

Obilky bérů jsou používány pro konzumní účely i pro krmení domácích zvířat, převážně drůbeže. Velmi často je bér pěstován jako pícnina na zelenou hmotu nebo na seno.

V současné době je tato pícnina pěstována v jižních státech Evropy, USA, méně v Asii. V Číně a Indii je bér pěstován hlavně jako obilnina pro konzumní účely. Z drobných obilek se mele mouka, ze které se připravují nejrozmanitější pokrmy (kaše, placky a pod.).

Chemické složení obilek bérů je podobné jako u prosa. Obsah bílkovin činí 14,2 %, tuku 4,7 %, vlákniny 11,3 %, popele 2,1 %, bezdusíkatých látek výtažkových 50,9 %. Bér vlašský má vysoký podíl čistých bílkovin, až 91,5 %. Ve složení frakcí bílkovin činily albuminy a globuliny 13,1 %, prolaminy 39,4 %, gluteliny 9,9 % a zbytek 35,7 %. Obsah lepku u bérů vlašského je na nízké úrovni, takže obilky bérů jsou vhodné pro lidskou dietu při celiakii (PETR et al., 2003).

Bér je teplomilnější rostlina než pšenice a tepelná suma činí 2350 – 2800 °C. Rostliny dosahují výšky 80 – 150 cm, stéblo je duté, olistění silné. Květenství je podlouhlá vejčitá lata, která je dosti hustá a jednotlivé větve vytváří laloky. V horní části bývá lata často převislá. Celé květenství je slabě až silně ochlupené. Obilky bérů jsou drobné, chuťově horší jakosti. Pro lidský konzum se musí obilky v mlýnech „odslupkovat“, neboť plucha srůstá s obilkou. Velikost obilek kolísá v rozmezí 1 – 1,7 mm, hmotnost 1000 semen (HTS) činí 2 – 4 g.

Na půdu, ani na zařazení v osevním postupu není bér zvláště náročný, daří se mu na všech půdách a po všech předplodinách. Bér nesnáší půdy těžké, zamokřené a studené. Výsev bérů se provádí do řádků, nebo na široko. Meziřádková vzdálenost při pěstování na zrno se pohybuje v rozmezí 40 – 50 cm, při pěstování na zelenou hmotu 15 – 20 cm. Výsevné množství na 1 hektar při pěstování na zrno činí 8 – 12 kg, při pěstování na zelenou hmotu 12 – 18 kg. Výsev provádíme do půdy vyhřáté nejméně na 12 – 15 °C, do hloubky 2 – 3 cm (termín variabilní podle teploty půdy).

Sklizeň bérů na zrno provádíme v plné zralosti, neboť porosty dozrávají poměrně jednotně a obilky z latic nevypadávají. Protože obilky jsou velmi drobné, musíme výmlat provádět vysokými otáčkami s dostatečně staženým mláticím košem. Nebezpečí poškození obilek je minimální. Při pěstování bérů na zelenou hmotu provádíme sklizeň v době začátku metání nebo až plného metání. Dřívější sklizeň je nežádoucí, neboť snižuje výnos hmoty z jednotky plochy, při pozdější sklizni obsahuje rostlina značné množství vlákniny a je hůře stravitelná. Zelenou hmotu můžeme zkrmovat přímo, nebo silážovat, nebo sušit na seno. V rámci České republiky byly ověřovány možnosti pěstování netradičních letních meziplodin jako bér vlašský a pšenice seté (HERMUTH, 1997), přičemž u bérů vlašského je nutné zajistit dostatečně dlouhou vegetační dobu porostu (93 – 119 dní) pro tvorbu biomasy. Hektarové výnosy semene bérů kolísají podle pěstitelských podmínek a úrovně agrotechniky od 1,5 do 4 t.ha⁻¹. Při pěstování na zelenou hmotu získáváme 20 – 55 t.ha⁻¹, ze které můžeme sušením získat 5 – 15 t.sena.

Cílem hodnocení které probíhá v rámci Výzkumného záměru MZE0002700604 bylo porovnání významných fenologicko – hospodářských ukazatelů, semenářských charakteristik a zdravotního stavu s akcentem na budoucí výběr vhodných genotypů bérů vlašského k výše uvedeným účelům.

Materiál a metódy

V roce 2009 bylo na pracovišti Genové banky v Praze – Ruzyni ověřováno v polním experimentu 37 genotypů bėru vlašského s cílem namnožit osivo a provést primární screening. Pokus byl založen 23.04. 2009. Z důvodu omezeného množství osiva, které bylo poskytnuto Genovou bankou (GB), byly pokusné parcely pouze o velikosti 2 m². V průběhu vegetace byly sledovány následující parametry: počet dnů od zasetí do vzházení, začátku metání a plné zralosti, zapojení porostu v parcele (%), výška porostu (cm), výnos zrna (t.ha⁻¹) hmotnost tisíce zrn (g). Bohužel ne u všech genotypů je k dispozici jeho název či původ státu, proto v textu budeme odkazovat na ECN, což je evidenční číslo národní, které je jediným identifikačním prvkem genových zdrojů (GZ) v EVIGEZu (Evidence genových zdrojů), současně je základním identifikačním prvkem České genové banky. Z důvodu zjednodušení budeme v textu využívat část tohoto kódu a to část Z23 (označení plodiny – bėr vlašský) a poslední dvojčíslí, které značí pořadové číslo dané plodiny. Pro názorný příklad, v tabulce je uveden kód 01Z2300014, v textu je zkrácená forma Z23-14.

Výsledky a diskuse

Vegetační a výnosové charakteristiky

V rámci sledovaného souboru bėru vlašského existuje významná variabilita (Tab. 1). V ranosti byla poněkud vyšší variabilita v době metání (VK=11 %). Oproti vzházení a plné zralosti (VK=9,1 %, resp. 8,2 %). Vzházení - znak, který je důležitý zvláště u genotypů vhodných k potencionálnímu využití jako letní strniskové meziplodiny (rychlý start), se u sledovaného souboru hodnota tohoto znaku pohybovala od 12 do 17 dnů. Přičemž k nejranějším genotypům patřily Z23-01, Z23-10, Z23-11, a Z23-30. Nejdéle vzházel genotyp pod označením Z23-22. Na klíčení a následující vzházení rostlin má vliv půdní teplota a vlhkost v oblasti seťového lůžka, což je kolem 12 °C. U znaku metání tj. doba přechodu z vegetativní do generativní fáze rostliny, kdy dochází ke kvalitativním změnám parametrů biomasy, byl nejnižší počet dnů zaznamenán u genotypu Z23-17 (74 dnů), naopak nejpozději této fáze dosáhl genotyp Z23-31 (111 dnů). Nejkratší vegetační dobu (plná zralost) měl genotyp Z23-26 (117 dnů), nejpozději nastala plná zralost u genotypu Z23-22 (156 dnů). Tento genotyp měl i nejdelší dobu vzházení. Dalším sledovaným znakem bylo zapojení porostu v parcele, které bylo hodnoceno subjektivním posouzením hodnotitele porostu. Je to znak, jehož hodnota souvisí s klíčovostí a zdravotním stavem osiva. Rozpětí tohoto parametru bylo od 40 % do 100 %. Nejnižší hodnota byla u genotypu Z23-31, jinak průměrná hodnota tohoto znaku u celého souboru byla na 79,2 %. Výška porostu vykazovala variabilitu souboru (VK=10,7 %). K nejvyšším porostům, které vykazovaly nejvyšší nárůst biomasy, lze zařadit genotypy Z23-06, Z23-20, Z23-21 se shodnou výškou 145 cm. Nejnižší porost vytvořil genotyp Z23-31 (85 cm), který byl také nejpozdější v době metání a měl nejrýchlejší zapojení v parcele (40 %). Nejvyšší variabilita souboru byla zjištěna u hodnoceného znaku výnos zrna (VK=61,2%). Tento parametr je zatížen poměrně značnou chybou, vyplývající pravděpodobně z rozměru parcely (2 m²) a také ztrátou semen, způsobené atakem ptactva. Výsledky je třeba brát s určitou rezervou, ale trend jednotlivých genotypů bėru vlašského je patrný. Nejvyšší výnos dosáhl genotyp Z23-10 (5,09 t.ha⁻¹), který patřil také k nejranějším genotypům ve znaku vzházení. Nejnižší výnos měl genotyp Z23-22 (0,28 t.ha⁻¹). Průměr hodnoceného znaku u celého souboru činil 1,99 t.ha⁻¹. Vysokou variabilitu měla hmotnost tisíce zrn (VK=21,4 %). U sledovaných genotypů bėru vlašského bylo rozpětí tohoto znaku od 1,1 g do 3,6 g, přičemž nejvyšší HTZ měl genotyp Z23-35.

Odolnost k chorobám

Celkový úsudek o zdravotním stavu rostlin lze získat již z posouzení habitu rostliny. Rostliny zakrnělého růstu mohou být postiženy chorobou virového původu. Choroby bėru jsou ponejvíce přítomny na listech. Může jít jednak o vliv abiotických faktorů – tj. vliv tepla, vlhka, některých mikroprvků aj., který se projeví na listech jako skvrnitosti různého zbarvení nebo např. červené zbarvení listů, z nichž mnohá nejsou dosud popsána v odborné literatuře. Rovněž specifické působení herbicidů zvláště růstových na rostliny bėru nemusí být dosud známo. Nejvíce chorob biologického původu je způsobeno fytopatogenními houbami. Při sledování napadení listů bėru jsme se setkali s houbou rodu *Colletotrichum* řazenou k Fungi Imperfecti mezi Melanconiales. Jsou to houby, které vytvářejí na povrchu pletiv rostlin tzv. acervulus, kterým vrůstají do pletiv rostlin a na uvedeném polštáři se vytváří velké množství rohlíčkovitých konidií, které mohou infikovat další listy. Výskyt uvedené houby na bėru byl však v roce hodnocení velmi slabý. Na listech bėru byly diagnostikovány rovněž houby rodů *Alternaria* a *Diplodia*. Rod *Alternaria* bývá řazen do skupiny Moniliales u Fungi Imperfecti, je rozšířen na různých rostlinných zbytcích a narušuje zvláště klíčovost semen. Houba vyvolává tvorbu nekrotických skvrn a redukuje významně asimilační plochu listů. Vytváří několik významných mykotoxinů (alternariová kyselina, alternariol, alternariol monomethyl ether aj.), které mohou znehodnocovat sklizeň po stránce toxicity. Houba je dobře kultivovatelná na různých umělých živných médiích, kde vytváří zprvu bílé avšak brzy tmavnoucí mycelium. Mycelium a konidie jsou hnědočerné, konidie mají zdřovitou strukturu se silnými buněčnými stěnami jednotlivých buněk. Uvedená houba může žít při pro ni příhodných podmínkách též jako parazitická houba např. na listech. Bývá spíše řazena k černím. Má velké množství druhů, dnes je lze určit molekulární technikou, dříve byly druhy určovány podle rozměrů konidií. Proto určit druh bývalo velice nesnadné. Houba *Diplodia* (Fungi Imperfecti;

Sphaeropsidales) , ktorou jsme našli na povrchu listů bėru, tēž působí při patogenních procesech v rostlinách, vytvāří pyknidy, v nichž jsou většinou dvoubuněčné tmavé konidie. Těmi se houba zvlāště za vlhkých podmínek šíří a infikuje další listy a rostliny. V našich podmínkách je napadení bėru houbovými patogeny v současné době poměrně slabé. Pokud by se bėr dlouhodobě pěstoval na našem území mohlo by dojít k adaptaci některých našich patogenních hub obilnin a ke změně spektra. Zajímavé by pak bylo porovnat spektrum houbových patogenů bėru v podmínkách, kde se bėr pěstuje a v našich podmínkách. Při silnějším napadení bėru by bylo třeba použít fungicidní ochranu na základě systémových fungicidů např. na bázi tebuconazolu.

Na závěr lze konstatovat, že první rok experimentu objektivně vyhodnotil kolekci genotypů bėru vlašského a dal předpoklad k výběru cca 5 vhodných genotypů pro zhodnocení z hlediska tvorby a následné kvality biomasy pro výrobu bioplynu, které budou dalším blízkým cílem studia této plodiny.

Poděkování: Publikace vznikla za finanční podpory MZe ČR a je výstupem řešení projektu MZE0002700604 „Udržitelné systémy pěstování zemědělských plodin pro produkci kvalitních a bezpečných potravin, krmiv a surovin.“

Literatura

HERMUTH, J. – MICHALOVÁ, A. – DOTLAČIL, L. (1997): Netradiční a perspektivní meziplodiny.

Úroda č. 7, s. 14

PETR, J. et al. (2003) Extension of the Spectra of Plant Products for the Diet in Coeliac Disease. Czech J. Food Sci. 21 (2), s. 8 - 15

Tabulka 1: Výsledky screeningového hodnocení genetických zdrojů bėru vlašského (2009)

ECN	Název genotypu (pokud je znám)	Stát původu	Vzcházení počet dnů od zasetí	Metání počet dnů od zasetí	Plná zralost počet dnů od zasetí	Zapojení porostu (%)	Výška porostu (cm)	Výnos zrna (t/ha)	HTS (g)
01Z2300001	-	FRA	12	108	149	80	135	2,00	2,9
01Z2300002	Ciernoklas	CSK	13	91	128	85	120	2,17	2,0
01Z2300003	-	POL	13	85	120	85	110	4,87	2,2
01Z2300004	-	HUN	13	78	133	100	130	1,18	2,0
01Z2300005	-	DEU	13	89	129	75	135	2,57	2,5
01Z2300006	-	BGR	14	90	127	90	145	1,64	1,6
01Z2300007	-	FRA	14	105	149	75	125	1,33	3,1
01Z2300009	-	FRA	13	86	118	100	115	4,46	2,4
01Z2300010	-	FRA	12	77	118	90	110	5,09	2,2
01Z2300011	-	CSK	12	90	128	100	125	1,98	2,4
01Z2300013	-	BGR	14	90	125	75	105	0,95	1,6
01Z2300014	Ukrainskaya 1	-	14	91	125	60	140	0,90	3,2
01Z2300015	Kitaj	-	13	80	134	65	120	2,21	2,0
01Z2300016	-	-	14	87	131	70	135	0,73	2,1
01Z2300017	-	-	13	74	120	95	125	2,85	2,4
01Z2300018	-	-	13	75	120	85	130	1,71	3,0
01Z2300019	-	-	13	108	146	100	130	1,88	2,2
01Z2300020	-	-	13	92	125	90	145	1,25	1,6
01Z2300021	-	-	13	92	126	70	145	1,51	1,9
01Z2300022	-	FRA	17	110	156	65	105	0,28	2,3
01Z2300023	-	-	16	92	125	50	140	0,70	1,8
01Z2300024	Slovensky	CSK	13	88	123	70	115	2,51	2,3
01Z2300025	-	-	13	80	124	90	125	1,62	2,3
01Z2300026	Bulcharske klasnate	-	14	78	117	100	100	4,98	2,1
01Z2300027	Bjanczny	-	13	104	147	95	130	1,84	2,5
01Z2300028	Sibirske klasnate	-	14	83	124	65	120	2,72	2,5
01Z2300029	Corsica	-	13	88	131	80	125	1,09	2,2
01Z2300030	Sovietzka	-	12	89	128	95	125	2,27	2,2
01Z2300031	Empire	-	16	111	151	40	85	0,60	2,0
01Z2300032	Dnyepetrovskii	-	16	87	127	45	110	1,23	2,6

ECN	Název genotypu (pokud je znám)	Stát původu	Vzcházení počet dnů od zasetí	Metání počet dnů od zasetí	Plná zralost počet dnů od zasetí	Zapojení porostu (%)	Výška porostu (cm)	Výnos zrna (t/ha)	HTS (g)
01Z2300034	Krasnokutskoe Saratow	-	16	81	120	65	110	2,57	2,7
01Z2300035	Zsoltaja Noniksaja	-	15	103	149	65	120	2,10	3,6
01Z2300036	-	-	14	93	133	90	120	1,67	2,5
01Z2300037	-	SVN	14	89	134	65	125	0,89	2,7
01Z2300038	Goldengerman	DEU	13	106	149	75	115	1,00	3,2
01Z2300040	Mezohegyesi Sarga Magvu	HUN	12	93	133	100	135	0,92	2,3
01Z2300042	Poltavskaja	SUN	14	91	132	85	120	3,49	1,1
Statistické parametry souboru	Průměr		13,6	90,6	131,2	79,2	123,0	1,99	2,3
	Maximum		17,0	111,0	156,0	100,0	145	5,09	3,6
	Minimum		12,0	74,0	117,0	40,0	85,0	0,28	1,1
	Variační koeficient (VK %)		9,1	11,0	8,2	20,3	10,7	61,2	21,4

Adresa autora:

Ing. Jiří Hermuth, RNDr. Josef Hýšek, CSc., Ing. Zdeněk Stehno, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha – Ruzyně

CHOROBY A ŠKŮDCI ČIROKU PĚSTOVANÉHO V PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY

DISEASES AND PESTS OF SORGHUM CULTIVATED UNDER CONDITIONS OF THE CZECH REPUBLIC

Josef HÝSEK – Jiří HERMUTH – Zdeněk STEHNO

Sorghum is cultivated in the Czech Republic (CR) still relatively rarely. Spectrum of sorghum diseases and pests in such marginal growing area is usually different from pathogens in the traditional regions. With the aim to identify pathogens risky for sorghum in CR we assessed 16 genotypes in 2009. Colletotrichum graminicola and Alternaria sp. were the two main fungal diseases detected on sorghum leaves. There were also identified Curculionidae galleries.

Key words: sorghum, diseases, pests, marginal growing area

Úvod

V oblastech tradičního pěstování patří k hlavním houbovým patogenům čiroku plíseň čiroková (*Sclerospora sorghi*), která je rozšířena zvláště v subtropických oblastech (Indie, jižní Asie) a řadí se mezi oomycety. Vytváří na listech bílé až žluté pruhy, které postupně hnědnou s následným odumíráním pletiva. Na listech se též někdy vyskytuje rez čiroková (*Puccinia purpurea*) vytvářející uredia s uredosporami na spodní straně listů. Na čiroku parazituje několik rodů snětí. Krytá sněť čiroku (*Sphacelotheca sorghi*), která přeměňuje semeníky v chlamydospory. Snětivé rostlinky nezakrňují na rozdíl od působení prašné sněti čirokové (*Sphacelotheca cruenta*). V tropických oblastech se někdy vyskytují snětí *Tolyposporium ehrenbergii* a *Sorosporium holci-sorghi*, které přetvářejí semeníky v masu chlamydospor. Anthraknózu čiroku způsobuje houba *Colletotrichum graminicolum*, o které se zmíníme u našich pozitivních nálezů. Někdy se vyskytuje houba způsobující sazovitou pruhovitost – *Ramulispora sorghi* rozšířená v Asii a Americe. Vytváří podlouhlé eliptické skvrny šedě a hnědě zbarvené s červenými okraji. Menší význam mají choroby jako jsou šedá skvrnitost listů způsobená houbou *Cercospora sorghi*, helminthosporiová spála listů (způsobená *Helminthosporium turcicum*) a černá hniloba (působená *Rhizoctonia bataticola*). Na osivu čiroku byly nalezeny např. houby rodů *Alternaria*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Ascochyta* a *Fusicladium*. Z bakterií se mohou vyskytnout skvrnitosti listů způsobené zvláště rody *Pseudomonas* a *Xanthomonas*.

Z živočišných škůdců napadá čirok hmyz i vyšší živočichové. Mladé rostlinky jsou často okusovány larvami kovařika – drátovci, nebo larvami chrousta obecného. Larvy poškozují především kořenový systém. Velmi nebezpečným škůdcem zvláště v USA je *Contarinia (Diplois) sorghicola* Cog. (bejlomorka), která je nebezpečná hlavně svým rychlým rozmnožováním, její výskyt je zpravidla kalamitní a může porosty i zničit. Larvy i hmyz způsobují požerky na listech a stéblech rostlin. Méně významnými škůdci čiroků jsou *Aprostocetus diploidis* Crawf. (parazitoid) a *Iridomyrex humilis* Mayr. (mravenec).

Na pracovišti Genové banky a oddělení mykologie ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v.v.i. v Praze Ruzyni se zabýváme v rámci řešení Výzkumného záměru etapou, která má za cíl vybrat perspektivní druhy a genotypy rostlin vhodných pro nepotravinářské účely. Předmětem studia jsou plodiny, které jsou vhodné k produkci zelené biomasy. Jednou z těchto plodin je i čirok (*Sorghum*) se svými různými varietami.

Jedním z prioritních cílů hodnocení souboru genotypů čiroků bylo získat poznatky ohledně zdravotního stavu a napadení fytopatogenními organismy a škůdci v pěstebních podmínkách České republiky.

Materiál a metody

V roce 2009 bylo ověřováno v polním experimentu 16 genotypů *Sorghum bicolor* L., 3 genotypy *Sorghum saccharatum* L., 1 genotyp *Sorghum sudanense* PIPER, 1 genotyp resp. hybrid *Sorghum saccharatum* L. x *Sorghum sudanense* PIPER a 13 genotypů nezařazených do variet *Sorghum* sp. Osivo, pro polní experiment bylo poskytnuto Genovou bankou Praha - Ruzyně (GB). V rámci polního sledování vybraných genotypů čiroku byla zjištěna poškození listů a stonku a detekování jejich původci.

Výsledky

Na listech čiroku se vyskytovala zvláště houba hladkoplodka obilná (*Colletotrichum graminicola*), která tvořila na listech malé oválné až nepravidelné skvrny, jejichž střední část byla hnědá (obr.1). Na listech jsme zjistili ložiska konidioforů. V krčku rostlin houba proniká do svazků cévních a přerušuje tak transport vody a živin. Horní část stébla s latou se většinou předčasně láme a usychá (obr.2). Zjistili jsme však i listové skvrny způsobené v našich podmínkách rodem *Alternaria*, jejichž popis jsme nenalezli v odborné a vědecké literatuře (obr.3). Uvedený rod hub se může šířit zvláště v našich podmínkách v souvislosti s oteplováním klimatu. Skvrnitost vyvolaná houbou by mohla redukovat i výnos zrna a vytvářet infekční rezervoár pro další šíření houby. Rod *Alternaria* bývá řazen do skupiny Moniliales u Fungi Imperfecti, může být přítomen na různých rostlinných zbytcích a snižuje zejména klíčivost semen. Vyvolává tvorbu nekrotických skvrn a zmenšuje asimilační plochu listů. Vytváří též mykotoxiny (alternariová kyselina, alternariol, alternariol monomethyl ether aj.), znehodnocující sklizeň zrna po stránce kvality produkce. Houbu lze dobře kultivovat

na různých umělých živných médiích, kde vytváří nejprve bílé později tmavnoucí mycelium. Mycelium a konidie jsou hnědočerné, konidie vytvářejí zřivitou strukturu se silnými buněčnými stěnami jednotlivých buněk. Uvedená houba může žít při pro ni příhodných podmínkách též jako parazitická houba např. na listech. Bývá někdy řazena k černím. Velké množství druhů lze dnes určit molekulární technikou, dříve byly druhy určovány mikroskopicky podle rozměrů konidií. V roce 2009 se vyskytla *Alternaria triticina* na listech pšenice (Rostlinolékař 6/2009) a na listech jarního ječmene *Alternaria* sp. Zjistili jsme též některé skvrny abiogenního původu. Okolo cévních svazků listu vznikalo červené zbarvení (obr.4).

Byly zjištěny též velmi pravidelné požerky nosatců (*Curculionidae*) (obr.5), které se jeví jako „uměle“ vytvořené otvory na listech. Protože v našem sledování jde pouze o jednoleté výsledky, není možné učinit předčasné závěry. Čirok je však u nás perspektivní plodinou, neboť je velmi pravděpodobné, že dochází k oteplování klimatu a tím se „zlepšují“ i podmínky pro pěstování uvedené plodiny ve střední Evropě. Plodina se pěstuje nejen pro potravinářské využití, ale i jako energetický zdroj.

Poděkování: Publikace vznikla za finanční podpory MZe ČR a je výstupem řešení projektu MZE0002700604 „Udržitelné systémy pěstování zemědělských plodin pro produkci kvalitních a bezpečných potravin, krmiv a surovin.“



Obr.1: Čirok - skvrny *Colletotrichum graminicola*



Obr.2: Čorok - stéblo napadené houbou *Colletotrichum graminicola*



Obr.3: Čirok - skvrny způsobené *Alternaria* sp



Obr.4: Čirok - abionóza na listu čiroku



Obr.5: Čirok - požerky nosatců (*Curculionidae*)

Kontaktná adresa autorov::

RNDr. Josef Hýsek, CSc., Ing. Jiří Hermuth & Ing. Zdeněk Stehno, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha – Ruzyně, Drnovská 507, mnovská 507, 161 06 Praha 6, ČR, e-mail: hermuth@vurv.cz

APLIKÁCIA MUTAGENÉZY A JEJ VPLYV NA NUTRIČNÚ KVALITU LÁSKAVCA APPLICATION OF MUTAGENESIS FOR NUTRITION QUALITY OF AMARANTH

Monika KEČKEŠOVÁ – Zdenka GÁLOVÁ – Milan SUHAJ – Alena GAJDOŠOVÁ –
Gabriela LIBIAKOVÁ – Andrea HRICOVÁ

The aim of our work was to compare amaranth mutant lines obtained by radiation mutagenesis with controls on the base of some biochemical traits. Three lines C26/2, C82/1, C236/1 and D54/1 were found to be most promising because of high coefficient of nutritive quality. Oxalic acid was lowest in D282/1 followed by C236/1. Considering overall nutritional values, line C236/1 is most promising genotype that could be used in breeding programme.

Key words: amaranth, mutagenesis, nutrition quality, protein fractions, oxalic acid

Úvod

V súčasnosti sa veľká pozornosť venuje obnoveniu záujmu o podceňované druhy akými sú aj pseudocereálie. V porovnaní s konvenčnými obilninami sa vyznačujú vysokým podielom nutrične plnohodnotných protoplazmatických bielkovín a je možno ich využiť pri bezlepkovej diéte. Láskevca (*Amaranthus L.*) predstavuje takúto alternatívnu plodinu so značným nutričným potenciálom. Jeho semená majú vysoký obsah bielkovín, škrobu, tukov a sú významným zdrojom vitamínov, minerálnych látok a vlákniny.

Cieľom práce bolo na základe niektorých biochemických ukazovateľov vyhodnotiť nutričnú kvalitu semien mutantných línií láskevca získaných indukovanou mutagenézou pomocou rádiácie (Gajdošová et al., 2008).

Materiál a metódy

Analyzovali sme vzorky semien 9 mutantných línií láskevca a 2 kontrolných, neožiarených genotypov *A. cruentus* „Ficha“ (vzorka A) a hybrid „K-433“ (vzorka B; GB VÚRP, ČR). Porovnávali sme navzájom vzorky mutantov série C s kontrolnou vzorkou A, ktorá predstavovala ich východiskový (neožiarený) genotyp a sériu vzoriek D s ich príslušnou kontrolnou vzorkou B.

Celkový obsah dusíka sme stanovili podľa Kjeldahla, frakčnú skladbu bielkovín podľa Golenkova (ICC metóda) a percentuálne zastúpenie hrubých bielkovín sme vypočítali z obsahu dusíka vynásobeného prepočítavacím koeficientom (% N x 5,7). Zo zastúpenia bielkovinových frakcií sme určili koeficient nutričnej kvality - KNK [$((\text{albumíny} + \text{globulíny} + \text{zvyšok})/\text{gliadíny}) \times 100$]. Štatistické vyhodnotenie výsledkov sme realizovali pomocou programu Statgraphic 5.0.

Obsah kyseliny šťaveľovej ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) sme stanovili metódou kapilárnej izotachografie (Karovičová et al., 2007). Na štatistickú analýzu celkových výsledkov sme použili multivariačnú štatistickú metódu hlavných komponentov pomocou programu Unistat® v. 5.6 (Unistat Ltd., London, England).

Výsledky a diskusia

V analyzovaných líniách sme zistili priemerný obsah bielkovín o 4,6 % menej oproti kontrole a priemernú hodnotu KNK o 4 % nižšiu v porovnaní s kontrolami (tab.1). Línie C26/2, C82/1, C236/1 a D54/1 však dosiahli oproti kontrole vyššiu hodnotu. Nutričná kvalita semien je ovplyvnená predovšetkým frakčným zastúpením bielkovín, pričom najvyšším obsahom esenciálnych aminokyselín sa vyznačujú protoplazmatické bielkoviny (Gálová et al., 2008). Ich obsah bol v líniách o 1,4 % menej v porovnaní s kontrolou, s výnimkou línií C15/3, C27/5 a C82/1, ktoré dosiahli oproti kontrole vyššiu hodnotu. Na druhej strane obsah zásobných bielkovín bol o 6,3 % viac oproti kontrole. Zastúpenie prolaminov bolo v priemere 3,3 %, čo je v súlade so závermi Michalíka et al. (2006), ktorý stanovil ich obsah v kolekcii láskevca v priemere 2,93 %, čo vyhovuje potrebám pre prípravu potravín bezlepkovej diéty. Celkovo možno konštatovať, že mutantné línie dosiahli, s výnimkou línie C82/1, nižšiu nutričnú kvalitu v porovnaní s neožiarenými formami. Dôležitým ukazovateľom výživovej hodnoty je aj obsah kyseliny šťaveľovej, ako jedného z hlavných antinutričných faktorov, pričom nežiaduce sú jej rozpustné formy, ktoré v organizme s Ca^{2+} tvoria nerozpustné soli (šťaveľany alebo oxaláty) ukladajúce sa v obličkách. Metódou hlavných komponentov sme vyhodnotili vplyv rozpustných foriem oxalátov na diferenciáciu vzoriek (obr. 1). Oxaláty mali zo všetkých deskriptorov najväčší vplyv na rozlíšenie vzoriek. Zníženie obsahu oxalátov v mutantoch sa prejavilo významnou segregačnou transpozíciou takmer všetkých vzoriek mutantov v porovnaní s kontrolnými vzorkami. Najnižší obsah bol stanovený v líniách C236/1 a D282/1, a bol znížený oproti kontrolám o viac ako 50, resp. 70 % (neuvádzame).

Záver

Pomocou radiačnej mutagenézy sme získali niekoľko vzácnych línií so zvýšeným koeficientom nutričnej kvality či nízkym obsahom významného antinutričného faktora v semenách. Najcennejšou je línia C236/1, ktorá má jednak vysoký koeficient nutričnej kvality a zároveň významne nízky obsah rozpustných oxalátov. Z hľadiska využitia získaných línií v šľachtiteľskom programe laskavca, sa v ďalšom štúdiu budeme zaoberať ich detailnejšou charakterizáciou a získaním poznatkov o iných dôležitých vlastnostiach ako je napr. obsah flavonoidov, skvalénu, či lipidov.

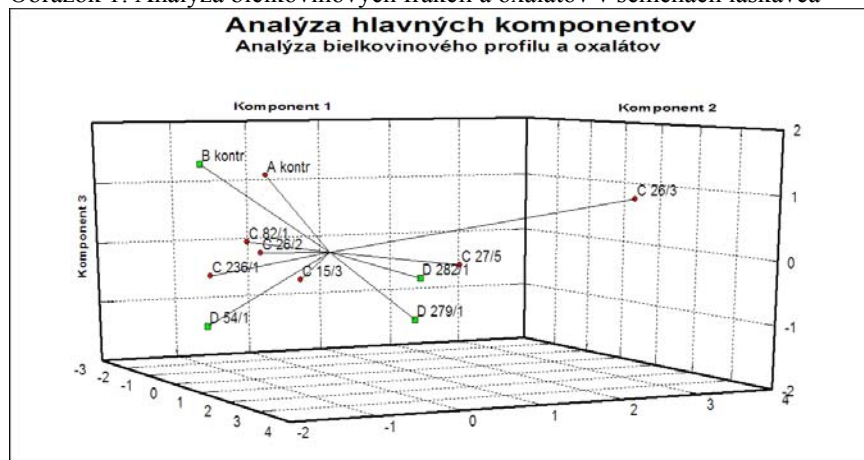
Pod'akovanie: Táto práca bola riešená v rámci grantovej výskumnej úlohy VEGA č. 2/0109/09 a VEGA č. 1/0471/09.

Tabuľka 1: Obsah bielkovín a zastúpenie bielkovinových frakcií v semenách laskavca

Vzorka	HB (%)	Alb + Glo	Prolamíny	Glutelíny	Zvyšok	Pro + Glu
kontrola A	11,99	57,32	2,95	27,99	11,36	30,94
kontrola B	12,96	53,59	3,08	27,14	15,31	30,22
$x \pm \sigma$	12,47 \pm 0,68	55,46 \pm 2,64	3,02 \pm 0,09	27,57 \pm 0,60	13,34 \pm 2,79	30,58 \pm 0,51
v (%)	5,46	4,76	3,05	2,18	20,95	1,66
línia C 15/3	12,80	59,54	2,94	27,94	8,81	30,88
línia C 26/2	10,00	50,79	2,75	29,65	16,57	32,40
línia C 26/3	10,88	54,00	3,67	33,76	7,96	37,43
línia C 27/5	11,20	58,90	3,99	28,79	7,98	32,78
línia C 82/1	12,47	58,55	2,85	27,44	10,69	30,29
línia C 236/1	11,43	52,47	2,76	28,02	15,01	30,78
línia D 54/1	13,60	54,25	2,56	28,20	14,35	30,76
línia D 279/1	11,59	54,84	3,09	30,76	11,17	33,85
línia D 282/1	13,04	48,93	3,31	31,20	15,30	34,51
$x \pm \sigma$	11,89 \pm 1,16	54,70 \pm 3,71	3,10 \pm 0,47	29,53 \pm 2,05	11,98 \pm 3,38	32,63 \pm 2,33
v (%)	9,76	6,78	15,20	6,95	28,21	7,15

Vysvetlivky: alb-albumíny, glo-globulíny, pro-prolamíny, glu-glutelíny, x – aritmetický priemer, σ – smerodajná odchýlka, v- variačný koeficient.

Obrázok 1: Analýza bielkovinových frakcií a oxalátov v semenách laskavca



Literatúra

- GAJDOŠOVÁ, A. et al. Improvement of selected *Amaranthus* cultivars by mean of mutation induction and biotechnological approaches. In Ochatt, S., Jain, S.M. *Breeding of neglected and under-utilized crops, spices, and herbs*. Dijon: INRA, 2007. ISBN 10: 1578085098, pp. 151–169.
- GÁLOVÁ, Z. – PALEŇČAROVÁ, E. – BALÁŽOVÁ, Ž. Nutričná kvalita kolekcie genotypov laskavca. In *Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín: zborník z 15. vedeckej konferencie*. Piešťany: SCPV, Výskumný ústav rastlinnej výroby, 2008, s. 12–113.
- KAROVIČOVÁ, J. et al. Stanovenie náhradných sladidiel a doznievanie sladkej chuti nealkoholických nápojov. In *Chem. Listy*, ISSN 0009-2770, 2007, roč.101, č. 02, s. 171–175.
- MICHALÍK, I. et al. *Výživná a technologická kvalita rastlinných produktov a ich potravinárske využitie*. 1. vyd. Nitra: SPU, s. 8–98. ISBN 80-8069-780-9.

Adresa autorov:

Monika Kečkešová, Zdenka Gálová, Katedra biochémie a biotechnológie, FBP SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Milan Suhaj, Výskumný ústav potravinársky, Priemyselná 4, 824 75 Bratislava

Alena Gajdošová, Gabriela Libiaková, Andrea Hricová, Ústav genetiky a biotechnológií rastlín SAV, Akademická 2, 950 07, Nitra, e-mail: andrea.hricova@savba.sk

HODNOTENIE OSMOTICKEJ ADJUSTÁCIE VO VZŤAHU K TOLERANCII GENOTYPOV CÍCERA BARANIEHO NA SUCHO EVALUATION OF THE OSMOTIC ADJUSTMENT IN RELATION TO DROUGHT TOLERANCE OF CHICKPEA GENOTYPES

Eleonóra KRIVOSUDSKÁ – Marián BRESTIČ

*The osmotic adjustment is regarded as substantial mechanism of crops drought tolerance. The influence of water stress was tested on some physiological parameters - stomatal closure, relative water content in leaf, osmotic potential and osmotic adjustment. In seasons 2005-2006 were performed vegetation pot trials experiments with five genotypes of chickpea (*Cicer arietinum* L.). The origin of cultivars was different: 88194 (Syria, type „kabuli“), Knoor 91 (Turkey, type „kabuli“), PK 51814 (Syria, type „desi“), Punjab 91 (Syria, type „desi“) and CM-7-1/85 (Syria, type „desi“). Among tested genotypes, cultivar Punjab 91 (type desi, Syria) showed higher capacity for osmotic adjustment in these genotypes. Osmotic adjustment appears to be the trait potentially appropriate for screening for improved of drought tolerance.*

Key words: chickpea, dehydration, osmotic potencial, relative water content, osmotic adjustment

Úvod

Pri mnohých poľných plodinách je osmotické prispôsobenie (adjustácia) považované za efektívny mechanizmus tolerancie rastlín na sucho. Počas dňa sú osmoticky adjustované bunky a pletivá schopné udržať turgor aj pri väčších výkyvoch vodného potenciálu. Je známe, že osmotická adjustácia (OA) tiež udržiava nielen intenzívnejší rast, ale aj vyššiu fotosyntetickú rýchlosť. OA sa pozitívne viaže na úrodu plodín. Pozitívny vzťah medzi OA a úrodou zrna v podmienkach sucha bol potvrdený pre cirok, pšenicu, cícer a pod.. V niektorých prípadoch však úroda zrna bola zvýšená aj bez prispenia OA. Pre mierny vodný stres alebo krátko trvajúce sucho je OA veľmi účinný mechanizmus udržiavania turgoru a rastu, ak však sucho pôsobí príliš dlho, alebo je veľmi intenzívne, OA nemusí postačovať (Brestič et al., 2008).

U nás je cícer baraní nedocenenou strukovinou. Jeho genetické centrum vzniku leží pravdepodobne v juhovýchodnom Turecku a priľahlých oblastiach Sýrie. Na Slovensku sa cícer pestoval od pradávna. Bol dobre známy najmä v teplejších oblastiach, kde tvoril v minulosti pravidelnú súčasť jedálňička najmä vidieckeho obyvateľstva. V čase prudkého rozvoja poľnohospodárskej výroby po 2. svetovej vojne však neprešiel do veľkovýrobných spôsobov pestovania a postupne sa vytratil aj z našich stolov (Pastucha, Gáborčík, 1996).

Podľa veľkosti, tvaru a farby semien sa cícer delí na typ kabuli a desi. Pre potravinárske účely sa používajú kultivary bledosemenné (kabuli typ), ostatné druhy (desi typ) sa používajú na kŕmne účely (Škrobánková, Beluský, 1998).

Materiál a metódy

V rámci experimentu boli v rokoch 2005-2006 na Katedre fyziológie rastlín SPU sledované vybrané genetické zdroje cícera baranieho (*Cicer arietinum* L.). Použité boli dva typy cícera, t. j. desi (genotypy Punjab 91, CM-7-1/85 a PK 51 814 - Sýria) a typ kabuli (genotyp 88194 - Sýria a genotyp Knoor 91 - Turecko), ktoré nám poskytlo Centrum výskumu rastlinnej výroby v Piešťanoch.

Na stresovaných (zamedzenie prístupu zrážok, pozastavenie zalievania) aj kontrolných rastlinách boli v ranných hodinách odobraté plne vyvinuté dospelé listy, pri ktorých boli sledované fyziologické parametre ako je relatívny obsah vody v listoch (RWC) a osmotický potenciál (Ψ_s). Gravimetrickou metódou bol stanovený RWC (v %). Osmotický potenciál (v MPa) bol stanovený psychrometricky (Wescor, Logan, Utah, USA).

Z vyššie spomenutých hodnôt osmotického potenciálu listov (kontrolných aj dehydratovaných rastlín), prepočítaného na plne hydratovaný stav, sme mohli určiť osmotické prispôsobenie podľa Wilsona *et al.* (1979). Vychádzali sme tiež z údajov relatívneho obsahu vody v listoch (RWC) a korekcie (B=18 %) pre apoplastickú vodu (Babu *et al.*, 1999). Experimentálne merania sa realizovali v prirodzených klimatických podmienkach.

Okrem toho boli v dopoludňajších hodinách realizované merania difúznej vodivosti (g_c) individuálnych (vrchných) listov porometrom Delta-T-Devices (Cambridge, England).

Po ukončení postupnej dehydratácie boli opäť všetky genetické zdroje cícera naďalej zalievané až do zberu.

Výsledky a diskusia

Osmotická adjustácia by mala údajne vyjadrovať závislosť na suchu (Ruggiero *et al.*, 2004). Na stanovenie osmotického prispôsobenia (OA) sme pri rastlinách v nádobových vegetačných pokusoch použili metódu odhadu OA ako rozdielu osmotických potenciálov kontrolných a dehydratovaných rastlín, prepočítaných na plné nasýtenie vodou podľa Wilsona *et al.* (1979). Táto metóda síce nie je spomedzi štyroch používaných metód najpresnejšia (Babu, *et al.*, 1999), ale je menej náročná na čas a prácu, čo je rozhodujúce pre výber metódy pre skríning. Rozpätie hodnôt pre osmotické prispôsobenie nami sledovaných

genotypov bolo 0,13 až 1,19 MPa, čo je v súlade s hodnotami publikovanými viacerými autormi pre rastliny pri silnom deficite vody. Naše výsledky (tabuľka 1) tiež korešpondujú so zisteniami Leporta *et al.* (1999), ktorý v rámci testovania rôznych genotypov cíceru pri hodnotení osmotickej adjustácie dosiahol hodnoty od 0 do 1,30 MPa. V oboch experimentálnych rokoch (r. 2005: 1,02 MPa, r. 2006: 1,19 MPa) sa potvrdila vyššia schopnosť osmotického prispôsobenia pri genotype *Punjab 91* (typ desi, *Sýria*).

Tabuľka 1: Osmotická adjustácia v listoch sledovaných genotypov cíceru

Genetický zdroj	Osmotická adjustácia [MPa]	
	2005	2006
PK 51 814	0,34	0,21
PUNJAB 91	1,02	1,19
CM – 7 – 1 / 85	0,90	0,47
88 194	0,48	0,13
Knoor 91	0,13	0,35

Záver

Osmotická adjustácia je považovaná za významný mechanizmus tolerancie plodín na sucho. Účinok vodného stresu bol sledovaný na niektoré fyziologické parametre - zatváranie prieduchov, relatívny obsah vody v listoch, osmotický potenciál a osmotické prispôsobenie. Preto boli v rokoch 2005-2006 uskutočnené nádobové vegetačné experimenty s piatimi genotypmi cíceru baranieho (*Cicer arietinum* L.). Genetické zdroje cíceru mali rôznu provenienciu: 88194 (*Sýria*, typ „kabuli“), Knoor 91 (Turecko, typ „kabuli“), PK 51814 (*Sýria*, typ „desi“), Punjab 91 (*Sýria*, typ „desi“) a tiež CM-7-1/85 (*Sýria*, typ „desi“). Medzi testovanými genotypmi dosiahol vyššiu schopnosť osmotickej adjustácie genotyp *Punjab 91* (typ „desi“, *Sýria*). Osmotickú adjustáciu je preto možné hodnotiť ako znak, ktorý je vhodný pre skríning genotypov vo vzťahu k vyššej tolerancii na sucho.

Pod'akovanie: Práca bola podporená Agentúrou na podporu vedy a techniky prostredníctvom finančnej podpory č. APVT – 27 – 028704.

Literatúra

- BABU, R.C. - PATHAN, M.S. – BLUM, A. - NGUYEN, H.T. 1999. Comparison of measurement methods of osmotic adjustment in rice cultivars. In: *Crop science*, 1999, 39, 150-158.
- BRESTIČ, M. – OLŠOVSKÁ, K. – HAUPTVOGEL, P. 2008. Život rastlín v meniacich sa podmienkach prostredia: evolučná perspektíva pre 21. storočie. 1. vyd. – Brno: Tribun EU, 2008 – 131 s. (Librix. sk) ISBN 978 – 80 – 7399 – 566 -9.
- LEPORT, L. - TURNER, N.C. - FRENCH, R.J. - BARR, M.D. - DUDA, R. - DAVIES, S.L. - TENNANT, D. – SIDDIQUE, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean- type environment. In *European Journal of Agronomy*, 1999, 11, 279-291.
- PASTUCHA, E. – GÁBORČÍK, N. 1996. Hodnotenie svetového sortimentu cíceru baranieho na Slovensku. In *Cícer baraní na Slovensku – stav a perspektívy*. Banská Bystrica: Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, 1996, s. 42 – 44.
- RUGGIERO, B. - KOIWA, H. - MANABE, Y. - QUIST, T.M. - INAN, G. - SACCARDO, F. - JOLY, R.J. - HASEGAWA, P.M. - BRESSAN, R.A. - MAGGIO, A. 2004. Uncoupling the effects of abscisic acid on plant growth and water relations. Analysis of *sto1/nced3*, an abscisic acid-deficient but salt stress-tolerant mutant in *Arabidopsis*. In *Plant Physiol.* 2004. 136, 3134-3147.
- ŠKROBÁKOVÁ, E. – BELUSKÝ, J. 1998. Význam pestovania cíceru baranieho. In *Naše pole*, roč. 2, 1998, č. 5, s. 16. ISSN 1335-2466.
- WILSON, J.R. - FISHER, M.J. – SCHULTZE, G.R. – DOLBY, G.R. – LUDLOW, M.M. 1979. Comparison between pressure – volume and dew point hygrometry techniques for determining the water relations characteristics of grass and legume leaves. In *Oecologia*, 1979, 41, s. 77-88.

Adresa autorov:

Ing. Eleonóra Krivosudská, PhD., prof. Ing. Marián Brestič, CSc. Katedra fyziológie rastlín, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, SR, +421 37 641 48 22, e-mail: Eleonora.Krivosudska@uniag.sk

POLYFENOLY vs. RIZIKOVÉ KOVY V BRUSNICI PRAVEJ (*VACCINIUM VITIS-IDAEA L.*)
POLYPHENOLS vs. RISK METALS IN CRANBERRIES (*VACCINIUM VITIS-IDAEA L.*)

Lívia KRÍŽOVÁ – Alena VOLLMANNOVÁ – Ján DANIEL – Michal MEDVECKÝ –
Eva MARGITANOVÁ – Dominika BONČÍKOVÁ

*Fruits of the cranberries (*Vaccinium vitis-idaea*) are popular for their beneficial effects on human health and for their specific taste. Our work is focused on assessing of the content of selected risky elements in varieties of cranberries (*Vaccinium vitis - idaea L.*). The contents of risky elements - Cu, Zn, Cd, Pb were assessed by AAS method in 3 varieties of cranberries (Koralie, Ida, Runo Bielawskie). For the determination of total polyphenols (CP) the method by Lachman (2003) using Folin-Ciocalteu reagent was used and the absorbance was measured at a wavelength of 765 nm. Contents of Pb and Cd were in all varieties of samples higher than the maximum limit given by the legislation (2008 : Cd 0,1-0,14 mg.kg⁻¹, Pb 0,2-0,8 mg.kg⁻¹, 2009 : Cd 0,08-0,14 mg.kg⁻¹, Pb 1,7-2,3 mg.kg⁻¹). The highest total polyphenols content was measured in medium early variety Ida (2008 : 1605,62 mg.kg⁻¹, 2009 : 1803,68 mg.kg⁻¹). The berries of this variety are bright red coloured and of wine taste. It is important to carry out monitoring of heavy metals to consumption of safe food raw materials and foodstuffs.*

Key words: cranberries, health, polyphenols, elements

Úvod

Plody brusnice pravej (*Vaccinium vitis-idaea*) sú obľúbené pre ich špecifickú chuť. Z minerálnych látok je v plodoch najviac zastúpený draslík, menej vápnik, horčík a fosfor. Obsahujú cukry, provitámín A, vitamín C, farbivá (flavonoidy, antokyaníny), triesloviny, organické kyseliny a glykozidy. Pôsobia dezinfekčne a protizápalovo, hlavne na močové ústrojenstvo. Používajú sa ako podporný prostriedok pri liečbe cukrovky a reumatizmu (Hričovský et al., 2002). Brusnice sa vyznačujú vysokou antioxidačnou aktivitou kvôli vysokému obsahu flavonoidov a fenolových kyselín. Extrakty brusníc bohaté na tieto zlúčeniny dokážu inhibovať oxidatívne procesy vrátane oxidácie LDL lipoproteínov (Ruela et al., 2007)

Veľmi jasne sfarbené ovocie je významným zdrojom polyfenolových látok. Vyše štyritisíc polyfenolov bolo identifikovaných vo veľkých množstvách v takých produktoch, ako je červené víno a zelený čaj, ale aj v hrozne, jablkách, cibuli a voľne rastúcich bobuľovitých plodoch (Béliveau et al. 2005). Najprv polyfenoly zaujímali vedcov pre ich esenciálne funkcie vo fyziológii rastlín (rast, reprodukcia, ochrana pred patogénmi.). Neskôr sa spoznala ich antioxidačná vlastnosť a využiteľnosť v ľudskom organizme, ich možná úloha v prevencii ochorení (kardiovaskulárne, nádorové a neurodegeneratívne) spojených s oxidačným stresom (Mandelová, 2005).

Medzi kontaminanty s najväčším výskytom, ktorým sa v súčasnosti venuje veľká pozornosť, patria ťažké kovy. Ťažké kovy sú nedegradovateľné kontaminanty, ktoré sa vyznačujú rozdielnym zdrojom pôvodu, vlastnosťami ako aj pôsobením na živé organizmy (Tóth et al., 2005).

Cieľom našej práce bolo sledovať mieru kumulácie niektorých rizikových kovov vo vybraných odrodách brusnice pravej (*Vaccinium vitis - idaea L.*) vo vzťahu k celkovému obsahu polyfenolov.

Materiál a metódy

Sledovanou skupinou boli 3 šľachtené odrody brusnice pravej (*Vaccinium vitis - idaea L.*) (uvedené v tabuľke č.1) a jedna vzorka divorastúcich brusníc z okolia Gelnice. Vzorky šľachtených odrôd sme odobrali v štádiu plnej zrelosti v septembri 2008 a 2009 vo výskumnej stanici v Krivej na Orave, ktorá je vysunutým pracoviskom Výskumného ústavu trávnych porastov a horského poľnohospodárstva v Banskej Bystrici.

Vo vzorkách sme vykonali analýzy na zistenie obsahu sledovaných rizikových prvkov po mineralizácii „mokrou cestou“ mikrovlnným rozkladom na prístroji *MARS X-press*. Analytickou koncovkou bola atómová absorbná spektrometria na prístroji *VARIAN AA 240 FS*.

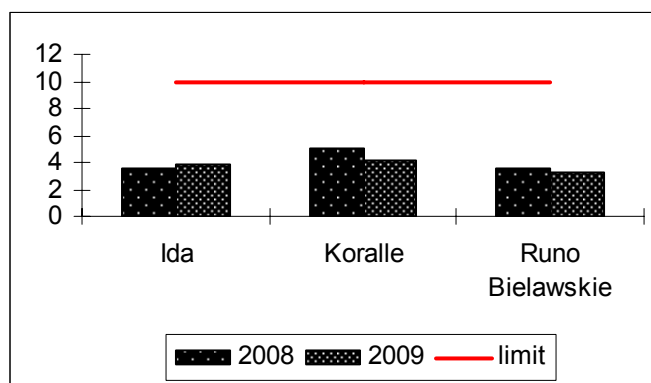
Obsah celkových polyfenolov vo vzorkách sme stanovovali štandardnou, všeobecne používanou spektrofotometrickou metódou podľa Lachmanna (2003). Do 50 cm³ odmernej banky sme napipetovali nami zvolený objem (0,5 – 2 cm³ podľa druhu ovocia) extraktu a vzorku sme zriedili destilovanou vodou. K zriedenej vzorke sme pridali 2,5 cm³ Folin-Ciocalteuovho skúmadla a po 3 min. státi sme pridali 7,5 cm³ 20 %-ného vodného roztoku Na₂CO₃. Následne sme objem doplnili destilovanou vodou po rysku na objem 50 cm³. Tvorbou farebného komplexu bola tvorená počas dvoch hodín. Zároveň so vzorkou sa pripravila kalibračná krivka so štandardnými roztokmi kyseliny galovej (5 µg.cm⁻³). Absorbanciu modro sfarbených roztokov sme merali pri vlnovej dĺžke 765 nm proti slepému pokusu spektrofotometricky. Výsledky sme prepočítali a vyjadrili ako mg kyseliny galovej na kg čerstvého materiálu (Lachmann, 2003).

Tab.1 Charakteristika sledovaných odrôd brusnice pravej (*Vaccinium vitis - idaea L.*)

Odrody	Charakteristika
Koralle	stredne skorá odroda, vzpriamené kry, bobule sú malé guľatého až podlhovastého tvaru, jasnočervenej farby vínovo sladkej chuti
Ida	stredne skorá odroda, nižšie kompaktné a dekoratívne kry, bobule sú guľaté žiarivo červenej farby, vínovo sladké, veľmi chutné
Runo Bielawskie	stredne neskorá odroda, vzpriamené kry, bobule sú stredne veľké, výrazne tmavočervené, sladkokyslé

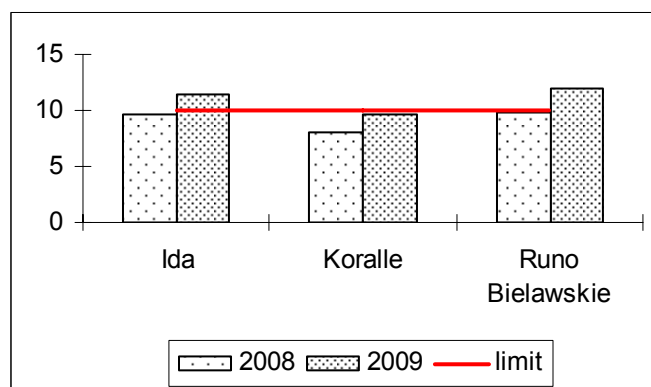
Výsledky a diskusia

Obrázky 1, 2, 3 a 4 zobrazujú obsah rizikových kovov Cu, Zn, Cd a Pb v plodoch vybraných odrôd brusnice pravej vo vzťahu k najvyššiemu prípustnému množstvu určenému Potravinovým kódexom SR.



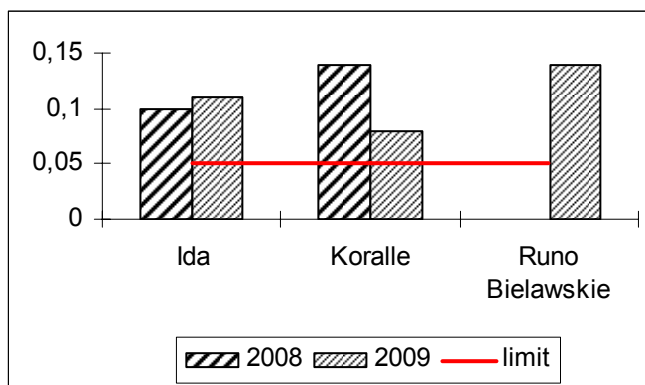
Obr.1: Obsah Cu (mg.kg⁻¹) vo vybraných odrodách brusnice pravej (*Vaccinium vitis - idaea L.*) vo vzťahu k hygienickému limitu

Obsah Cu vo vybraných odrodách brusnice pravej neprekročil ani v jednej odrode najvyššie prípustné množstvo určené Potravinovým kódexom SR. Naše výsledky korešpondujú s výsledkami autorov Reimann et al. (2001), ktorí udávajú v brusniciach priemerný obsah Cu 4,1 mg.kg⁻¹.



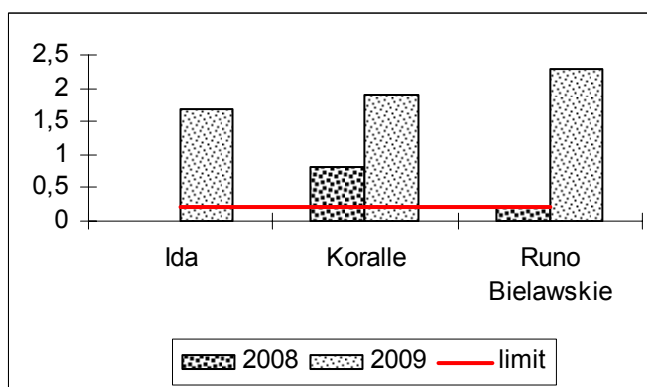
Obr. 2: Obsah Zn (mg.kg⁻¹) vo vybraných odrodách brusnice pravej (*Vaccinium vitis - idaea L.*) vo vzťahu k hygienickému limitu

Obsah Zn vo vybraných odrodách brusnic v roku 2008 neprekračoval najvyššie prípustné množstvo stanovené pre tento kov platnou legislatívou. V roku 2009 bola hodnota obsahu Zn určená platnou legislatívou PK SR (10 mg.kg⁻¹) v dvoch šľachtených odrodách brusnic prekročená, a to o 14 % v odrode Ida a o 20 % v odrode Runo Bielawskie. Vollmannová et al. (2009) vo svojej práci stanovili nižšiu priemernú hodnotu obsahu Zn 8,9 mg.kg⁻¹ v porovnaní s našimi výsledkami (2008 : 9,16 mg.kg⁻¹, 2009 : 11 mg.kg⁻¹).



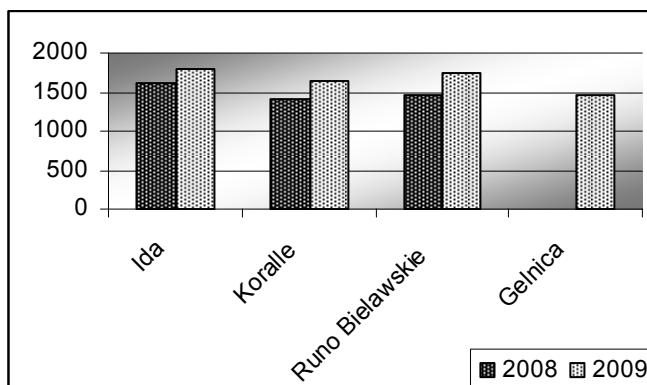
Obr. 3: Obsah Cd (mg.kg⁻¹) vo vybraných odrodách brusnice pravej (*Vaccinium vitis - idaea* L.) vo vzťahu k hygienickému limitu

Priemerný obsah Cd bol v našich odrodách brusníc podstatne vyšší (2008: 0,12 mg.kg⁻¹, 2009: 0,11 mg.kg⁻¹) v porovnaní s hodnotou obsahu Cd: 0,007 mg.kg⁻¹, ktorú uvádzajú Reimann et al. (2001) a tiež vyšší ako najvyššie prípustné množstvo určené PK SR (0,05 mg.kg⁻¹).



Obr. 4: Obsah Pb (mg.kg⁻¹) vo vybraných odrodách brusnice pravej (*Vaccinium vitis - idaea* L.) vo vzťahu k hygienickému limitu

Namerané hodnoty obsahu Pb vo všetkých vzorkách odrôd prevyšovali najvyššie prípustné množstvo (0,2 mg.kg⁻¹) určené PK SR. Reimann et al. (2001) uvádzajú vo svojich výsledkoch obsah Pb 0,17 mg.kg⁻¹, čo predstavuje až 11 – násobne nižšiu hodnotu ako je nami zistená priemerná hodnota obsahu Pb 1,9 mg.kg⁻¹ v roku 2009.



Obr. 5: Celkový obsah polyfenolov vo vybraných troch šľachtených odrodách a jednej divorastúcej odrode brusnice pravej (*Vaccinium vitis-idaea* L.) v mg.kg⁻¹

Obrázok 5 poukazuje na to, že v šľachtenej odrode Ida bol najvyšší obsah celkových polyfenolov (2008: 1605,62 mg.kg⁻¹, 2009: 1803,68 mg.kg⁻¹). Vzorka divorastúcich brusníc z okolia Gelnice sa vyznačovala najnižším obsahom celkových polyfenolov (1457,11 mg.kg⁻¹). Môžeme konštatovať, že vo vzorkách roku

2009 bola stanovená priemerná hodnota celkových polyfenolov 243 mg.kg^{-1} vyššia ako vo vzorkách roku 2008.

Záver

Plody brusníc majú mimoriadne pozitívny vplyv na ľudský organizmus. Charakteristické pre tieto plody sú ich bioaktívne vlastnosti. Sú významným zdrojom polyfenolických látok, flavonoidov, hlavne antokyanínov, vyznačujú sa vysokou antioxidačnou aktivitou. Na obsah bioaktívnych látok vplývajú viaceré faktory, ako sú napr. environmentálne podmienky, stupeň zrelosti, odroda, spôsob skladovania a spracovania. Je nevyhnutné sledovať obsahy rizikových ťažkých kovov z dôvodu hygienickej bezpečnosti týchto plodov využívaných v ľudskej výžive.

Pod'akovanie: Práca vznikla s podporou projektu VEGA 1/0030/09, APVV SK - SI – 0008 – 08.

Literatúra

- BÉLIVEAU, R. – GINGRAS, D. 2005. In *Výživa ako zbraň proti rakovine*, roč. 45, 2005, č. 3, s. 65-66, ISBN 0042-9406.
- HRIČOVSKÝ, I. – CAGÁŇOVÁ, I. – HORČIN, V. – ŠIMALA, D. 2002. Drobné ovocie a menej známe druhy ovocia. 1.vyd., Príroda, Bratislava, 2002, ISBN 800 – 07 – 00986 – 8.
- LACHMAN, J. – HEJTMÁNKOVÁ, A. – DUDJAK, E. et al. 2003. Content polyphenolic antioxidants and phenolcarboxylic acids in selected parts of yacon. In *Vitamins 2003 – Přírodní antioxidanty a volné radikály*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003, s. 89 – 97. ISBN 80 – 7194 – 549 - 8
- REIMANN, C. - KOLLER, F. - KASHULINA, G., NISKAVAARA, H. - ENGLMAIER, P. 2001. Influence of extreme pollution on the inorganic chemical composition of some plants. In *Environmental Pollution*, 115, 2001, p. 239-252.
- RUEL, G. – COUILLARD, CH. 2007. Evidences of the cardioprotective potencial of fruits: The case of cranberries. In *Molecular Nutrition and Food Research*, 2007, no. 51, p. 692-701.
- TÓTH, T. – POSPÍŠIL, R. – PARILÁKOVÁ, K. – MUSILOVÁ, J. – BYSTRICKÁ, J. 2005. Distribúcia ťažkých kovov v pôdach aplikáciou substrátu po výrobe biokalu. In *ChemZi*, vol.1, 2005, no. 1, p. 108 – 109.
- VOLLMANNOVÁ, A. – TOMÁŠ, J. – URMINSKÁ, D. et al. 2009. Content of bioactive componends in chosen cultivars of cranberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.). In *Czech Journal of Food Science*, vol. 27, 2009, p. 248 – 251.

Kontaktná adresa:

Ing. Livia Krížová, Slovenská poľnohospodárska univerzita, FBP, KCH, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra. Tel.: 037 6414375, E-mail: livia.krizova@gmail.com

Doc. RNDr. Alena Vollmannová, PhD. Slovenská poľnohospodárska univerzita, FBP, KCH, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra. Tel.: 037 6414374, E-mail: alena.vollmannova@uniag.sk

Ing. Ján Daniel, Regionálne výskumné pracovisko Krivá na Orave, Krivá 62

027 55 Krivá, E-mail: scpv@orava.sk

Ing. Michal Medvecký, Regionálne výskumné pracovisko Krivá na Orave, Krivá 62

027 55 Krivá, Email: scpv@orava.sk

Ing. Eva Margitanová, Slovenská poľnohospodárska univerzita, FBP, KCH, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra. Tel.: 037 6414375, E-mail: e.margitanova@gmail.com

Ing. Dominika Bončíková, Slovenská poľnohospodárska univerzita, FBP, KCH, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra. Tel.: 037 6414376, E-mail: dominika.boncikova@gmail.com

ADVENTÍVNA REGENERÁCIA A TESTOVANIE ANTIBIOTÍK PRE GENETICKÚ TRANSFORMÁCIU *VACCINIUM* A *RUBUS* SPP. ADVENTITIOUS REGENERATION AND TESTING OF ANTIBIOTICS FOR GENETIC TRANSFORMATION OF *VACCINIUM* AND *RUBUS* SPP.

Miroslava LATEČKOVÁ – Jana MORAVČÍKOVÁ – Gabriela LIBIAKOVÁ – Mária
Gabriela OSTROLUCKÁ – Alena GAJDOŠOVÁ

For successful genetic transformation and regeneration of transgenic plants the efficient regeneration in vitro is a basic assumption. From this reason, our experiments were focused on optimization of adventitious regeneration in Rubus fruticosus L. cv. 'Čačanska bestrna', Vaccinium corymbosum L. cv. 'Berkeley' and Vaccinium vitis-idaea L. cvs. 'Ida' and 'Linnea' by evaluation of influence of different growth regulators and their concentrations on induction of adventitious organogenesis. The next step was the testing of influence of the antibiotics which are commonly used in genetic transformation, on regeneration ability of the mentioned cultivars. The best adventitious regeneration in cv. 'Čačanska bestrna' was achieved on MS medium with 1 mg.l⁻¹ TDZ and 0.05 mg.l⁻¹ IBA. The higher regeneration was from petioles in comparison with leaves. In cv. 'Ida' the regeneration of shoots was observed on medium with 4.4 a 5.5 mg.l⁻¹ TDZ, while in cv. 'Linnea' the best shoot regeneration was on medium with 2.2 mg.l⁻¹ TDZ. In cv. 'Berkeley' the highest regeneration was achieved on medium supplemented with 5.5 mg.l⁻¹ TDZ. It was found that the tested selection antibiotics kanamycin, hygromycin and geneticin are toxic for tested cultivars in the higher concentrations and they inhibit shoot regeneration. Therefore, the lower concentrations (5 mg.l⁻¹ and less) of these antibiotics are needed. Cefotaxime did not influence negatively the regeneration ability of the cultivars in the tested concentrations.

Key words: Rubus fruticosus L., Vaccinium corymbosum L., Vaccinium vitis-idaea L., adventívna organogéza, antibiotiká, genetické transformácie

Úvod

Vzrastajúci dopyt po drobnom ovocí vyžaduje efektívnu produkciu kvalitného sadbového materiálu s vylepšenými agronomickými vlastnosťami. Genetické transformácie otvorili možnosti pre prenos génov kódujúcich užitočné vlastnosti a pre urýchlenie šľachtiteľského procesu pri mnohých druhoch. Transformácie sú vhodné najmä pre ovocné dreviny pre ich dlhý reprodukčný cyklus a veľmi často polyploidný genom. Avšak základnou podmienkou úspešnej genetickej transformácie a regenerácie transgénnych rastlín je účinná regenerácia *in vitro*. Z tohto dôvodu sme sa v pokusoch zamerali na optimalizáciu adventívnej regenerácie pri *Rubus fruticosus* L. odrode 'Čačanska bestrna', *Vaccinium corymbosum* L. odrode 'Berkeley' a *Vaccinium vitis-idaea* L. odrodách 'Ida' a 'Linnea' hodnotením vplyvu rozličných typov a koncentrácií rastových regulátorov na indukciu adventívnej organogézy. Ďalším krokom bolo testovanie vplyvu antibiotík bežne používaných pre genetickú transformáciu na regeneračnú schopnosť spomínaných odrôd.

Materiál a metódy

In vitro kultúra odrody 'Čačanska bestrna' bola založená z jedno-nodálnych segmentov s dormantným púčikom na MS médiu (Murashige a Skoog, 1962) doplnenom rastovými látkami 1 mg.l⁻¹ BAP; 0,1 mg.l⁻¹ IBA a 0,1 mg.l⁻¹ GA₃. Kultúry odrôd 'Berkeley', 'Ida' a 'Linnea' boli taktiež odvodené z jedno-nodálnych segmentov s dormantným púčikom a kultivované na WPM (Lloyd a McCown, 1980) médiu s rastovými látkami 0,5 mg.l⁻¹ zeatínu pri *V. corymbosum* a 1,5 mg.l⁻¹ zeatínu pri *V. vitis-idaea* s doplnením 0,2 mg.l⁻¹ IAA pri oboch druhoch. Kultúry boli kultivované pri 25 °C, 16/8 h fotoperióde a intenzite svetla 50 μmol.m⁻².s⁻¹. Tieto kultúry boli zdrojom primárnych explantátov pre samotné testovanie adventívnej organogézy a vplyvu antibiotík na regeneračnú schopnosť.

Pre adventívnu organogézu *R. fruticosus* bolo testovaných a hodnotených 19 typov regeneračného média s rozličnými typmi a koncentraciami cytokinínov a auxínov: BAP, TDZ a zeatín v koncentráciách 1, 2 a 5 mg.l⁻¹ v kombinácii s auxínom IBA v koncentracii 0,05; 0,02 a 0,01 mg.l⁻¹ s pridaním alebo bez pridanej 0,1 mg.l⁻¹ GA₃. Adventívna organogéza pri druhoch *V. corymbosum* a *V. vitis-idaea* bola testovaná na WPM médiu so zeatínom (2,2 a 4,4 mg.l⁻¹) a TDZ (1,1 - 5,5 mg.l⁻¹) doplnenom auxínom IAA v koncentracii 0,2 mg.l⁻¹. Vplyv vybraných antibiotík na regeneračnú schopnosť druhov *R. fruticosus*, *V. corymbosum* a *V. vitis-idaea* bol testovaný na médiách s rôznymi koncentraciami kanamycínu (0,5,10,15,20,25,50,75,100,150), hygromycínu (0,5,10,15,20), geneticínu (0,5,10,15,20) a cefotaxímu (0,100,200,400), ktoré sa používajú na selekciu transformovaných buniek, resp. na elimináciu *Agrobacterium* sp. z kultúry po transformácii.

Výsledky a diskusia

Výsledky testovania vplyvu rastových látok na adventívnu regeneráciu ukázali, že najlepšia regenerácia adventívnych výhonkov pri odrode 'Čačanska bestrna' bola dosiahnutá na MS médiu s 1 mg.l⁻¹ TDZ a 0,05 mg.l⁻¹ IBA bez pridanej GA₃. Podobné výsledky získala aj Vujović et al. (2010). Vyššie percento regenerácie bolo dosiahnuté pri použití listových stopiek v porovnaní s listovými diskami. Pri odrode 'Ida' bola regenerácia výhonkov dosiahnutá na médiu s 4,4 a 5,5 mg.l⁻¹ TDZ. Pri odrode 'Linnea' bola regenerácia adventívnych výhonkov získaná na médiu doplnenom s 2,2 mg.l⁻¹ TDZ. Explantáty pri oboch testovaných

odrodách na médiu so zeatínom nekrotizovali. Pri odrode `Berkeley` bola najvyššia regenerácia dosiahnutá na médiu doplnenom s 5,5 mg.l⁻¹ TDZ, zatiaľ čo na médiu so zeatínom bola pozorovaná len tvorba kalusu. Pozitívny vplyv zeatínu na indukciu adventívnych výhonkov pri *Vaccinium* spp. pozoroval aj Debnath (2005).

Regenerácia výhonkov na médiách s kanamycínom bola dosiahnutá len pri použití nízkych koncentrácií antibiotika (5 mg.l⁻¹ kanamycínu). Pri vyšších koncentráciách kanamycínu nebola pozorovaná žiadna regenerácia, čo svedčí o citlivosti pletív testovaných druhov k danému antibiotiku.

Na médiu doplnenom hygromycínom v koncentrácii 1 mg.l⁻¹ bola pozorovaná regenerácia výhonkov pri odrode `Čačanska bestrna`. Pri odrode `Berkeley` bola pozorovaná vyššia tolerancia k uvedenému antibiotiku. Najvyššia regenerácia sa vyskytla pri koncentrácii 2,5 mg.l⁻¹ hygromycínu, avšak nízka regenerácia bola pozorovaná aj pri koncentráciách 5 -10 mg.l⁻¹ hygromycínu. Pri vyšších koncentráciách explantáty nekrotizovali.

Na médiu s geneticínom v koncentrácii 2 mg.l⁻¹ bola pozorovaná regenerácia výhonkov pri odrode `Čačanska bestrna`. Ostatné odrody s týmto antibiotikom neboli zatiaľ testované.

Cefotaxím bol testovaný v koncentráciách 0, 100, 200 a 400 mg.l⁻¹. Regenerácia výhonkov bola dosiahnutá na všetkých testovaných koncentráciách a pri všetkých testovaných odrodách. Testované koncentrácie cefotaxímu neovplyvňovali negatívne regeneračnú schopnosť pletív, a preto môžu byť použité na elimináciu *Agrobacterium* sp. z kultúry po transformácii.

Pod'akovanie: Práca bola riešená v rámci grantovej výskumnej úlohy VEGA č. 2/0004/08 a MVTS-COST 863.

Literatúra

- DEBNATH, S. C. 2005. A two-step procedure for adventitious shoot regeneration from *in-vitro*-derived lingonberry leaves: shoot induction with TDZ and shoot elongation using zeatin. In: *Hort. Science*, 40, p. 189 – 192.
- LLOYD, G.B. – MCCOWN, B.H. (1980): Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. In: *Proc Int Plant Prop. Soc.*, 30, p. 421–437.
- MURASHIGE, T. – SKOOG, F. (1962): A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, p. 473–497.
- VUJOVIĆ, T. – RUŽIĆ, D. – CEROVIC, R. – ŠURLAN MOMIROVIĆ G. 2010. Adventitious regeneration in blackberry (*Rubus fruticosus* L.) and assessment of genetic stability in regenerants. In: *Plant Growth Regulation*, ISSN1573-5087 (Online)

Adresa autorov:

Miroslava LATEČKOVÁ, Jana MORAVČÍKOVÁ, Gabriela LIBIAKOVÁ, Mária Gabriela OSTROLUCKÁ, Alena GAJDOŠOVÁ
Ústav genetiky a biotechnológií rastlín SAV, Akademická 2, P.O. Box 39A, 950 07 Nitra 1 miroslava.lateckova@savba.sk

STAV A POPIS KOLEKCE GENETICKÝCH ZDROJŮ JÍLKU MNOHOKVĚTÉHO (*LOLIUM MULTIFLORUM*) V ČESKÉ REPUBLICE STATUS AND DESCRIPTION OF GERMPLASM COLLECTION OF ITALIAN AND ANNUAL RYEGRASS (*LOLIUM MULTIFLORUM*) IN THE CZECH REPUBLIC

Martin LOŠÁK – Magdalena ŠEVČÍKOVÁ

The objective of the study was to assess the current state of the collection of genetic resources of Lolium multiflorum in the Czech Republic. On the basis of the records kept in the documentation system of plant genetic resources „EVIGEZ” the collection was described and classified depending on biological and economic traits. The collection of Lolium multiflorum contains a total of 210 accessions of genetic resources, out of which 142 are freely available. The collection was classified by origin of genetic resources, persistence and level of ploidy and by the biological trait – time of inflorescence emergence. It was found out that genetic resources with late time of inflorescence emergence prevail. The economic traits included the total annual forage dry matter yield and the 1000-seed weight. In the collection of Lolium multiflorum the genetic resources with a medium DM yield (0.91-1.1 kg.m⁻²) and medium 1000-seed weight (2.21-2.9 g) predominate.

Key words: Lolium multiflorum, genetic resources, Italian ryegrass, Westerwold (annual) ryegrass, forage plants

Úvod

Jílek mnohokvětý (*Lolium multiflorum* Lam.) je v současné době používán zejména v čistých porostech, méně ve směskách a jako krycí plodina pro jeteloviny a jetelotrávy. Vyznačuje se výbornou kvalitou píce a při intenzivním hnojení dusíkem vysokou produkcí píce (HRABĚ, BUCHGRABER, 2004).

Jílek mnohokvětý má dvě formy: jílek westerwoldský (jednoletý) a víceletý jílek italský. Je vysokou, volně trsnatou travou, která je náročná na živiny, vláhu a teplo. Jílek mnohokvětý je druhem náchylným k vyzimování, pod sněhovou pokrývkou trpí sněžnými plísnovitostmi a negativně na něj působí také vysoká hladina podzemní vody. Je předmětem šlechtění v mnoha zemích, jehož výsledkem je celá řada odrůd na diploidní i tetraploidní úrovni. Evropský katalog (2009) uvádí 211 a 160 odrůd jílků mnohokvětého, resp. jílků jednoletého. Listina OECD (2010) uvádí celkem 502 odrůd obou typů. V současnosti se výměra půdy pro výrobu osiva jílků mnohokvětého italského v České republice pohybuje na úrovni 1970 ha, jílků mnohokvětého jednoletého 1620 ha (HRABĚ, 2004; MACHÁČ, 2010).

Cílem této práce bylo vyhodnotit aktuální stav kolekce genetických zdrojů jílků mnohokvětého v České republice a analyzovat kolekci prostřednictvím vybraných popisných deskriptorů.

Materiál a metody

Pro charakteristiku kolekce genetických zdrojů jílků mnohokvětého v ČR byl využit dokumentační systém genetických zdrojů rostlin „Evidence genetických zdrojů“ (EVIGEZ) Genové banky (GB) VÚRV v.v.i. Praha. Informační systém je pravidelně aktualizován, jsou do něj vkládána nová pasportní i popisná data jednotlivých genetických zdrojů. Popisná data pocházejí z víceletých výsledků hodnocení pícní kolekce trav na pracovišti OSEVA PRO s.r.o., Výzkumná stanice travinářská v Zubří (nadmořská výška 345 m n.m.; normál ročního úhrnu srážek 865 mm a průměrné roční teploty 7,5 °C). Zakládání, ošetřování a hodnocení polní kolekce genetických zdrojů trav se řídí Metodikou kolekce genetických zdrojů pícnin a trav (PELIKÁN, ŠEVČÍKOVÁ, 2003).

Pro popis kolekce jílků mnohokvětého byly využity vybrané deskriptory ze sady minimálních deskriptorů. Jedná se o nejvýznamnější popisné znaky a vlastnosti, kterými jsou charakterizovány jednotlivé genetické zdroje. Úplný výčet deskriptorů, podle kterého jsou genetické zdroje hodnoceny, se nachází v klasifikátoru pro trávy – *Poaceae* (ŠEVČÍKOVÁ et al., 2002); jednotlivé znaky jsou hodnoceny bodovou stupnicí 1-9. Z biologických znaků byla kolekce popsána podle začátku metání, z hospodářských znaků byl pro popis kolekce použit celkový roční výnos suché hmoty a hmotnost tisíce obilek (HTS).

Výsledky a diskuze

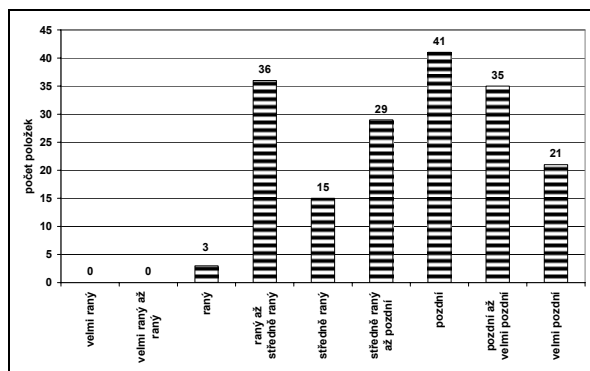
V pasportní části systému EVIGEZ se k 31.12.2009 nachází záznamy celkem 210 genetických zdrojů jílků mnohokvětého. Původem dominují genetické zdroje z Nizozemí (46), významné jsou skupiny genetických zdrojů z Německa (27), Dánska (21), ČR (20), Japonska (15) a Polska (15). Z pohledu dostupnosti je 142 zdrojů jílků mnohokvětého volně dostupných, 12 dostupných s omezením (výdej z GB jen se svolením řešitele nebo držitele ochranných práv) a 56 zdrojů je nedostupných (chráněných zákonem nebo vyřazených z kolekce). V kolekci převažuje víceletá forma jílků mnohokvětého italského (93 položek), 38 položek je jílek jednoletý (westerwoldský) a 79 položek je označeno jako jílek mnohokvětý. Podle vytrvalosti je kolekce rozdělena na 156 položek dvouletých jílků, 47 jednoletých, 4 víceleté a 3 bez uvedení vytrvalosti. Z hlediska ploidy je 101 genetických zdrojů jílků mnohokvětého diploidních, 99 tetraploidních a 10 zdrojů bez informací o ploidii.

V GB je uložen celkom 157 semenných genetických zdrojů jílku mnohokvětého, z toho v aktivní kolekci je uchovávané 157 zdrojů, v základní kolekci 20 zdrojů a v bezpečnosti duplikaci v GB Slovenské republiky ve VÚRV Piešťany je uloženo 10 nejcennějších položek.

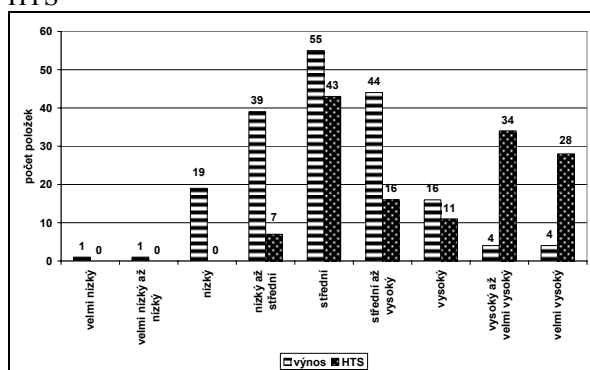
Z biologických znaků byl pro popis kolekce vybrán znak začátek metání (Graf 1). Stupnice začátku metání rozděluje genetické zdroje na velmi rané (1), velmi rané až rané (2), rané (3), rané až středně rané (4), středně rané (5), středně rané až pozdní (6), pozdní (7), pozdní až velmi pozdní (8) a velmi pozdní (9). V české kolekci jílku mnohokvětého se nejčastěji vyskytují položky s pozdní dobou metání (23 %), dále jílky rané až středně rané (20 %), pozdní až velmi pozdní (19 %) a středně rané až pozdní (16 %).

Pro zhodnocení picinářských a semenářských znaků kolekce jílku mnohokvětého (Graf 2) byly vybrány deskriptory celkový roční výnos suché hmoty v třísečném režimu a hmotnost tisíce obílek (HTS). Stupnice je obdobná u obou deskriptorů: velmi nízký (1), velmi nízký až nízký (2), nízký (3), nízký až střední (4), střední (5), střední až vysoký (6), vysoký (7), vysoký až velmi vysoký (8), velmi vysoký (9). Z pohledu celkového ročního výnosu suché hmoty převažuje skupina jílků se středním výnosem 0,91-1,1 kg.m⁻² (30 %), méně se vyskytují položky se středním až vysokým výnosem 1,11-1,3 kg.m⁻² (24 %) a nízkým až středním výnosem 0,71-0,9 kg.m⁻² (21 %). Při hodnocení kolekce jílku mnohokvětého podle hmotnosti tisíce obílek převažuje skupina se střední HTS 2,21-2,9 g (31 %), následuje skupina s vysokou až velmi vysokou HTS 4,31-5,0 g (24 %) a s velmi vysokou HTS nad 5,0 g (20 %).

Graf 1: Rozdělení kolekce jílku mnohokvětého podle začátku metání



Graf 2: Rozdělení kolekce jílku mnohokvětého podle celkového ročního výnosu suché hmoty a HTS



Závěr

Kolekce genetických zdrojů jílku mnohokvětého v České republice byla charakterizována podle informací obsažených v dokumentačním systému genetických zdrojů rostlin EVIGEZ. Kolekce byla popsána podle původu, dostupnosti, formy (jednoletý, italský), vytrvalosti a ploidie. Pro popis kolekce byly použity vybrané deskriptory ze sady minimálních deskriptorů, a to začátek metání, celkový roční výnos suché hmoty a hmotnost tisíce obilek. Z hlediska začátku metání jsou v kolekci zastoupeny jílky rané až velmi pozdní, převažují genetické zdroje s pozdní dobou metání. Z pohledu celkového ročního výnosu suché hmoty převažují genetické zdroje se středním výnosem, což odpovídá výnosu 0,91-1,1 kg.m⁻² suché hmoty, podobně převažuje skupina jílků se střední HTS (2,21-2,9 g). Variabilita v posaných znacích umožňuje výběr vhodných zdrojů z kolekce pro další šlechtitelskou práci.

Poděkování: Příspěvek vznikl na základě řešení Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity financovaných z prostředků Ministerstva zemědělství České republiky.

Literatura

- HRABĚ, F. et al.: *Trávy a jetelovino trávy v zemědělské praxi*. Olomouc: Vydavatelství ing. Petr Baštan, 2004. 124 s. ISBN 80-903275-1-6.
- HRABĚ, F. – BUCHGRABER, K.: *Pícninářství – Travní porosty*. 1. vyd. Brno: MZLU, 2004. 151 s. ISBN 80-7157-816-9.
- MACHÁČ, J.: Hodnocení výroby osiv pícnin v roce 2008. In: *Pícninářské listy*. roč. 16, 2010, s. 24-28.
- PELIKÁN, J – ŠEVČÍKOVÁ, M.: Metodika kolekce genetických zdrojů pícnin a trav. In: DOTLAČIL, L. et al.: *Rámcová metodika Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiversity, Díl III. - Speciální plodinové metodiky*. s. 31-42.
- ŠEVČÍKOVÁ, M. et al.: *Klasifikátor – Trávy (Poaceae)*. Praha, Zubří: VÚRV, OSEVA PRO s.r.o. VST Zubří, 2002, Genetické zdroje č. 82. 36 s.

Adresa autorov:

Ing. Martin Lošák, Ing. Magdalena Ševčíková, OSEVA PRO s.r.o., Výzkumná stanice travinářská Rožnov - Zubří, Hamerská 698, 756 54 Zubří, ČR, e-mail: losak@oseva.cz, sevcikova@oseva.cz.

OBSAH VÝZNAMNÝCH RIZIKOVÝCH KOVŮ VO VYBRANÝCH ODRODÁCH POHÁNKY JEDLEJ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM*) A POHÁNKY TATARSKEJ (*FAGOPYRUM TATARICUM*) CONTENT OF MAJOR RISKY METALS IN CHOSEN VARIETIES OF COMMON BUCKWHEAT (*FAGOPYRUM ESCULENTUM*) AND TARTARY BUCKWHEAT (*FAGOPYRUM TATARICUM*)

Eva MARGITANOVÁ – Alena VOLLMANNOVÁ – Iveta ČIČOVÁ – Lívia KRÍŽOVÁ –
Dominika BONČÍKOVÁ

The aim of our study was to monitor rate of cumulating of selected heavy metals in 4 chosen varieties (Siva, Bambi, Madawska, Aiva) of common buckwheat (Fagopyrum esculentum) and 1 tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum). Samples of plant material and soil we obtained from Research Institute of Plant Production in Piešťany. The content of risky metals - Cd, Zn, Cr were determined after mineralization by wet way method with principle of atomic absorption spectrophotometry (AAS). The content of Cd in the studied varieties of common buckwheat in determined anatomical parts ranged from 0.064233 to 1.440 mg.kg⁻¹ and in tartary buckwheat content of Cd ranged from 0.0879 to 1.04 mg.kg⁻¹. The content of Zn in the studied varieties of common and tartary buckwheat ranged from 4.5498 to 17.6 mg.kg⁻¹. The content of Cr in studied varieties of common buckwheat ranged from 0.6955 to 3.00 mg.kg⁻¹ and content of Cr in tartary buckwheat ranged from 0.83 to 2.7 mg.kg⁻¹. The achenes of chosen variety of tartary buckwheat cumulated much lower contents of Cd and Cr, but much higher contents of Zn in comparison to common buckwheat.

Key words: common buckwheat, tartary buckwheat, heavy metals, cumulation

Úvod

Pohánka (*Fagopyrum esculentum* Moench) je alternatívna plodina zvyčajne priradovaná k cereáliám pre jej rovnaké podmienky pestovania a využitie (Hung a Morita, 2008).

Existuje veľa odrôd pohánky na svete, ale hlavne deväť z nich má poľnohospodársky význam. Všeobecne iba dve odrody sú najčastejšie pestované na celom svete: obyčajná pohánka (*F. esculentum*) a tatárska pohánka (*F. tataricum*). Obyčajná pohánka rastie pri normálnych podmienkach, kým tatárska pohánka rastie v horských oblastiach (Krkošková, Mrázová, 2005).

Stredobodom niekoľkých nedávnych štúdií v Kórei a Japonsku sa stala pohánka ako potenciálna „funkčná potravina“. Ukázalo sa, že je bohatým zdrojom živín, fenolových zlúčenín, aminokyselín a minerálov (Kim et al., 2008).

Produkty pohánky sú známe ako bohatý zdroj polyfenolov, vlákniny, škrobu a proteínov s vysokou biologickou hodnotou ale relatívne nízkou stráviteľnosťou. Pohánkové nažky obsahujú antioxidanty ako sú rutín, tokoferoly, fenolové kyseliny a môžu byť uchovávané dlho bez žiadnych chemických zmien. Štúdie dokazujú, že v nažke pohánky sa nachádza rutín a izovitexin. Obalové vrstvy obsahujú rutín, orientin, vitexin, quercetin, izovitexin a izoorientin. Pohánka obsahuje viac rutínu ako iné rastliny. Prítomnosť rutínu je jednou z príčin pre produkciu rôznych druhov potravín vyrobených z pohánky. Rutín je sekundárny rastlinný metabolit, ktorý redukuje vysoký krvný tlak, znižuje permeabilitu krvných žíl, znižuje riziko arteriosklerózy a vyznačuje sa antioxidantným účinkom (Hsu, Chiang, Chen et al., 2008; Sun, Ho, 2005).

Nutričná hodnota pohánky je zaujímavá pre vyváženú skladbu aminokyselín a vysoký obsah bielkovín. Pohánkové bielkoviny sú bohaté na arginín a lyzín, ale obsah metionínu a treonínu v pohánke je nízky. Množstvo lyzínu je v porovnaní s ostatnými obilninami až štvornásobne vyššie (5,9 %). V dôsledku vyššieho obsahu lyzínu majú bielkoviny pohánky vyššiu biologickú hodnotu ako bielkoviny iných obilnín (Christa, Soral – Šmietana, 2008; Sudzinová, Chrenková, 2007; Bharali, Chrungoo, 2003). Z vitamínov v nažkách pohánky dominujú vitamín E, C, vitamín B₁ (tiamín), B₂ (riboflavín) a niacín. Obalové vrstvy sú bohaté na niacín a vitamín E. Pohánka je dôležitým zdrojom zinku, medi, selénu, mangánu a ďalších stopových prvkov (Sudzinová, Chrenková, 2007; Vojtášková et al., 1999; Bonafaccia, 2003).

Kim et al. (2006) uvádza, že mnoho európskych krajín považuje pohánku za jednoduché jedlo používané na prípravu polievok. V iných krajinách sa používa v kombinácii s pšenicou, ryžou, kukuricou na výrobu chleba, cestovín a iných jedál. Medzi produkty vyrobenými z pohánky patria i zelený pohánkový čaj, pohánkové výhonky, pohánkový ocot a pivo (Kreft et al. 2006).

Cieľom našej práce bolo sledovať mieru kumulácie rizikových kovov (Cd, Zn, Cr) v nami zvolených štyroch odrodách pohánky jedlej (Siva, Bambi, Madawska, Aiva) a jednej odrody pohánky tatárskej (Idel).

Materiál a metódy

Rastlinný materiál sme odobrali v štádiu plnej z Výskumného ústavu rastlinnej výroby v Piešťanoch. Spolu s rastlinným materiálom sme odobrali aj vzorky pôdy, v ktorej sme určili základné agrochemické charakteristiky a obsah rizikových kovov.

V testovaných odrodách pohánky sme vykonali chemické analýzy na stanovenie obsahu sledovaných rizikových prvkov. Použitý rastlinný materiál sme mineralizovali „mokrou cestou“ s použitím kyseliny

dusičnej. Mikrovlnný rozklad prebehol prostredníctvom prístroja *MARS Xpress*. Analytickou koncovkou bola atómová absorpčná spektrofotometria (AAS) na prístroji *VARIAN AA 240FS*.

Výsledky a diskusia

V sledovanej pôde sme stanovili základné agrochemické ukazovatele, ktoré uvádza nasledujúca tabuľka č. 1.

Tabuľka 1: Agrochemická charakteristika pôdy

K (mg.kg ⁻¹)	Ca (mg.kg ⁻¹)	Mg (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	N (mg.kg ⁻¹)	pH/KCl	Humus (%)
187	2824	530	32,99	3150	7,2	2,360

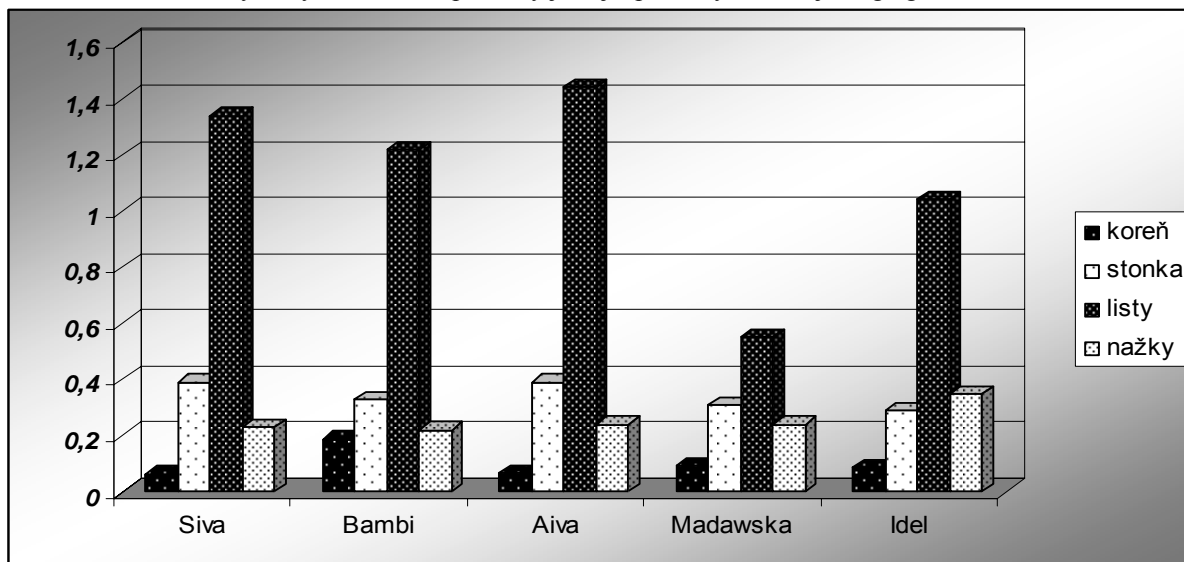
Z uvedených výsledkov, ktoré uvádza tabuľka 1 vyplýva, že záujmová pôda sa vyznačuje stredným obsahom prístupného draslíka (131 - 200 mg.kg⁻¹), veľmi vysokým obsahom horčíka (nad 310 mg.kg⁻¹) a veľmi malým obsahom prístupného fosforu (do 35 mg.kg⁻¹). Sledovaná pôda sa vyznačuje neutrálnou pôdnou reakciou, čo potvrdzuje pH 7,2.

Tabuľka 2: Obsah ťažkých kovov v pôde získané vo výluhu lúčavkou kráľovskou vo vzťahu k limitnej hodnote (mg.kg⁻¹)

	Zn	Cu	Cr	Cd	Pb	Co	Ni
Lúčavka kráľovská	75,4	24,8	36,2	1,2	25,6	18,4	61,6
Limitná hodnota	150	60	70	0,7	70	15	50

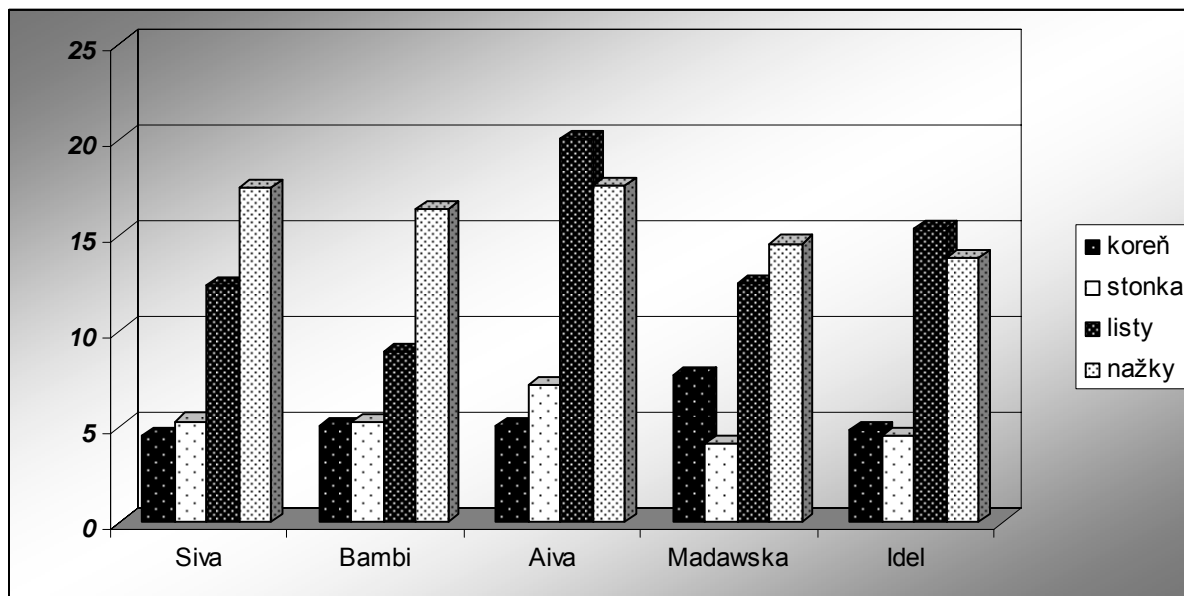
Z uvedených výsledkov vyplýva, že stanovené obsahy rizikových kovov vo výluhu lúčavkou kráľovskou v sledovanej pôde neprevyšovali limitné hodnoty stanovené platným zákonom č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využití poľnohospodárskej pôdy. Výnimku tvorili kobalt, kadmium, nikel, pričom kobalt sa nachádzal na hranici hygienického limitu. V prípade kadmia sme pozorovali prekročenie limitnej hodnoty o 71 %.

Graf 1: Obsah Cd vo vybraných odrodách pohánky jedlej a pohánky tatárskej v mg.kg⁻¹



Z grafu 1 vyplýva, že najvyššie obsahy Cd v koreňoch sledovaných odrôd mala odroda Bambi (0,1872 mg.kg⁻¹). Vo zvyšných sledovaných anatomických častiach (stonka, listy, nažky) vybraných odrôd pohánky jedlej (Siva, Bambi, Aiva, Madawska) a pohánky tatárskej (Idel), sme zistili pomerne vysoké koncentrácie Cd, ktoré prekročili limitnú hodnotu stanovenú Potravinovým kódexom SR (0,1 mg.kg⁻¹). Najvyšší obsah tohto rizikového kovu sme pozorovali v listoch, pričom listy odrody pohánky jedlej (Aiva) dosiahli až 14 – násobné prekročenie limitnej hodnoty. Obsah Cd v stonke pohánky jedlej a pohánky tatárskej sa pohybovali od 0,29 mg.kg⁻¹ – do 0,39 mg.kg⁻¹ a v nažkách sa pohybovali od 0,220 mg.kg⁻¹ do 0,35 mg.kg⁻¹. Listy, kvety a nažky týchto plodín sa môžu používať na prípravu potravín, a preto je potrebné monitorovať obsahy rizikových kovov.

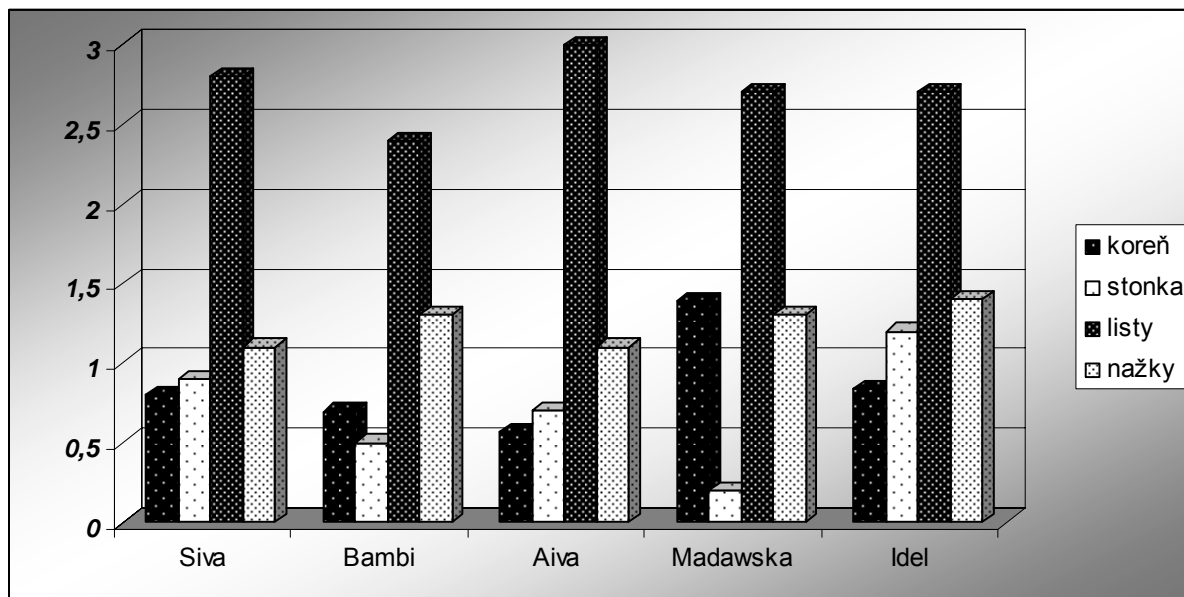
Graf 2: Obsah Zn vo vybraných odrodách pohánky jedlej a pohánky tatárskej v mg.kg⁻¹



Z výsledkov, ktoré sú uvádzané v grafe 2 vyplýva, že obsah Zn v koreňoch sa pohyboval v rozmedzí od 4,5498 do 7,6860 mg.kg⁻¹. Najvyššiu koncentráciu zinku sme zistili v nažkách pri odrodách pohánky jedlej Siva, Bambi a Madawska, kde sa obsah pohyboval v rozmedzí od 14,6 do 17,5 mg.kg⁻¹, pričom tieto hodnoty boli pod limitnou hodnotou stanovenou PKSR (50 mg.kg⁻¹). Na druhej strane obsah Zn v listoch bol najvyšší v odrode Aiva (20,10 mg.kg⁻¹), čím sa prekročila limitná hodnota stanovená PKSR (10 mg.kg⁻¹) 2 – násobne.

V pohánke tatárskej (Idel) sme najvyšší obsah Zn namerali v listoch (15,4 mg.kg⁻¹). Bonafaccia et al. (2003) stanovili obsah Zn v nažke pohánky jedlej na 26,0 mg.kg⁻¹ pričom naše priemerné obsahy boli nižšie.

Graf 3 Obsah Cr vo vybraných odrodách pohánky jedlej a pohánky tatárskej v mg.kg⁻¹



Namerané hodnoty obsahu chrómu sledovaných odrôd pohánky jedlej a pohánky tatárskej neprekročovali ani v jednej sledovanej odrode najvyššie prípustné množstvá ako určuje PKSR (4 mg.kg⁻¹). Najvyššiu kumuláciu schopnosť mali listy sledovaných odrôd, kde najvyšší obsah sme zistili v odrode Aiva (3,0 mg.kg⁻¹). Aj nažky sledovaných odrôd mali pomerne vysokú kumuláciu schopnosť, pričom najvyššie množstvo sme namerali v odrode Idel (pohánka tatárska) a to 1,40 mg.kg⁻¹.

Bonafaccia et al. (2003) vo svojich výsledkoch uvádzajú priemerný obsah Cr v nažke pohánky jedlej (0,138 mg.kg⁻¹), pričom naše výsledky sú podstatne vyššie (1,1 – 1,3 mg.kg⁻¹). Výsledky stanovenia obsahu Cr v nažkách pohánky tatárskej 1,17 mg.kg⁻¹ sú porovnateľné s našimi výsledkami 1,4 mg.kg⁻¹.

Záver

Pohánka sa čoraz viac dostáva do povedomia ľudskej spoločnosti vďaka jej vysokému obsahu výživných látok. Na druhej strane má schopnosť kumulovať ťažké kovy, ktoré môžu negatívne ovplyvňovať ľudské zdravie, a preto sme aj my sme sa venovali obsahu Zn, Cd, Cr jednotlivých anatomických častiach tejto plodiny. Okrem nažiek, ktoré majú široké využitie v potravinárskom priemysle, sa na priamy konzum využívajú aj listy a stonky mladých rastlín vo forme zelených šalátov, ako aj sušené kvety na prípravu čajových zmesí. Zaisťovanie bezpečnosti tejto významnej potravinovej suroviny si vyžaduje permanentnú kontrolu obsahu rizikových kovov.

Literatúra

- BONAFACCIA, G., GAMBELLI, L., FABIAN, N., KREFT, I. 2003. Trace element in flour and bran from common and tartary buckwheat. In *Food Chemistry*, vol. 83, 2003, p.1-5.
- BRAHALI,S., CHRUNGOO, N.K. 2003. Amino acid sequence of the 26 kDa subunit of legumin – type seed storage protein of common buckwheat(*Fagopyrum esculentum* Moench): molecular characterisation and phylogenetic analysis. In *Phytochemistry*, vol.63, 2003, p. 1-5
- HUNG, P.V., MORITA, N., 2008. Distribution of phenolic compounds in the graded flours milled from whole buckwheat grains and their antioxidant capacities. In *Food Chemistry*, vol. 109, 2008, p. 325-331.
- HSU, CH. K., CHIANG, B. H., CHEN, Y. S., YANG, J. H., LIU, CH. L. 2008. Improving the antioxidant activity of buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn) sprout with trace element water. In *Food Chemistry*, vol. 108, 2008, p. 633-641.
- CHRISTA, K., SORAL – ŠMIETANA,M. 2008. Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components. In *Czech J.Food Science*, vol.26, 2008, p. 153-162.
- KIM, H.E., TSAO R., YANG, R., CUI S.W. 2006. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. In *Food Chemistry*, vol. 95,2006,p.466-473.
- KIM, S.J., ZAIDUL, I.S.M., SUZUKI, T. 2008. Comparison of phenolic compositions between common and tartary buckwheat (*Fagopyrum*) sprouts. In *Food Chemistry*, vol. 110, 2008, p. 814-820
- KREFT, I., FABIAN, N., YASUMOTO, K. 2006. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. In *Food Chemistry*, vol. 98, 2006, p. 508-512.
- KRKOŠKOVÁ, B., MRÁZOVÁ, Z. 2005. Prophylactic components of buckwheat. In *Food Research International*, vol. 38, 2005, p. 561-568.
- SUDZINOVÁ, J. – CHRENEKOVÁ, M. 2007. Netradičné obilniny vo výžive ľudí a zvierat. In: *Agromagazín*. 2007, č. 2, s. 63 – 65.
- SUN, T., HO, CH. T., 2005. Antioxidant activities of buckwheat extracts. In *Food Chemistry*, vol. 90, 2005, p.743-749.

Pod'akovanie: Práca vznikla s podporou projektu VEGA 1/0030/09, APVV SK-SI-0008-08.

Kontaktná adresa:

Ing. Eva Margitanová, Slovenská poľnohospodárska univerzita, FBP, KCH, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra. Tel.: 037 641 4375, E-mail: e.margitanova@gmail.com

Doc. RNDr. Alena Vollmannová, PhD. Slovenská poľnohospodárska univerzita, FBP, KCH, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra. Tel.: 037 641 4374, E-mail: alena.vollmannova@uniag.sk

Ing. Lívia Krížová, Slovenská poľnohospodárska univerzita, FBP, KCH, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra. Tel.: 037 641 4375, E-mail: livia.krizova@gmail.com

Ing. Iveta Čičová, Centrum výskumu rastlinnej výroby, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany. Tel. 00421337722311, E-mail: cicova@vurv.sk

Ing. Dominika Bončíková, Slovenská poľnohospodárska univerzita, FBP, KCH, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra. Tel.: 037 641 4376, E-mail: dominika.boncikova@gmail.com

**ODLIŠENIE VYSOKOMOLEKULÁRNEJ GLUTENÍNOVEJ PODJEDNOTKY
1DY12.3 OD PODJEDNOTIEK 1DY12 A 1DY10 PRI PŠENICI *TRITICUM
AESTIVUM* L.
DISCRIMINATION OF HIGH MOLECULAR WEIGHT GLUTENIN SUBUNIT
1DY12.3 FROM SUBUNITS 1DY12 A 1DY10 AT THE WHEAT *TRITICUM
AESTIVUM* L.**

Daniel MIHÁLIK

*High molecular weight glutenins are important wheat traits for the bakery. For exact and fast identification of analysed genotypes, the breeding praxis requires markers. PCR reaction is suitable and distinct tool for their differentiation. We identified and verified DNA markers for differentiation of 1Dy12.3 subunit from 1Dy10 and 1Dy12 subunits. Existence of this selection marker is one of the main evidences confirming the originality of new 1Dy12.3 subunit in central domain of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L) cultivar Noe*

Key words: DNA, PCR, primer, HMW-glutenin, wheat

Úvod

Základnou oblasťou využitia molekulárnych markerov je identifikácia genotypov rastlín, poznáme už celé spektrum DNA markerov pre konkrétne lokusy genómu rastlín. Genóm rastliny najdokonalejšie popisujeme a poznávame na úrovni sekvencie nukleotidov DNA, prípadne expresie bielkovín kódovaných konkrétnymi génmi. Identifikácie a vzájomné rozlišovanie genotypov rastlín je možné vykonávať vo viacerých kvalitatívnych úrovniach, od základnej úrovne morfolologickej variability až po pozorovanie variability na úrovni sekvencie DNA. Vysokomolekulárne glutenínové podjednotky (HMW-GS) sú kódované alelami lokusov *Glu-1*, lokalizovanými na dlhých ramenách chromozómov 1 homologickej skupiny (*Glu-1A*, *Glu-1B*, *Glu-1D*). Sekvencie DNA kódujúcej časti jednotlivých HMW-GS majú vyšší stupeň homológie ako nekódujúce sekvencie, najmä N- a C- terminálne časti HMW-GS, ktorých sekvencie sú veľmi konzervatívne (De Bustos et al. 2000), aj preto sa na identifikáciu HMW-GS alel využívajú sekvencie z nekódujúcej oblasti. Charakterizáciou a identifikáciou jednotlivých génov kódujúcej HMW-GS pomocou PCR sa zaoberal aj Ahmad (2000). V tejto práci popisujeme marker, primery, ohraničujúce PCR produkt, ktorým odlišujeme nedávno objavenú podjednotku HMW-GS 1Dy12.3 (NCBI, Genebank, EF472958) pochádzajúcu zo starej francúzskej odrody Noe, od doposiaľ popísaných podjednotiek 1Dy10 a 1Dy12. Presne popisujeme podmienky polymerázovej reťazovej reakcie a taktiež aj optimálne podmienky separácie amplifikovaných fragmentov.

Materiál a metódy

V práci boli použité vybrané genotypy hexaploidnej pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum* L.) Všetky vzorky genotypov boli získané z kolekcie genetických zdrojov pšenice *Génovej banky semenných druhov Slovenskej republiky* vo Výskumnom ústave rastlinnej výroby v Piešťanoch.

PCR na odlišenie Dy-podjednotiek vysokomolekulárnych glutenínov

Na selekciu jednotlivých Dy-podjednotiek HMW-GS na úrovni DNA sme využili produkty polymerázovej reťazovej reakcie. Templátová genomická DNA bola izolovaná z 200 mg rastlinného materiálu pomocou DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany). Použité boli nasledovné sekvencie primerov: R-5'-GGA CAA GGG CAA CAA GGA TA-3' a L-5'-ATG GTA TGG GC TGT CGT AGC-3'. Zloženie reakčnej zmesi bolo: 0.5 U Platinum® Taq DNA polymeráza (Invitrogen Corp., Carlsbad, California), 2.5 µl 10x reaction buffer, 2.5 µl 50x10⁻³ mol.dm⁻³ MgCl₂, 10 pmol z každého primeru, 0.125 µl 10x10⁻³ mol.dm⁻³ dNTP, 25 ng DNA-templátu.

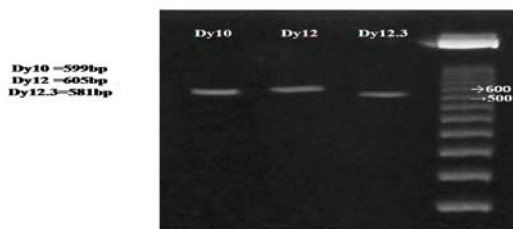
Ako zdroje templátových DNA boli použité nasledovné genotypy: a) podjednotka 1Dy12 – genotyp Chinese Spring, b) podjednotka 1Dy10 – genotyp Marquis, c) podjednotka 1Dy12.3 – genotyp Noe

Cyklus PCR pozostával z 5 minútovej iníciačnej denaturácie pri 94 °C, nasledovalo 30 cyklov s 1 minútovou denauráciou pri 94 °C, 1 minútovým annealingom primerov pri 60°C, 1 minútovej extenznej reakcie pri 72 °C, záverečná syntetická časť cyklu trvala 7 minút pri 72 °C. Produkty PCR boli analyzované pomocou 8 % akrylamidového gélu vyfarbeným pomocou ethidium bromidu.

Výsledky a diskusia

*Odlíšenie Dy-podjednotiek HMW glutenínov pri *Triticum aestivum* L.*

Porovnaním sekvencií DNA kódujúcej Dy-podjednotky HMW-GS pri *Triticum aestivum* L. sme navrhli hraničné úseky DNA, ktoré boli identické pre všetky podjednotky – Dy10, Dy12 a Dy12.3, avšak dĺžka fragmentov medzi týmito hraničnými úsekmi bola pre každú podjednotku rozdielna (Thompson a kol., 1985, X03041; Anderson a kol., 1989, X12929). Obr. 1 Odlíšenie Dy-podjednotiek pri *Triticum aestivum* pomocou PCR, elektroforetická separácia fragmentov DNA



Separácia PCR produktov v 8 % akrylamidovom géli vyfarbenom pomocou roztoku etídiu bromidu. Templátové DNA:

podjednotka 1Dy12 – genotyp Chinese Spring (veľkosť fragmentu 605bp)
podjednotka 1Dy10 – genotyp Marquis (veľkosť fragmentu 599bp)
podjednotka 1Dy12.3 – genotyp Noe (veľkosť fragmentu 605bp)

Po navrhnutí primerov, ktoré boli súčasťou týchto konzervatívnych úsekov, sme pomocou PCR tieto úseky amplifikovali. Predpokladané rozdiely vo veľkostiach fragmentov jednotlivých Dy-podjednotiek sa nám potvrdili, a tak sme získali veľmi praktické a využiteľné markery na genotypizáciu hexaploidnej pšenice a potvrdili sme tým tiež originalitu novej podjednotky 1Dy12.3 z kultivaru Noe.

Konkrétne sme využili fakt, že nová podjednotka má v centrálnej doméne na úrovni DNA deléciu kódujúcu dipeptid, resp. hexapeptid v porovnaní s podjednotkami 1Dy12 a 1Dy10. Tým sme dosiahli jednoduchú, jednoznačnú a rýchlu identifikáciu novej podjednotky. Optimalizovali sme detekciu PCR produktov. Malou nevýhodou detekcie však je, že dané rozdiely veľkostí sme nemohli pozorovať pomocou elektroforetickej separácie DNA v prostredí agarózy, dané rozdiely však boli evidentné v 8 % akrylamidovom géli. Vzhľadom k progresu v separačných metodikách DNA, akými sú napríklad analýzy „lab on chip“ (Agilent, USA), bude možné využiť tieto markery k presnej a veľmi rýchlej genotypizácii.

Záver

Identifikácia tohto selekčného markeru je jedným z dôkazov potvrdzujúcich originalitu novoobjavenej podjednotky 1Dy12.3 hexaploidnej pšenice (*T.aestivum* L.) pri kultivare Noe. Daná práca poukazuje na dôležitosť štúdia historických materiálov génových bánk, čo je dôležité k spoznaniu diverzity genetických zdrojov a jeho využitia v šľachtiteľskom procese.

Pod'akovanie: Táto práca vznikla vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Vývoj nových typov rastlín s geneticky upravenými znakmi hospodárskeho významu. ITMS: 26220220027, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- AHMAD, M.(2000): Molecular marker-assisted selection of HMW glutenin alleles related to wheat bread quality by PCR-generated DNA markers. In: Theoretical and Applied Genetics, vol. 101, N. 5, 2000, pp.892-896.
- ANDERSON, O. D. – GREENE, F.C. – YIP, R. E. – HALFORD, N. G. – SHEWRY, P. R. – MALPICA-ROMERO, J.-M.(1989): Nucleotides sequences of the two high-molecular-weight glutenin genes from D-genome of hexaploid wheat, *Triticum aestivum* L. cv. Cheyenne. In: Nucleic Acid Research, vol. 17, N. 1, 1989, pp. 461-462.
- DE BUSTOS, A. – RUBIO, P. – JOUVE, N.(2000): Molecular characterisation of the inactive allele of the gene Glu-A1 and of a set of AS-PCR markers for HMW glutenins of wheat. In: Theoretical and Applied Genetics, vol. 100, N. 5, 2000, pp. 1085-1094.
- THOMPSON, R. - FLAVELL, R. B. – TATHAM, A. S. - SHEWRY, P. R. (1992): Analysis of HMW glutenin subunits encoded by chromosome 1A of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) indicates quantitative effects on grain quality. In: Theoretical and Applied Genetics, vol. 83, N. 3, 1992, pp. 373–378.

Adresa autora:

Mgr. Daniel Mihálik, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, E-mail: mihalik@vurv.sk

**ADAPTÁCIA METODOLOGICKÝCH POSTUPOV ANALÝZY
POLYMORFIZMU ENZÝMOV V LISTOCH LÁSKAVCA (*AMARANTHUS SP. L.*)
PRE ŠTÚDIUM VNÚTRODRUHOVEJ VARIABILITY A INTERORGÁNOVÝCH
VZŤAHOV**

**ADAPTATION OF THE METHODOLOGICAL PROCEDURES FOR
POLYMORPHISM OF ENZYMES ANALYSIS IN LEAVES OF AMARANTH
(*AMARANTHUS SP. L.*) TO STUDY OF INTRA-SPECIES VARIABILITY AND
INTER-ORGAN RELATIONS**

Pavol MÚDRY – Andrea HRICOVÁ – Michaela CHALÁNYOVÁ

*From the end of the 2009 and beginning of the 2010 we have tested some slightly modified methodological approaches (Stuber et al., 1988) to enzyme polymorphism analysis for ACP, ADH, CAT, DIA, GLU, GOT, IDH, MDH, PGD, PGI and PGM in leaves samples of *Amaranthus cruentus* L.. The attention was devoted to testing feasibility of leaf sample weights (mg) vs. volume (μ l) of extract solutions. According to quality of enzyme fingerprints the tested methodology is suitable for enzyme multiplicity analyses of all enzymes excluding CAT and GLU. The first optimal sample weight begins from 100 mg and volume of extract solution from 50 μ l.*

*Key words: *Amaranthus cruentus* L., isoenzymes, horizontal starch gel electrophoresis, methodology, isozymograms*

Úvod

V posledných troch desaťročiach sa v mnohých európskych krajinách včítane Slovenska zaznamenáva zvýšený záujem o výskum a praktické využívanie láskavcov hlavne v poľnohospodárstve a v potravinárskom priemysle. I napriek týmto snahám, postavenie a využívanie láskavca, ako poľnohospodárskej plodiny nie je na úrovni tradičných poľnohospodárskych plodín. Myslíme si, že hlavná príčina spočíva v tradícii pestovania a využívania láskavca, ktorá nie je taká veľká. Zvýšiť záujem pestovateľov o túto plodinu rozhodne môžu nové odrody láskavcov s lepšími kvantitatívnymi a kvalitatívnymi parametrami. Úspešnosť šľachtenia je do značnej miery podmienená poznaním a využívaním diverzity zárodočnej plazmy, ktorú reprezentuje genofond plodiny. Posledné desaťročia výskumu v oblasti genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych plodín nás utvrdzujú, že v procese šľachtenia čoraz významnejšiu úlohu zohráva poznanie proteomickej a genomickej diverzity. Diverzita druhov rodu láskavec (*Amaranthus sp. L.*) na úrovni polymorfizmu enzýmov je vo vedeckej literatúre riešená sporadicky. Podstatne intenzívnejšie sa v tejto oblasti začalo pracovať až v poslednom desaťročí. K hlavným dôvodom riešenia metodológie analýzy polymorfizmu enzýmov listov láskavca patria: a) úspešné šľachtenie láskavcov v európskych krajinách včítane Slovenska (Gajdošová *et al.*, 2008), b) metodologická nejednotnosť a absencia štandardizovanej metodiky analýzy polymorfizmu enzýmov láskavcov, c) existencia kolekcie genetických zdrojov láskavcov v Génovej banke Centra výskumu rastlinnej výroby v Piešťanoch a d) proklamovaný zvýšený záujem zo strany niektorých štátov o popis genofondov.

Hlavným cieľom našej experimentálnej práce bolo otestovať vhodnosť štandardizovanej metodológie analýzy polymorfizmu enzýmov pre koleoptilu kukurice autorov Stuber *et al.* (1988) pre analýzu polymorfizmu enzýmov listov láskavcov. Testovali sme vhodnosť hmotnosti návažkov listov vo vzťahu k rôznym objemom extrakčného činidla.

Materiál a metódy

Analýzy polymorfizmu enzýmov sa uskutočnili na vzorkách listov láskavca metlinatého (*Amaranthus cruentus* L.), ktorého rastliny boli kultivované zo semien v *in vitro* podmienkach v trvaní 6 – 8 týždňov. Povrch semien bol najprv sterilizovaný v 30 % roztoku SAVO (komerčné bieliace činidlo) s 3 kvapkami prípravku Tween 20 po dobu 5 minút. Následne boli trikrát umývané sterilnou destilovanou vodou po dobu 15 minút (3 x 15 min.). Klíčenie semien prebiehalo v sterilných podmienkach v Erlenmeyerových bankách obsahujúcich základné živné médium Murashige – Skoog (1962) s vitamínmi (Duchefa), doplnené sacharózou (20 g.l⁻¹) a stuženou 0,8 % Fyto – agarom. Kultúry *in vitro* klíčencov a rastlín boli udržiavané v rastovej komore pri teplote 23 ± 2 °C, kvantovej ožiarenosti 50 μ mol . m⁻². s⁻¹ a fotoperióde 16/8 hodín (deň/noc).

Kontrolným materiálom bol 11 mm segment koleoptily dvojlíniového hybridu Qvintal (Sc 3098 x 3150, Sempol Holding, Trnava), ktorý bol kultivovaných päť dní v termostate v Petriho miskách na mokrom filtračnom papieri v tme, pri teplote 25 °C a relatívnej vlhkosti 95 %. Za tých istých podmienok boli kultivované aj klíčence láskavca po dobu troch dní. Vzorky suchých semien láskavca sme ručne homogenizovali v porcelánovej miske. Na analýzy boli odoberané najmladšie vyvinuté listy. Objem extrakčného činidla (μ l) / návažok vzoriek listov (mg) boli nasledovné: 10/50, 20/50, 25/50, 50/50, 20/100, 40/100, 50/100, 100/100, 30/150, 60/150, 75/150, 150/150, 40/200, 80/200, 100/200, 200/200, 50/250, 100/250, 125/250, 250/250, 60/300, 120/300, 150/300, 300/300. Ručná homogenizácia vzoriek s prídavkom

niekoľkých zín čistého piesku sa uskutočnila v extrakčnom činidle zloženia podľa metodiky: 50 ml H₂O, 8,4 g sacharóza, 4,2 g askorbát sodný. Homogenizácia 11 mm segmentu koleoptily sa uskutočnila s 20 µl, 300 mg klíčencov s 50 µl a 100 mg rozdrvených suchých semien so 100 µl extrakčného činidla. Vzorky z extraktov boli vložené do škrobového gélu prostredníctvom knôtov z filtračného papiera Whatman No. 2 s rozmermi 11 x 1,5 mm. Bola testovaná vhodnosť štandardizovanej metódy horizontálnej elektroforézy na škrobovom géle autorov Stuber *et al.* (1988) a neskôr publikovanej autormi Múdry, Gajdošová (2009). Analyzovali sme polymorfizmus kyslej fosfatázy (ACP, E.C. 3.1.3.2), alkoholdehydrogenázy (ADH, E.C. 1.1.1.1), katalázy (CAT, E.C. 1.11.1.6), diaforázy (DIA, E.C. 1.6.99.2), β-glukozidázy (GLU, E.C. 3.2.1.21), glutamát - oxaloacetáttransaminázy (GOT, E.C. 2.6.1.1), izocitrátdehydrogenázy (IDH, E.C.1.1.1.42), malátdehydrogenázy (MDH, E.C. 1.1.1.37), 6-fosfoglukonátdehydrogenázy (PGD, E.C. 1.1.1.44), fosfoglukozomerázy (PGI, E.C. 5.3.1.9) a fosfoglukomutázy (PGM, E.C. 2.7.5.1). Izozymogramy (fingerpriny) laskavcov boli zakresľované na milimetrovú sieť, fotografované digitálnym fotoaparátom, vypočítavaný faktor relatívnej mobility zón enzýmovej aktivity a vytvorené diagramy izozymogramov.

Výsledky a diskusia

Pretože pre laskavce chýba štandardizovaná metodológia analýzy polymorfizmu enzýmov a napriek snahe autorov Renzo *et al.* (2001), ktorí navrhujú pri analýzach použiť vzorku semien, väčšina neskôr publikovaných prác uvádza výsledky polymorfizmu enzýmov na listoch. Metodologickou nevýhodou analýzy vzorky semien, resp. klíčencov je, že ide o zmesné vzorky analýzou ktorých sa stráca individuálna variabilita. Analýzou polymorfizmu enzýmov listov laskavca metlinatého sme zistili, že ich fingerprinty sú pre ACP, ADH, DIA, GOT, IDH, MDH, PGD, PGI a PGM monomorfné. Izozymogramy CAT boli slabé. GLU nevykazovala enzymatickú aktivitu. Slabá bola aj aktivita ADH vo všetkých vzorkách listov, čo mohlo byť spôsobené jednak kultiváciou *in vitro* a tým, že aktivita ADH v pletivách vzrastá za anaeróbných podmienok. Testovaním vhodnosti pomeru hmotnosti vzorky k objemu extrakčného činidla vyplynulo, že vyhovujúca hmotnosť vzorky z listu je od 100 mg a objem extrakčného činidla od 50 µl pri zachovaní pomeru 1(µl) : 2 (mg). Potvrdilo sa, že pre čitateľnosť zymogramov, a tým aj pre ich genetickú interpretáciu podstatným faktorom je aktivita enzýmu. Z našich analýz vyplýva, že najvhodnejší objem extrakčného činidla je nevyhnutný objem (čím menší

Záver

Práca potvrdzuje vhodnosť jemne modifikovaného metodologického postupu (Stuber *et al.*, 1988) pre analýzy polymorfizmu enzýmov v listoch laskavca, okrem analýzy polymorfizmu CAT a GLU. Najvhodnejšia hmotnosť vzorky vo vzťahu ku všetkým analyzovaným enzýmom je 100 mg a viac a extrakčného činidla od 50 µl so zachovaním pomeru 1(µl) : 2 (mg) a menším. Metodológiu v budúcnosti využijeme pri mapovaní genetických zdrojov laskavca, v genetickom výskume, šľachtení a v iných disciplínach základného a aplikovaného výskumu.

Pod'akovanie: Výskum bol podporený Vedeckou grantovou agentúrou MŠ SR a Slovenskou akadémiou vied VEGA (projekt č. 2/0109/09).

Literatúra

- DI RENZO, M. – BONAMICO, N. – GESUMARIA, J. (2001): Characterisation of amaranth accessions by isozymic patterns. *Seed Sci & Technol.*, 29, 229-238.
- GAJDOŠOVÁ, A. – LIBIAKOVÁ, G. – OSTROLUCKÁ, M. G. – FEJÉR, J. (2008): Mutation breeding in selected *Amaranthus* ssp. In: Libiaková, G., Gajdošová, A. (Ed.): *Amaranth – plant for the future*. 5th International Symposium of the European Amaranth Association, Book of abstracts, Institute of plant Genetics and Biotechnology SAS, Nitra, Slovak Republic, 93-94, ISBN 978-80-89088-70-6.
- MÚDRY, P. – GAJDOŠOVÁ, A. (2009): Metodológia analýzy polymorfizmu enzýmov druhov rodu laskavec (*Amaranthus* sp. L.) pre účely genetiky, šľachtenia a semenárstva. Zb. zo 16. vedeckej konferencie, Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, 2009, 27-30, ISBN 978-80-89417-04-09.
- MURASHIGE, T. – SKOOG, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 473-497.
- STUBER, C.W. – WENDEL, J.F. – GOODMAN, M.M. – SMITH, J.S.C. (1988): Techniques and Scoring Procedures for Starch Gel Electrophoresis of Enzymes from Maize (*Zea mays* L.). *Technical Bulletin* 286, North Carolina Agric. Res. Service, North Carolina State University, Raleigh, 1-87.

Adresa pracoviska: RNDr. Pavol Múdry, CSc., Michaela Chalányová, Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra biológie, Priemyselná 4, P.O. Box č.9, 918 43 Trnava, tel.: 033/5514618, fax: 033/551 60 47, e-mail:pmudry@truni.sk, Ing. Andrea Hricová, Ph.D., Ústav genetiky a biotechnológií rastlín SAV, Akademická 2, P.O. Box 39A, 950 07 Nitra, tel.: 037/733 66 61, fax: 037/733 66 60, e-mail: andrea.hricova@savba.sk.

DETEKCE GENETICKÉ VARIABILITY PŠENIC S NESTANDARDNÍM ZABARVENÍM OBILEK POMOCÍ SSR MARKERŮ* DETECTION OF GENETIC VARIABILITY IN COLOURED GRAIN WHEAT GENOTYPES USING SSR MARKERS*

Milena MUSILOVÁ – Václav TROJAN – Tomáš VYHNÁNEK – Ladislav HAVEL

Genetic variability of 24 genotypes of wheat (*Triticum aestivum* L., $2n = 6x = 42$, BBAADD) and one genotype *Thinopyrum ponticum* (Podp.) Barkworth & D. R. Dewey ($2n = 10x = 70$, JJJJJJ^f₁^f₂^f₃^f₄^f₅^f₆^f₇^f₈^f₉^f₁₀^f₁₁^f₁₂^f₁₃^f₁₄^f₁₅^f₁₆^f₁₇^f₁₈^f₁₉^f₂₀^f₂₁^f₂₂^f₂₃^f₂₄^f₂₅^f₂₆^f₂₇^f₂₈^f₂₉^f₃₀^f₃₁^f₃₂^f₃₃^f₃₄^f₃₅^f₃₆^f₃₇^f₃₈^f₃₉^f₄₀^f₄₁^f₄₂^f₄₃^f₄₄^f₄₅^f₄₆^f₄₇^f₄₈^f₄₉^f₅₀^f₅₁^f₅₂^f₅₃^f₅₄^f₅₅^f₅₆^f₅₇^f₅₈^f₅₉^f₆₀^f₆₁^f₆₂^f₆₃^f₆₄^f₆₅^f₆₆^f₆₇^f₆₈^f₆₉^f₇₀^f₇₁^f₇₂^f₇₃^f₇₄^f₇₅^f₇₆^f₇₇^f₇₈^f₇₉^f₈₀^f₈₁^f₈₂^f₈₃^f₈₄^f₈₅^f₈₆^f₈₇^f₈₈^f₈₉^f₉₀^f₉₁^f₉₂^f₉₃^f₉₄^f₉₅^f₉₆^f₉₇^f₉₈^f₉₉^f₁₀₀^f₁₀₁^f₁₀₂^f₁₀₃^f₁₀₄^f₁₀₅^f₁₀₆^f₁₀₇^f₁₀₈^f₁₀₉^f₁₁₀^f₁₁₁^f₁₁₂^f₁₁₃^f₁₁₄^f₁₁₅^f₁₁₆^f₁₁₇^f₁₁₈^f₁₁₉^f₁₂₀^f₁₂₁^f₁₂₂^f₁₂₃^f₁₂₄^f₁₂₅^f₁₂₆^f₁₂₇^f₁₂₈^f₁₂₉^f₁₃₀^f₁₃₁^f₁₃₂^f₁₃₃^f₁₃₄^f₁₃₅^f₁₃₆^f₁₃₇^f₁₃₈^f₁₃₉^f₁₄₀^f₁₄₁^f₁₄₂^f₁₄₃^f₁₄₄^f₁₄₅^f₁₄₆^f₁₄₇^f₁₄₈^f₁₄₉^f₁₅₀^f₁₅₁^f₁₅₂^f₁₅₃^f₁₅₄^f₁₅₅^f₁₅₆^f₁₅₇^f₁₅₈^f₁₅₉^f₁₆₀^f₁₆₁^f₁₆₂^f₁₆₃^f₁₆₄^f₁₆₅^f₁₆₆^f₁₆₇^f₁₆₈^f₁₆₉^f₁₇₀^f₁₇₁^f₁₇₂^f₁₇₃^f₁₇₄^f₁₇₅^f₁₇₆^f₁₇₇^f₁₇₈^f₁₇₉^f₁₈₀^f₁₈₁^f₁₈₂^f₁₈₃^f₁₈₄^f₁₈₅^f₁₈₆^f₁₈₇^f₁₈₈^f₁₈₉^f₁₉₀^f₁₉₁^f₁₉₂^f₁₉₃^f₁₉₄^f₁₉₅^f₁₉₆^f₁₉₇^f₁₉₈^f₁₉₉^f₂₀₀^f₂₀₁^f₂₀₂^f₂₀₃^f₂₀₄^f₂₀₅^f₂₀₆^f₂₀₇^f₂₀₈^f₂₀₉^f₂₁₀^f₂₁₁^f₂₁₂^f₂₁₃^f₂₁₄^f₂₁₅^f₂₁₆^f₂₁₇^f₂₁₈^f₂₁₉^f₂₂₀^f₂₂₁^f₂₂₂^f₂₂₃^f₂₂₄^f₂₂₅^f₂₂₆^f₂₂₇^f₂₂₈^f₂₂₉^f₂₃₀^f₂₃₁^f₂₃₂^f₂₃₃^f₂₃₄^f₂₃₅^f₂₃₆^f₂₃₇^f₂₃₈^f₂₃₉^f₂₄₀^f₂₄₁^f₂₄₂^f₂₄₃^f₂₄₄^f₂₄₅^f₂₄₆^f₂₄₇^f₂₄₈^f₂₄₉^f₂₅₀^f₂₅₁^f₂₅₂^f₂₅₃^f₂₅₄^f₂₅₅^f₂₅₆^f₂₅₇^f₂₅₈^f₂₅₉^f₂₆₀^f₂₆₁^f₂₆₂^f₂₆₃^f₂₆₄^f₂₆₅^f₂₆₆^f₂₆₇^f₂₆₈^f₂₆₉^f₂₇₀^f₂₇₁^f₂₇₂^f₂₇₃^f₂₇₄^f₂₇₅^f₂₇₆^f₂₇₇^f₂₇₈^f₂₇₉^f₂₈₀^f₂₈₁^f₂₈₂^f₂₈₃^f₂₈₄^f₂₈₅^f₂₈₆^f₂₈₇^f₂₈₈^f₂₈₉^f₂₉₀^f₂₉₁^f₂₉₂^f₂₉₃^f₂₉₄^f₂₉₅^f₂₉₆^f₂₉₇^f₂₉₈^f₂₉₉^f₃₀₀^f₃₀₁^f₃₀₂^f₃₀₃^f₃₀₄^f₃₀₅^f₃₀₆^f₃₀₇^f₃₀₈^f₃₀₉^f₃₁₀^f₃₁₁^f₃₁₂^f₃₁₃^f₃₁₄^f₃₁₅^f₃₁₆^f₃₁₇^f₃₁₈^f₃₁₉^f₃₂₀^f₃₂₁^f₃₂₂^f₃₂₃^f₃₂₄^f₃₂₅^f₃₂₆^f₃₂₇^f₃₂₈^f₃₂₉^f₃₃₀^f₃₃₁^f₃₃₂^f₃₃₃^f₃₃₄^f₃₃₅^f₃₃₆^f₃₃₇^f₃₃₈^f₃₃₉^f₃₄₀^f₃₄₁^f₃₄₂^f₃₄₃^f₃₄₄^f₃₄₅^f₃₄₆^f₃₄₇^f₃₄₈^f₃₄₉^f₃₅₀^f₃₅₁^f₃₅₂^f₃₅₃^f₃₅₄^f₃₅₅^f₃₅₆^f₃₅₇^f₃₅₈^f₃₅₉^f₃₆₀^f₃₆₁^f₃₆₂^f₃₆₃^f₃₆₄^f₃₆₅^f₃₆₆^f₃₆₇^f₃₆₈^f₃₆₉^f₃₇₀^f₃₇₁^f₃₇₂^f₃₇₃^f₃₇₄^f₃₇₅^f₃₇₆^f₃₇₇^f₃₇₈^f₃₇₉^f₃₈₀^f₃₈₁^f₃₈₂^f₃₈₃^f₃₈₄^f₃₈₅^f₃₈₆^f₃₈₇^f₃₈₈^f₃₈₉^f₃₉₀^f₃₉₁^f₃₉₂^f₃₉₃^f₃₉₄^f₃₉₅^f₃₉₆^f₃₉₇^f₃₉₈^f₃₉₉^f₄₀₀^f₄₀₁^f₄₀₂^f₄₀₃^f₄₀₄^f₄₀₅^f₄₀₆^f₄₀₇^f₄₀₈^f₄₀₉^f₄₁₀^f₄₁₁^f₄₁₂^f₄₁₃^f₄₁₄^f₄₁₅^f₄₁₆^f₄₁₇^f₄₁₈^f₄₁₉^f₄₂₀^f₄₂₁^f₄₂₂^f₄₂₃^f₄₂₄^f₄₂₅^f₄₂₆^f₄₂₇^f₄₂₈^f₄₂₉^f₄₃₀^f₄₃₁^f₄₃₂^f₄₃₃^f₄₃₄^f₄₃₅^f₄₃₆^f₄₃₇^f₄₃₈^f₄₃₉^f₄₄₀^f₄₄₁^f₄₄₂^f₄₄₃^f₄₄₄^f₄₄₅^f₄₄₆^f₄₄₇^f₄₄₈^f₄₄₉^f₄₅₀^f₄₅₁^f₄₅₂^f₄₅₃^f₄₅₄^f₄₅₅^f₄₅₆^f₄₅₇^f₄₅₈^f₄₅₉^f₄₆₀^f₄₆₁^f₄₆₂^f₄₆₃^f₄₆₄^f₄₆₅^f₄₆₆^f₄₆₇^f₄₆₈^f₄₆₉^f₄₇₀^f₄₇₁^f₄₇₂^f₄₇₃^f₄₇₄^f₄₇₅^f₄₇₆^f₄₇₇^f₄₇₈^f₄₇₉^f₄₈₀^f₄₈₁^f₄₈₂^f₄₈₃^f₄₈₄^f₄₈₅^f₄₈₆^f₄₈₇^f₄₈₈^f₄₈₉^f₄₉₀^f₄₉₁^f₄₉₂^f₄₉₃^f₄₉₄^f₄₉₅^f₄₉₆^f₄₉₇^f₄₉₈^f₄₉₉^f₅₀₀^f₅₀₁^f₅₀₂^f₅₀₃^f₅₀₄^f₅₀₅^f₅₀₆^f₅₀₇^f₅₀₈^f₅₀₉^f₅₁₀^f₅₁₁^f₅₁₂^f₅₁₃^f₅₁₄^f₅₁₅^f₅₁₆^f₅₁₇^f₅₁₈^f₅₁₉^f₅₂₀^f₅₂₁^f₅₂₂^f₅₂₃^f₅₂₄^f₅₂₅^f₅₂₆^f₅₂₇^f₅₂₈^f₅₂₉^f₅₃₀^f₅₃₁^f₅₃₂^f₅₃₃^f₅₃₄^f₅₃₅^f₅₃₆^f₅₃₇^f₅₃₈^f₅₃₉^f₅₄₀^f₅₄₁^f₅₄₂^f₅₄₃^f₅₄₄^f₅₄₅^f₅₄₆^f₅₄₇^f₅₄₈^f₅₄₉^f₅₅₀^f₅₅₁^f₅₅₂^f₅₅₃^f₅₅₄^f₅₅₅^f₅₅₆^f₅₅₇^f₅₅₈^f₅₅₉^f₅₆₀^f₅₆₁^f₅₆₂^f₅₆₃^f₅₆₄^f₅₆₅^f₅₆₆^f₅₆₇^f₅₆₈^f₅₆₉^f₅₇₀^f₅₇₁^f₅₇₂^f₅₇₃^f₅₇₄^f₅₇₅^f₅₇₆^f₅₇₇^f₅₇₈^f₅₇₉^f₅₈₀^f₅₈₁^f₅₈₂^f₅₈₃^f₅₈₄^f₅₈₅^f₅₈₆^f₅₈₇^f₅₈₈^f₅₈₉^f₅₉₀^f₅₉₁^f₅₉₂^f₅₉₃^f₅₉₄^f₅₉₅^f₅₉₆^f₅₉₇^f₅₉₈^f₅₉₉^f₆₀₀^f₆₀₁^f₆₀₂^f₆₀₃^f₆₀₄^f₆₀₅^f₆₀₆^f₆₀₇^f₆₀₈^f₆₀₉^f₆₁₀^f₆₁₁^f₆₁₂^f₆₁₃^f₆₁₄^f₆₁₅^f₆₁₆^f₆₁₇^f₆₁₈^f₆₁₉^f₆₂₀^f₆₂₁^f₆₂₂^f₆₂₃^f₆₂₄^f₆₂₅^f₆₂₆^f₆₂₇^f₆₂₈^f₆₂₉^f₆₃₀^f₆₃₁^f₆₃₂^f₆₃₃^f₆₃₄^f₆₃₅^f₆₃₆^f₆₃₇^f₆₃₈^f₆₃₉^f₆₄₀^f₆₄₁^f₆₄₂^f₆₄₃^f₆₄₄^f₆₄₅^f₆₄₆^f₆₄₇^f₆₄₈^f₆₄₉^f₆₅₀^f₆₅₁^f₆₅₂^f₆₅₃^f₆₅₄^f₆₅₅^f₆₅₆^f₆₅₇^f₆₅₈^f₆₅₉^f₆₆₀^f₆₆₁^f₆₆₂^f₆₆₃^f₆₆₄^f₆₆₅^f₆₆₆^f₆₆₇^f₆₆₈^f₆₆₉^f₆₇₀^f₆₇₁^f₆₇₂^f₆₇₃^f₆₇₄^f₆₇₅^f₆₇₆^f₆₇₇^f₆₇₈^f₆₇₉^f₆₈₀^f₆₈₁^f₆₈₂^f₆₈₃^f₆₈₄^f₆₈₅^f₆₈₆^f₆₈₇^f₆₈₈^f₆₈₉^f₆₉₀^f₆₉₁^f₆₉₂^f₆₉₃^f₆₉₄^f₆₉₅^f₆₉₆^f₆₉₇^f₆₉₈^f₆₉₉^f₇₀₀^f₇₀₁^f₇₀₂^f₇₀₃^f₇₀₄^f₇₀₅^f₇₀₆^f₇₀₇^f₇₀₈^f₇₀₉^f₇₁₀^f₇₁₁^f₇₁₂^f₇₁₃^f₇₁₄^f₇₁₅^f₇₁₆^f₇₁₇^f₇₁₈^f₇₁₉^f₇₂₀^f₇₂₁^f₇₂₂^f₇₂₃^f₇₂₄^f₇₂₅^f₇₂₆^f₇₂₇^f₇₂₈^f₇₂₉^f₇₃₀^f₇₃₁^f₇₃₂^f₇₃₃^f₇₃₄^f₇₃₅^f₇₃₆^f₇₃₇^f₇₃₈^f₇₃₉^f₇₄₀^f₇₄₁^f₇₄₂^f₇₄₃^f₇₄₄^f₇₄₅^f₇₄₆^f₇₄₇^f₇₄₈^f₇₄₉^f₇₅₀^f₇₅₁^f₇₅₂^f₇₅₃^f₇₅₄^f₇₅₅^f₇₅₆^f₇₅₇^f₇₅₈^f₇₅₉^f₇₆₀^f₇₆₁^f₇₆₂^f₇₆₃^f₇₆₄^f₇₆₅^f₇₆₆^f₇₆₇^f₇₆₈^f₇₆₉^f₇₇₀^f₇₇₁^f₇₇₂^f₇₇₃^f₇₇₄^f₇₇₅^f₇₇₆^f₇₇₇^f₇₇₈^f₇₇₉^f₇₈₀^f₇₈₁^f₇₈₂^f₇₈₃^f₇₈₄^f₇₈₅^f₇₈₆^f₇₈₇^f₇₈₈^f₇₈₉^f₇₉₀^f₇₉₁^f₇₉₂^f₇₉₃^f₇₉₄^f₇₉₅^f₇₉₆^f₇₉₇^f₇₉₈^f₇₉₉^f₈₀₀^f₈₀₁^f₈₀₂^f₈₀₃^f₈₀₄^f₈₀₅^f₈₀₆^f₈₀₇^f₈₀₈^f₈₀₉^f₈₁₀^f₈₁₁^f₈₁₂^f₈₁₃^f₈₁₄^f₈₁₅^f₈₁₆^f₈₁₇^f₈₁₈^f₈₁₉^f₈₂₀^f₈₂₁^f₈₂₂^f₈₂₃^f₈₂₄^f₈₂₅^f₈₂₆^f₈₂₇^f₈₂₈^f₈₂₉^f₈₃₀^f₈₃₁^f₈₃₂^f₈₃₃^f₈₃₄^f₈₃₅^f₈₃₆^f₈₃₇^f₈₃₈^f₈₃₉^f₈₄₀^f₈₄₁^f₈₄₂^f₈₄₃^f₈₄₄^f₈₄₅^f₈₄₆^f₈₄₇^f₈₄₈^f₈₄₉^f₈₅₀^f₈₅₁^f₈₅₂^f₈₅₃^f₈₅₄^f₈₅₅^f₈₅₆^f₈₅₇^f₈₅₈^f₈₅₉^f₈₆₀^f₈₆₁^f₈₆₂^f₈₆₃^f₈₆₄^f₈₆₅^f₈₆₆^f₈₆₇^f₈₆₈^f₈₆₉^f₈₇₀^f₈₇₁^f₈₇₂^f₈₇₃^f₈₇₄^f₈₇₅^f₈₇₆^f₈₇₇^f₈₇₈^f₈₇₉^f₈₈₀^f₈₈₁^f₈₈₂^f₈₈₃^f₈₈₄^f₈₈₅^f₈₈₆^f₈₈₇^f₈₈₈^f₈₈₉^f₈₉₀^f₈₉₁^f₈₉₂^f₈₉₃^f₈₉₄^f₈₉₅^f₈₉₆^f₈₉₇^f₈₉₈^f₈₉₉^f₉₀₀^f₉₀₁^f₉₀₂^f₉₀₃^f₉₀₄^f₉₀₅^f₉₀₆^f₉₀₇^f₉₀₈^f₉₀₉^f₉₁₀^f₉₁₁^f₉₁₂^f₉₁₃^f₉₁₄^f₉₁₅^f₉₁₆^f₉₁₇^f₉₁₈^f₉₁₉^f₉₂₀^f₉₂₁^f₉₂₂^f₉₂₃^f₉₂₄^f₉₂₅^f₉₂₆^f₉₂₇^f₉₂₈^f₉₂₉^f₉₃₀^f₉₃₁^f₉₃

Výsledky a diskuse

Mikrosatelitními markery bylo na genetickou variabilitu testováno 24 genotypů barevných pšeníc a 1 vzorek genotypu pýru (*Thinopyrum ponticum*). Celkem bylo SSR markery specifickými pro chromozomy A a B detekováno 24 alel, v průměru tedy připadána 6 alel na jeden mikrosatelitní lokus. Největší počet alel byl detekován pomocí primeru *Xbarc163*, ovšem nejvyšší variabilita byla zaznamenána u primerů *Xbarc003* a *Xbarc077*. Velikost amplifikovaných produktů se pohybovala v rozmezí od 140 do 260 bp. Největší rozdíl od průměrné velikosti (Khlestkina et al., 2004; Kuelung et al., 2006) byl detekován u mikrosatelitu *Xbarc077* (+40bp). Tito autoři, také uvádějí přítomnost nulových alel, kterou jsme zjistili i my v případě tří mikrosatelitů (*Xbarc003*, *Xbarc077* a *Xbarc163*).

Průměrná hodnota DI byla 0,60 (0,51-0,72), průměr PI 0,17 (0,05-0,30) a pro ukazatel PIC byla vypočítána průměrná hodnota 0,58 (0,52-0,72) (tab. 2). Hodnoty vyjadřují vysoký stupeň variability v dané kolekci barevných pšeníc, který byl zjištěn již při použití 4 SSR markerů, a který je srovnatelný s Holtonem et al. (2004). Pro přesnějším zhodnocení genetické variability bude nutné zvýšit počet mikrosatelitních markerů.

Tabulka 2: Statistické zhodnocení analyzovaných SSR markerů

SSR marker	Lokalizace	Počet alel	DI	PI	PIC
<i>Xbarc163</i>	4B	8	0,52	0,23	0,52
<i>Xbarc195</i>	6A	4	0,51	0,3	0,44
<i>Xbarc003</i>	6A	6	0,64	0,09	0,64
<i>Xbarc077</i>	3B	6	0,72	0,05	0,72
Průměr		6	0,6	0,17	0,58

Na základě statistického vyhodnocení byl sestaven dendrogram podobnosti analyzovaných genotypů barevných pšeníc (UPGMA, Jaccardův koeficient). Z dendrogramu je patrné rozdělení na dva klastry. Menší klastř zahrnuje jen 2 genotypy pšenice (Abyssinskaya Arraseita a Purple) s purpurovým zbarvením obilky. Druhý klastř pak zahrnuje 2 subklastry. Jeden s genetickým zdrojem *Thinopyrum ponticum* s naznačenou příbuzností s některými genotypy pšenice se žlutým, modrým a purpurovým zbarvením. Do druhého subklastru byly zahrnuty ostatní genotypy, včetně izogenních linií pšenice s červeným zbarvením zrna.

Závěr

Pomocí SSR markerů se podařilo statisticky významně rozlišit dva genotypy pšenice s purpurovými obilkami od ostatních genotypů. Rozložení dalších analyzovaných genotypů v dendrogramu potvrzuje genetickou podobnost pšeníc s modrými obilkami s *Thinopyrum ponticum* a samostatná skupina pšeníc s červenou obilkou potvrzuje jejich izogenní charakter. Výsledky této práce budou doplněny o další mikrosatelitními markery lokalizované v blízkosti genů zodpovědných za příslušné zbarvení. Společně s tímto studiem bude realizována studie komparativní genomiky genů zodpovědných za syntézu barevných pigmentů u pšenice.

Poděkování: Práce vznikla za finanční podpory projektů IGA AF MENDELU č. IP 1/2010 a TP 1/2010. Dále bychom rádi poděkovali Ing. Petru Martinkovi, CSc. z ZVÚ Kroměříž, s.r.o. za poskytnutí vzorků osiva pšenice s nestandardní barvou obilky.

Literatura

- HOLTON, T.A. – CHRISTOPHER, J.T. – MCCLURE, L. – HARKER, N. – HENRY, R. J.: Identification and mapping of polymorphic SSR markers from expressed gene sequences of barley and wheat. *Mol. Breed.*, 9: 63-71.
- KHLESTKINA, E.K. – THAN, M.H.M. – PESTSOVA, E.G. – RÖDER, M.S. – MALYSHEV, S.V. – KORZUN, V. – BÖRNER, A. (2004) Mapping of 99 new microsatellite-derived loci in rye (*Secale cereale* L.) including 39 expressed sequences tags. *Theor. Appl. Genet.*, 109: 725-732.
- KUELUNG, C. – BAEZINGER, P.S. – KACHMAN, S.D. – DWEIKAT, I. (2006) Evaluating the genetic diversity of triticale with wheat and rye SSR markers. *Crop Sci.*, 46: 1692-1700.
- RUSSELL, J. – FULLER, J. – YOUNG, G. – THOMAS, B. – TARMINO, G. – MACAULAY, M. – WAUGH, R. – POWELL, W. (1997) Discriminating between barley genotypes using microsatellite markers. *Genome*, 40: 442-450.
- ZHANG, L. – LI, H. – WANG, H. – LI, L. (2007) Genetic diversification of the Chinese wheat landrace Mazhamai as revealed by morphological characteristics, seed storage proteins, and microsatellite markers. *Canadian Journal of Plant Science*, 87: 763-771.

Adresa autorov: Ing. Milena Musilová, Ing. Václav Trojan, Ing. Tomáš Vyhnánek, Ph.D., Ústav biologie rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: milena.musilova@mendelu.cz

HOP GENETIC RESOURCES IN THE CZECH REPUBLIC GENETICKÉ ZDROJE CHMELE V ČESKÉ REPUBLICE

Vladimír NESVADBA – Zděnka POLONČÍKOVÁ – Alena HENYCHOVÁ

Introduction

Plant genetic resources (PGR) in the Czech Republic are supported by the “National programme for conservation and utilization of genetic resources of plants, animals and micro-organisms important for food and agriculture.” The National programme (NP) is financed by the Czech Ministry of Agriculture. The Hop Research Institute, Co., Ltd. in Žatec, as the hop collection holder, is responsible for the preservation of the hop PGR collection. The work with PGR collections follows the Framework Methodology of the National Programme. The coordinator of the PGR institution network is the Research Institute of Crop Production (RICP) Prague. Advisory body of the NP is the Board for PGR in CR.

Acquisition of hop genetic resources and maintainance in a collection

1. **Registered hop cultivars.** All Czech registered hop cultivars are included in the collection. Foreign hop cultivars are obtained either from foreign collections or from breeding institutions abroad.
2. **Breeding material.** Only genetically interesting material is placed into the collection (accessions-donors of genetic features characterizing wide genetic biodiversity, genetic abnormalities, original landraces, etc.).
3. **Wild hop samples.** Wild hop accessions typical for individual localities (natural selection under typical conditions) originating in CR or abroad, characterizing wide biodiversity are included into the collection. Donors of important features, genetic abnormalities, etc. can be found as well. Wild hops are obtained either from expeditions or from mutual exchange from foreign institutions.

All the obtained samples are implanted into the collection immediately (registered cultivars, genetically verified breeding material, important wild hops, etc.) or they are kept in a working collection (wild hops evaluated at the original locality, wild hops tested in a hop garden before its acquisition into the collection, etc.). This system prevents duplication of genetically coincident materials. The value of the collection consists in wide genetic biodiversity, historically original regional hop cultivars and wild hops, but not in a high quantity of material. Therefore only genetically important and interesting genotypes are included into this collection.

Documentation and evaluation of genetic resources

The whole hop collection is documented in the national catalogue of PGR called EVIGEZ which contains passport and characterization/evaluation parts. Each accession has its own unique national identification number. Basic data (accession name, its origin, donor, breeding method, ploidy, information concerning expedition in the case of wild hops, etc.) is documented in the passport part. Characterization/evaluation data is obtained during the evaluation process of hop collection. This data characterizes each accession in detail and is obtained as the results of field and laboratory tests.

Characterization and evaluation follows the valid certified methodology. New accessions are multiplied and planted in four replications, each of them contains eight hop plants. They are evaluated at least for five years. Results of laboratory analyses and field experiments are transferred into point values (scale 1-9) according to the descriptor list for hop and written down in the EVIGEZ computer programme. The descriptor list contains seventy-one traits divided into four groups: morphological, biological, economic and additional. After finishing the evaluations three replications are removed and only one remains in the field collection as a deposit – field gene bank. Selected genotypes of this deposit (important cultivars, genotypes as donors, etc.) are further evaluated for their productivity.

Utilization

The use of molecular methods was successfully introduced to hop breeding and management in our country. We applied these methods for the identification and determination of varieties and new promising breeding materials as well, for control of authenticity and purity of varieties in the multipropagation cycle, for the identification of somaclonal variability and genetic stability and for study of genetic diversity in genotypes from all around the world. All samples are photodocumentary – transverse section of cone and leaves.

1. Concerning the utilization of this material there are 4 possibilities (?) Freely available information about all hop GR. Passport data are shown on the web page: <http://genbank.vurv.cz/genetic/resources/>.
2. Utilization of individual accessions for research purposes (research projects). Utilization of plants for the establishment of field trials, hop cones for chemical analyses, experimental brews and parts of plants for the isolation of DNA for DNA research.
3. Utilization for hop breeding. At first for hop crossing and comparison of productivity of foreign cultivars with perspective respective genotypes.
4. Distribution of samples. Planting material is exchanged according to the level of availability (Y – freely available, L – limited availability, depending on the agreement of cultivar owner, N – not available). All the samples obtained from abroad are designated as L (level N is used on the base of written application only). Dry cones are distributed for research objectives without any limitation.

All the obtained and distributed samples are submitted to the legal guarantees of Czech and international laws and agreements. That means, samples of hop GR are exchanged free of charge for research or educational purposes only. It is not allowed to multiply hop GR for commercial utilization.

Cooperation

Hop Research Institute, Co. Ltd. in Žatec has at current no international cooperation. Therefore we are looking for suitable partners to establish a working group. The objective of this group would be the following tasks: to create an international hop database, to exchange samples, to establish partly safety duplications of collections, to conduct international projects, to make expeditions aiming at the collection of wild hops, etc.

Acknowledgements: The PGR collection of hop is supported by the Czech Ministry of Agriculture within “National programme for conservation and utilization of plant genetic resources and biodiversity.” (MZe 33083/03-300 6.2.1.).

VARIABILITY OF WILD HOPS (*HUMULUS LUPULUS L.*) FROM THE TERRITORY OF NORTHERN CAUCASUS VARIABILITA PLANÝCH CHMELŮ (*HUMULUS LUPULUS L.*) V OBLASTI SEVERNÍHO KAVKAZU

Vladimír NESVADBA – Josef PATZAK – Karel KROFTA

*Hop plants and seeds of wild hops (*Humulus lupulus L.*) were sampled within collection trips organized in this part of Europe in 2005-2009. The seeds were sowed and grown hop plants were later planted in a breeding nursery. Chemical analyses were carried out to determine hop resins and essential oils. The highest content of alpha acids show the progeny "H 36" (3.22 % w.w.). The highest content of beta acids was determined at the progeny "H 37" (3.41 % w.w.). Analyses of essential oils show high variability. The range between 4.0 % and 36.2 % was found out in myrcene. It is the lowest variability ($V_k = 35.24$ %) among all determined compounds. On the contrary, humulone is typical for its high variability within individual progenies. Farnesene is characteristic for Saaz aroma hops (14-20 % rel.). The progeny "H 33" show the highest average content of selinene (21.03 rel.), the peak value was found out in the genotype "H 33 34/20" (33.6 % rel.). Genetic distance was determined with the help of PCR. On the base of these results we can conclude that wild hops originated from Northern Caucasus belong to the group of wild hops from Europe and North America.*

*Key words: hop, *Humulus lupulus L.*, wild hops, hops resins and oils, DNA analyses*

Introduction

Hop (*Humulus lupulus L.*) is a dioecious perennial climbing plant and only female plants are cultivated for commercial use, mainly in brewing industry and to a smaller extent for pharmaceutical purposes. Female inflorescences, referred to as cones, contain hop bitter resins, essential oils, polyphenols and tannins. The origin of the genus is considered to be China (Neve 1991). Wild hops are distributed throughout the Northern Hemisphere, and have been classified into a number of taxonomic varieties based on their morphology. Historically, hop improvement has been based on European landraces because they provide the flavour qualities preferred by brewers. Wild germplasm provides new genetic resources for breeding to overcome the limited genetic variation present in modern hop breeding programmes. One of the interesting wild hop regions is Caucasus. This region is on a half way of wild hop from Asia to Europe. In our experiments, we studied the variability of wild hops from this region.

Materials and methods

Totally 268 wild hop genotypes from the world (57 from Caucasus, 108 from Europe and 98 from Northern America) and one female and male plant of *Humulus japonicus* were used for experiments. DNA was isolated from young leaves according to Patzak. For molecular analyses, we used nine SSR (Hadonou et al., 2004) and three STS (Patzak et al., 2007) loci. PCR reactions were performed in a TGradient thermal cycler (Biometra, FRG). The genetic diversity analysis was evaluated by cluster analysis by using NTSYS-pc v. 2.11V for WINDOWS (Exeter Software, USA). Samples were analyzed with the help of HPLC method (EBC 7.7).

Results and discussion

Seeds of several wild hops were sampled from the territory of Northern Caucasus. The seeds were sowed and obtained plants (250 pcs) were planted into a nursery. All these plants showed high growing vitality as they reached the height of 6-8 m (seedlings of the breeding material usually grow only to the height of 3-5 m). Analysis of resins and essential oils were carried out in the selected plants. The highest average content of alpha acids was determined in the progeny of H36 (3.22 w.w.). A genotype (34/165) with the highest beta acids content was found out within this progeny as well. The highest average beta acids contents were found out in the progenies H37 (3.41 % w.w.). A genotype (34/222) with the highest content of beta acids (4.96 %) was discovered within this progeny as well. The range of the ratio between cohumulone a colupulone (analogues of alpha and beta acids, resp.) corresponds to the ratios of European hops. Only some samples show higher ratio (> 30 % rel.), which is typical for American hops. Analyses of essential oils show high variability. They correspond to wild hops. Myrcene shows the range in the contents since 4.9 % to 36.2 %. Its variability is the lowest one ($V_k = 35.24$ %) among the studied ingredients. Caryophyllene has a higher variability (59.77 %). Progeny H35 have the highest average contents of caryophyllene. Humulone is typical for high variability obvious more within the individual progenies than among them. Farnesene is a typical ingredient of Saaz aroma hops as they show the ratio between 14 and 20 % rel. It is therefore obvious that many of the tested genotypes are similar to these aroma hops. The highest average content was determined in H35 but the highest ration of farnesene was found out in the progeny H36, where genotype H36 34/173 shows the ratio of farnesene on the level of 26 % rel. Such a high content has not been found out within the assessment of genetic resources so far. Selinene content is typical for new Czech hop varieties Harmonie and Rubin, whereas other Czech varieties lack this compound. A genotype H33 shows content of selinene at the

level of 33,6 % rel. As a matter of fact it is the highest value in selinene, which has been determined within the research of hop genetic resources.

The molecular DNA technology is a useful method for the study of genetic diversity, individual genotyping, population structure and phylogeny. Therefore, we used it for these purposes. In our experiment, we tested 57 Caucasus wild genotypes in comparison to cultivated hops, European and American wild hops (totally 270 genotypes). We found that Caucasus wild hops were clustered to European hop germplasm, which is evidently separated from wild American germplasm, cultivated hybrid hops and *H. japonicus*. European germplasm was very consistent, independent on origin (Czech, Switzerland, France). Caucasus wild hops were divided to separate group, only two genotypes (Caucasus 17 and 100) were more similar to European germplasm. Variability in seed progenies (H33, H34, H35, H36, H37) corresponded to variability within other Caucasus wild hops. Northern American wild hops were evidently divided to two groups of *H. lupulus* var. *neomexicanus* and *H. lupulus* var. *lupuloides*. Our results corresponded with previous publications about analysis of wild hops by SSR markers (Bassil et al., 2008, Stajner et al., 2008). From our analysis is evident that Caucasus wild hops include wide genetic diversity with Euro-Asian germplasm and can be promising sources for hop breeding programmes.

Acknowledgements: This work was supported by the Ministry of Education, Youth and Sports of CR in project ME832: “The search of wild hop populations in North Osetia region“.

References

- BASSIL, N.V. – GILMORE, B. – OLIPHANT, J.M. – HUMMER, K.E. – HENNING, J.A. 2008. Genic SSRs for European and North American hop (*Humulus lupulus* L.). Genetic Resources and Crop Evolution 55: online publication.
- HADONOU, A.M. – WALDEN, R. – DARBY, P. 2004. Isolation and characterization of polymorphic microsatellites for assessment of genetic variation of hops (*Humulus lupulus* L.). Mol. Ecol. Notes 4: 280-282.
- NEVE, R.A. 1991. Hops. Chapman and Hall, London.
- PATZAK, J. – VRBA, L. – MATOUŠEK, J. 2007. New STS molecular markers for assessment of genetic diversity and DNA fingerprinting in hop (*Humulus lupulus* L.). Genome 50: 15-25.
- Stajner, N., Satovic, Z., Cerenak, A, Javornik, B. 2008. Genetic structure and differentiation in hop (*Humulus lupulus* L.) as inferred from microsatellites. Euphytica 161: 301-311

Adresa autorov:

Vladimír NESVADBA, Zdenka POLONČÍKOVÁ, Alena HENYCHOVÁ, Kadaňská 2525, 43846 Žatec, Česká republika
v.nesvadba@telecom.cz

PATOGÉNNE HUBY OBILNÍN A ICH IDENTIFIKÁCIA PATHOGENIC FUNGI OF CEREALS AND THEIR IDENTIFICATION

Martin PASTIRČÁK

This study concerns the diversity of filamentous fungi associated with ears and seeds of cereals (Triticum, Hordeum) in Slovakia by no-cultivating methods. Short notes and descriptions of diseases symptoms of Septoria spp., together with some observations on their occurrence in Slovakia, are given to help in their identification, and their distinction from other common fungi. Septoria avenae f.sp. triticea and Gibberella zeae on wheat and barley, S. nodorum and Ascochyta sorghi, or a closely related species, on barley are recorded in Slovakia.

Key words: Triticum, Hordeum, seed-borne fungi, Gibberella, Phaeosphaeria, Septoria, Stagonospora

Úvod

Mikroskopické huby sú neoddeliteľnou súčasťou agroekosystému. Predstavujú druhovo rozsiahlu skupinu organizmov s vysokým stupňom variability na úrovni symptómov ochorenia. Na obilninách parazitujú najmä fytopatogénne rody húb *Septoria* (*Stagonospora*) (teleomorfné štádium *Phaeosphaeria*, *Mycosphaerella*) a *Fusarium* (teleomorfné štádium *Gibberella*). Morfológická premenlivosť húb je charakteristickou vlastnosťou aj pre skupinu graminikolných druhov húb parazitujúcich na obilninách. Trávy ako fylogeneticky príbuzná skupina rastlín sú súčasťou reprodukčného cyklu graminikolných druhov húb, do ktorého vstupujú ako ich potencionálny hostitelia a následne predstavujú zdroj primárnej infekcie počas vegetačného obdobia. Ontogenetický vývin húb je založený na striedaní anamorfnéj a teleomorfnéj generácie počas jedného vegetačného obdobia. Hlavná časť vegetačného obdobia je atakovaná anamorfnou generáciou a teleomorfná generácia je pod vplyvom zhoršujúcich sa klimatických faktorov prostredia formovaná na konci vegetačného obdobia.

Skupina mikroskopických húb rodu *Septoria* (*Stagonospora*) a *Fusarium* (*Gibberella*) predstavuje druhovo rozsiahlu skupinu húb s vysokým stupňom variability na úrovni symptómov ochorenia, ktoré spôsobujú, ako aj na úrovni morfológiej biometrie reprodukčných útvarov. Patria do skupiny mikroskopických húb parazitujúcich na širokom okruhu hostiteľských druhov rastlín (Sivanesan, 1984; Samuels et al., 2001). S touto vlastnosťou tejto skupiny húb potom priamo súvisí aj vysoká variabilita graminikolných druhov rodu *Septoria* (*Stagonospora*) parazitujúcich na obilninách. Teleomorfná generácia prezimuje na odumretom rastlinnom materiáli a v jarom období predstavuje zdroj primárnej infekcie pre obilniny.

Cieľom tohto príspevku je poukázať na hodnotenie kvality zrna a klasov obilnín v období plnej zrelosti s aplikáciou nekultivačných metód identifikácie patogénnych druhov mikroskopických húb.

Materiál a metódy

Na štúdium mikroskopických húb nekultivačnými metódami sme použili rastlinný materiál (zrno, klas) z obilnín (*Triticum aestivum*, *T. durum*, *Hordeum vulgare*) rastúcich na produkčných plochách na území Slovenska. Mikroskopické huby sme determinovali priamo na zrne a plevách klasov pomocou štandardnej svetelnej mikroskopie (OLYMPUS BX51, OLYMPUS SZ61) na základe makroskopických a mikroskopických charakteristík s použitím manuálov v súčasnosti používaných pre identifikáciu mikroskopických húb – rod *Septoria* (Teterevnikova-Babajan, 1987), rod *Gibberella* (Seifert, 1995; Samuels et al., 2001; Nelson et al., 1983), *Mycosphaerella* (Tomilin, 1979; Sivanesan, 1984), rod *Leptosphaeria* (Shoemaker, 1984; Shoemaker & Babcock, 1989) a rod *Colletotrichum* (Sutton, 1980).

Výsledky a diskusia

V súčasnej dobe na identifikáciu patogénnych druhov mikroskopických húb existuje široké spektrum diagnostických metód (Champion, 1997). Pre poľnohospodársku prax majú však vyššiu využiteľnosť metódy založené na priamej – rýchlej diagnostike.

Na obilninách, najmä pšenici ozimnej formy jarnej (*Triticum aestivum*, *T. durum*), je známych niekoľko druhov rodu *Septoria* (*Stagonospora*) (Shipton et al., 1971): *Septoria nodorum*, *S. tritici*, *S. avenae* f. sp. *triticea*. Sú to morfológicky podobné druhy, ktoré sa odlišujú morfológickými charakteristikami (tvar a veľkosť) konidií a pykníd. Huby *S. nodorum* a *S. tritici* je možné v ranných štádiách infekcie odlišiť aj na základe symptómov. V neskorších štádiách infekcie už presná identifikácia týchto troch odlišných patogénov na základe symptómov ochorenia nie je možná. Hodnotenie prítomnosti patogénnych druhov v poľných podmienkach zohľadňuje vizuálne faktory prejavu patogénov na biologickom materiáli, zmena sfarbenia napadnutej časti rastliny, tvorba škvŕn rôzneho tvaru a v neskorších štádiách aj tvorba samotných reprodukčných útvarov charakteristických pre jednotlivé rody mikroskopických húb. Tvorba pigmentov je charakteristickou vlastnosťou širokého spektra mikroskopických húb a preto v poľných podmienkach predstavuje určite riziko spojené s nepresnou identifikáciou (napr. možná zámena symptómov húb rodu *Fusarium* a huby *Epicoccum purpurascens*). V období plnej zrelosti nie je možná druhová identifikácia

patogénnych húb na základe vizuálnych symptómov, pretože dochádza k splyývaniu škvn spôsobených širokým spektrom mikroskopických húb kolonizujúcich biologický materiál. Identifikácia patogénnych húb na základe symptómov musí byť doplnená mikroskopickou analýzou, ktorej podstatou je biometrika reprodukčných útvarov húb uložených v pletivách rastliny (list, klas, zrno). Na základe morfológických pozorovaní a biometrických meraní reprodukčných útvarov je možné identifikovať pôvodcu ochorenia bez ďalšieho štúdia kultivačnými metódami. Touto metódou však nie je možné identifikovať celé spektrum mikroskopických húb. Metóda je vhodná na identifikáciu najmä vreckatých húb a z imperfektných húb tie rody, ktoré vytvárajú pyknidy alebo acervuly. Prehľad najvýznamnejších hubových patogénov kolonizujúcich listy, klasy a zrno obilnín je uvedený v tabuľke č. 1. Pomocou tejto metódy môžeme rozlíšiť ako huby rodu *Septoria*, tak aj hubu *Ascochyta sorghi*.

Tabuľka 1: Identifikácia parazitických húb nekultivačnými metódami (¹ A – list, B – klas, C – zrno).

Hostiteľ	<i>Phaeosphaeria nodorum</i>			<i>Mycosphaerella graminicola</i>			<i>Phaeosphaeria avenae</i>			<i>Gibberella zeae</i>			<i>Didymella exitialis</i>		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Triticum aestivum</i>	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-
<i>Triticum durum</i>	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Hordeum vulgare</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-

Touto metódou je možné identifikovať aj huby považované za „slabých“ patogénov alebo huby saprofytické, ktoré kolonizujú klasy a zrná obilnín v druhej polovici vegetačného obdobia. Ide väčšinou o druhy húb rodov *Alternaria*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Epicoccum* (*E. purpurascens*), *Fusarium*, *Septoria*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Aspergillus* alebo *Penicillium*.

Mykologickou kontrolou zbieraného biologického materiálu z produkčných plôch na území Slovenska môžeme týmto spôsobom včas odhaliť kontamináciu biologického materiálu (najmä zrna) mikroskopickými hubami, čím sa zabráni jeho neskoršiemu znehodnoteniu. Touto metódou môžeme diagnostikovať parazitickú mykoflóru rôznych pestovaných plodín v období plnej zrelosti.

Pod'akovanie: Táto práca vznikla za finančnej podpory Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky, grant č. SP 27/028 0E 02/028 0E 02 a čiastočne bola podporená projektami APVT-27-009904, VSMP-P-0056-09 a VMSP-P-0047-09.

Literatúra

- CHAMPION, R., 1997: Identifier les champignons transmis par les semences. INRA, Paris.
- NELSON, P.E. – TOUSSON, T.A. – MARASAS W.F.O., 1983: *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. Pennsylvania State University Press. p. 193.
- SAMUELS, G.J. – NIRENBERG, H.I. – SEIFERT, K.A., 2001: Perithecial species of *Fusarium*. In: Summerell, B.A., Leslie, J.F., Backhouse, D., Bryden, W.L., Burgess, L.W., (ed.), *Fusarium*: Paul E. Nelson memorial symposium. APS Press, St. Paul, Minnesota, p. 1–14.
- SEIFERT, K.A., 1995: Notes on the typification of *Gibberella zeae*. *Sydowia* 48 (1): 83–89.
- SIVANESAN, A., 1984: The bitunicate Ascomycetes and their anamorphs. J. Cramer, Vaduz.
- SHIPTON, W.A. – BOZD, W.R.J. – ROSIELLE, A.A. – SHEARER, B.J., 1971: The common *Septoria* diseases of wheat. *Botanical Review* 37: 231–262.
- SHOEMAKER, R.A., 1984: Canadian and some extralimital *Leptosphaeria* species. *Canadian Journal of Botany* 62: 2688–2729.
- SHOEMAKER, R.A. – BABCOCK, C.E., 1989: *Phaeosphaeria*. *Canadian Journal of Botany* 67: 1500–1599.
- SUTTON, B.C., 1980: The Coelomycetes. Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata. CMI, Kew.
- TETEREVNIKOVA-BABAJAN, D.N., 1987: The fungi of genus *Septoria*. Erevan.
- TOMILIN, B.A., 1979: Key to fungi of the genus *Mycosphaerella* Johans. Nauka.

Adresa autora:

Mgr. Martin Pastirčák, PhD., CVRV Piešťany, VÚRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany; e-mail: pastircak@vurv.sk, uefemapa@hotmail.com

MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF CULTIVATED AND NATURAL POPULATIONS OF INDIGENOUS FRUIT TREE SPECIES *INGA EDULIS* MART. (*FABACEAE*) IN PERUVIAN AMAZON

Alexander ROLLO – Bohdan LOJKA – Petra HLÁSNÁ ČEPKOVÁ – Iva VIEHMANNOVÁ – Jitka KRAUSOVÁ – Daniel PREININGER

The Amazon rain forest forms one of the most precious ecosystem and provides a habitat for more than 50 % of described plant and animal species. Millions of people in the tropics benefit from the harvest, cultivation and consumption of indigenous trees. The genus Inga (Fabaceae) is an ubiquitous component of lowland and montane rainforest throughout the humid tropical zones from Mexico to Uruguay. Inga edulis Mart. is one of the most widely distributed and economically useful in the whole Amazon region. Due to the fact of domestication, which has been improved through the history by the human selection of the species in the agricultural landscapes of the region, it is said to show growth variability on different environmental sites. An understanding of the level, structure and origin of morphological variation within and among populations is essential for devising optimum management strategies for sustainable utilization and conservation of I. edulis. Objective of the study is to indicate, if there exist any phenotypic variability between natural and cultivated tree population and also if there exist any phenotypic variability between trees in cultivated populations in Peruvian Amazon. Other objective of the work is, if there exist any morphological variability between trees cultivated in lowland and highland jungle of this region. The field work was conducted from November 2009 to April 2010 in departments of Pasco, Junin, Huanuco, Ucayali and Loreto. In total 200 trees were sampled: 170 cultivated trees in different urbanized areas, or agricultural landscapes; 30 wild growing trees, where 20 in untouched lowland jungle in National Reservation Pacaya – Samiria and 10 in urbanized areas of the region; 155 in lowland jungle, where 125 were cultivated and 30 wild growing trees; 45 in highland jungle. All trees were randomly selected and morphologically evaluated by using special descriptor focused on qualitative and quantitative features, developed especially for I. edulis species. The leafy material of each accession was collected. The statistical analysis of gathered data was done and completed by Neural Network Analysis. The subsequent primary screening of DNA will be done in the near future using PCR method. Tree polymorphism will be detected using AFLP and Microsatellites. The first results indicate high phenotypic variability of qualitative and quantitative features, between cultivated and natural populations of I. edulis and also between tree populations cultivated in lowland and highland jungle of Peruvian Amazon. Key words: Peruvian Amazon, lowland and highland jungle, population, Inga edulis Mart., cultivated and wild growing tree, morphological variability, qualitative and quantitative features.

Introduction

Millions of people in the tropics benefit from the harvest, cultivation and consumption of indigenous trees. Increasing population density and human activity are destroying the forest landscape and inflicting the loss of biological diversity. Environment of the Amazon Basin is under high population and ecological pressure. The devastation is mainly caused by farmers and their slash-and-burn cultivation methods. One suitable alternative system is agroforestry. It has good potential to conserve natural resources and can work as the species reservoir. It also helps soil and forest restoration, to control noxious weeds and probably can play a very important role in biodiversity conservation. Agroforestry is often perceived as a way to help slow deforestation by breaking the predominating slash-and-burn cycle. Farm productivity may be increased through the promotion of agroforestry in conjunction with the domestication of indigenous tree species (O’Niell et al. 2001). Hundreds of native tree species are included in these systems in Peru (Sotelo-Montes and Weber 1997). In recent years attention has focused on wide genus of *Inga* as potentially useful multipurpose trees in such agroforestry systems (Pennington 1997). This wide group characterized by traditional use and local selection, with little investment to date by research institutions and development agencies in breeding or other promotion activities. If properly managed, however, these currently underutilized tree species have the potential to make a much stronger contribution to the economic development of poor communities. Knowledge concerning the structuring of genetic variation within these species is crucial for sustainable use and conservation (Jamnadass et al. 2008). One of the mostly used and highly valued by the local farmers is a fruit tree species *Inga edulis* Mart (Sotelo-Montes and Weber 1997). The genus *Inga* (*Fabaceae*) is an ubiquitous component of lowland and montane rainforest throughout the humid tropical zones from Mexico to Uruguay. *Inga edulis* Mart. is one of the most widely distributed and economically useful in the whole Amazon region. Due to the fact of domestication, which has been improved through the history by the human selection of the species in the agricultural landscapes of the region, it is said to show growth variability on different environmental sites. (Pennington 1997).

Material and methods

The study area was divided into several parts due to its altitude and geographic position: north, middle, south of lowland and highland jungle of Peruvian Amazon. The field work was conducted from November 2009 to April 2010 in departments of Pasco, Junin, Huanuco, Ucayali and Loreto. Evaluated plots were divided into stands, where the trees are cultivated by humans and where are wildy growing. The survey was conducted on the basis of a suitable descriptor. Because there is no *Inga edulis* descriptor available

nowadays, the appropriate one was created according to several other fruit or Fabaceae tree descriptors. The scale of possible variance was designed using literature on *Inga edulis* morphology. The descriptor was divided into several parts. The first part contained the quantitative characteristics such as tree height and basal diameter, the second part was concerned on the qualitative characteristics such as crown shape and pod color. In total 200 trees were sampled: 170 cultivated trees in different urbanized areas, or agricultural landscapes; 30 wild growing trees, where 20 in untouched lowland jungle in National Reservation Pacaya – Samiria and 10 in urbanized areas of the region; 155 in lowland jungle, where 125 were cultivated and 30 wild growing trees; 45 in highland jungle. The statistical analysis of the qualitative and quantitative characteristics was performed by Basic Statistics within the software Statistica 7.0 CZ. The variability among trees in the tested populations was represented by the PCA (Principal Component Analysis) graphs (Statistica 7.0 CZ). The Neural network analysis using Self Organising Maps (SOM) will be performed in Matlab using the SOMtoolbox (Helsinki University of Technology, Finland). The feature ranking analysis and histograms will be obtained in Weka (version 3.6, University of Waikato, New Zealand). For further assessing genetic diversity the young healthy undamaged leaflets of each growth expression were collected and conserved properly. The conservation was accomplished using tubes filed by silicagel. The collected samples will be analysed in the laboratory of the Institute of Tropics and Subtropics, Prague (Czech Republic) and genetic polymorphism will be detected using AFLP and Microsatellites. The total genomic DNA from the leaf material will be isolated using Invisorb Spin Plant Mini Kit (Invitek, Germany, Berlin) and according to the instruction manual. After isolation the real-time PCR (polymerase chain reaction) will be implemented with non-specific primers ITS 1 (5' – 3') and ITS 4 (5' – 3') (Sigma – Aldrich, Czech Republic, Prague) and qPCR SYBR Master Mix (Top-Bio, Czech Republic, Prague).

Results and discussion

The analyses are still in progress and the results needs to be improved more in details.

Conclusion

The first results indicate high phenotypic variability of qualitative and quantitative features, between cultivated and natural populations of *I. edulis* and also between tree populations cultivated in lowland and highland jungle of Peruvian Amazon.

References

- JAMNADASS, R. – LOWE, A. – DAWSON, I.K. 2009. Molecular Markers and the Management of Tropical Trees: the Case of Indigenous Fruits. *Tropical Plant Biology*, 2: 1-12.
- PENNINGTON, T.D. 1997. *The genus Inga botany*. The Royal Botanic Gardens, Kew, London, United Kingdom. ISBN 1 900347 12 1
- O'NEILL, G.A. – DAWSON, I. – SOTELO-MONTES, C. – GUARINO, L. – GUARIGUATA, M. – CURRENT, D. – WEBER, J.C. 2001. Strategies for genetic conservation of trees in the Peruvian Amazon. *Biodiversity and Conservation*, 10: 837-850
- SOTELO-MONTES, C. – WEBER, J.C. 1997. Priorización de especies arbóreas para sistemas agroforestales en la selva baja del Perú. *Agroforestería en las Américas*, 4: 12-17.

Authors:

Alexandr Rollo¹, Bohdan Lojka¹, Hlásná Čepková Petra¹, Viehmannová Iva¹, Krausová Jitka¹, Preininger Daniel¹

Direction:

¹Czech University of Life Sciences Prague – Institute of Tropics and Subtropics, Kamýcká 165 21, Prague 6, Czech Republic

ANTIOXIDAČNÍ KAPACITA V PLODECH VYBRANÝCH GENOTYPŮ MERUNĚK VYŠLECHTĚNÝCH K ODOLNOSTI PROTI VIRU ŠARKY ŠVESTKY

ANTIOXIDANT CAPACITY IN FRUITS OF SELECTED CULTIVARS OF APRICOT WITH RESISTANCE TO PLUM POX POTYVIRUS

Jiří SOCHOR¹ – Ondřej ZÍTKA² – Dušan PAVLÍK³ – Martin VALLA³ – Boris Krška⁴
– Aleš HORNA⁵ – Ivo PROVAZNÍK³ – René KIZEK^{2*}

*Investigation of natural compounds is at the present time still more and more focused on their effect on human health. In this study, we are aimed at possibility of formulation of biological activity of promising cultivars of apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivated at experimental workplace department of Fruit growing of Mendel University in Lednice with a view to resistance against plum pox potyvirus (PPV). In addition, the best nutrition aspects (content of total polyphenols, level of antioxidant capacity) are searched. Proven biological effect of molecules with searched characteristics can regulate plant breeding as well as cultivation. This task was focused on monitoring the content of phenol compounds by using multiinstrumental approach. Apricot fruits were gathered at the beginning of their maturity, homogenized and extracted to methanol for phenolic compound determination. Antioxidant capacity was determined by photometric methods, specifically TEAC, FRAP and DPPH• test. Obtained experimental data were mathematically evaluated.*

Key words: apricot, resistant genotypes, phenol compounds, antioxidant capacity, TEAC, FRAP, DPPH•

Úvod

V ovoci se vyskytuje mnoho strukturně různorodých fenolických sloučenin s antioxidačními účinky^{1,7}. Soudobě roste o studium těchto přírodních látek zájem, jelikož jejich příjem v potravě je asociován s některými nemocemi člověka (nádorová onemocnění či kardiovaskulární choroby)^{9,15}. V řadě experimentálních studií byly potvrzeny antimutagenní, antikancerogenní a protizánětlivé účinky těchto sloučenin¹². Mnohé epidemiologické studie naznačují, že pravidelná konzumace ovoce a zeleniny může snižovat riziko vzniku některých neurodegenerativních onemocnění⁸. Na celkovém příjmu polyfenolických sloučenin se asi ze dvou třetin podílí flavonoidy a z jedné třetiny fenolické kyseliny, ostatní polyfenoly tvoří jen nepatrný podíl². Většina těchto fenolických látek obsažených v ovoci vykazuje antioxidační aktivitu^{4,8}. Antioxidanty jsou žádoucí součástí lidské stravy a mnohé z těchto bioaktivních látek, včetně flavonoidů a fenylokarboxylových kyselin byly identifikovány v ovocných druzích čeledi *Rosaceae*⁶. Bylo prokázáno, že antioxidační aktivita kolísá v závislosti na typu fenolických sloučenin přítomných v ovoci, a že některé typy fenolických sloučenin vykazují vyšší antioxidační aktivitu než ostatní^{6,8}. Předpokládá se, že na protektivním účinku se podílí schopnost rostlinných polyfenolických sloučenin zhaset reaktivní kyslíkové radikály, jež jsou schopny generovat vysoce reaktivní hydroxylové radikály³. Vzhledem k chemické různorodosti antioxidačních látek přítomných v ovoci není dosud obsah jednotlivých látek nikde k dispozici. Kromě toho úroveň jednotlivých antioxidantů v jednotlivých druzích nemusí nutně vyjadřovat celkový antioxidační potenciál⁹. Stanovení celkové antioxidační kapacity je jednou z možností pro vyjádření biologické a nutriční hodnoty ovoce⁵.

Nutriční kvalitu ovoce pravděpodobně významným způsobem ovlivňují biotické i abiotické faktory. Virus šarky švestky patří mezi 5 nejškodlivějších rostlinných virů peckovin¹³. Ekonomická škodlivost viru spočívá ve snižování tržní hodnoty produkce, choroba značně snižuje výnosy i životnost meruněk. Virus šarky švestky je možno v rostlinách jednotlivých druhů peckovin eliminovat klasickou *in vivo* termoterapií, termoterapií nebo chemoterapií *in vitro* kultur¹¹. Dosud bylo publikováno jen několik původních sdělení zabývajících se ozdravováním peckovin od viru šarky švestky, přičemž publikované postupy jsou rozdílné, nejednoznačné a zpravidla nereprodukovatelné^{10,11}. Je proto žádoucí nalézt možnosti dosažení relativní rezistence vytrvalostními pokusy na odolnost vůči tomuto viru. V tomto ohledu se snažíme o fenotypový výběr nových kultivarů s rezistencí proti šarce švestek v kombinaci s ohledem na jejich nutriční aspekty. Fenolické hodnocení může být využito v rámci relace s odolností vůči rostlinným patogenům, jako nový způsob pro výběr vhodných pěstelsky zajímavých rezistentních odrůd meruněk.

Materiál a metody

K experimentu bylo využito dvacet genotypů meruněk (*Prunus armeniaca* L.) jejichž výběr souvisel s jejich rezistencí k virové šarce švestek. Rostliny byly pěstovány v katastru obce Lednice, klimatické oblasti T4. Plody byly sklizeny při konzumní zralosti v průběhu července a první poloviny srpna roku 2009, a zamrazeny na -80 °C. Z jednotlivých plodů byly odebrány reprezentativní vzorky o navážce 10 g, převedeny do třech misek, zamrazeny dusíkem a při teplotě 4°C, homogenizovány s 10 ml 99 % metanolu. Homogenizované vzorky byly kvantitativně převedeny do zkumavek a za stejných laboratorních podmínek byly ponechány 30 minut na třepače. Následovala sonifikace a centrifugace (Eppendorf 5804R, Germany) po dobu 30 minut při 16 400 ot. / min⁻¹. Supernatanty byly filtrovány přes teflonové membránové disky (0,45 µm), (Metachem, Torrance, CA, USA). 500 µl z každého filtrátu bylo odpipetováno a doplněno 500 µl methanolu.

Stanovení antioxidantní aktivity metodou FRAP: Pracovní roztok FRAP byl připraven smícháním 10 objemových dílů acetátového pufru (300 mM, pH 3,6) s 1 dílem roztoku TPTZ (10 mM 2,4,6-tripyridyl-S-triazin rozpuštěného ve 40 mM HCl) a s 1 dílem roztoku FeCl₃ (20 mM). Absorbance byla měřena při vlnové délce $\lambda=593$ nm.

Stanovení antioxidantní aktivity ABTS testem: 54,9 mg ABTS[•] bylo rozpuštěno ve 20 ml fosfátového pufru (pH 7,0; 5 mM) a aktivováno na kationt radikálu ABTS⁺ přidáním 1 g MnO₂ za občasného míchání a doby aktivace 30 min. Následně byl roztok naředěn fosfátovým pufrem na absorbanci (t_0) 0,500 ± 0,01. Absorbance roztoku byla měřena při vlnové délce $\lambda=734$ nm.

Stanovení antioxidantní aktivity DPPH testem: Pro měření byla použita metodika Parejo a kol¹⁷. Byl připraven metanolický roztok DPPH[•] o absorbanci (t_0) 0,200±0,01. Absorbance byla měřena při vlnové délce $\lambda=515$ nm.

Spektrofotometrické stanovení antioxidantní aktivity: Ve 2 ml roztoku příslušného radikálu v kyvetě (10 mm) byla u všech metod změřena absorbance na automatickém VIS spektrofotometru (BS 200, Mindray, China) v čase t_0 . Reagencie a vzorky byly uloženy v chlazeném karuselu při teplotě 4 °C a automaticky pipetovány do plastických kyvet (Mindray, China), následně byly homogenizovány s reálnými vzorky (5 μ l). Změna absorbance byla snímána po dobu 21 minut v intervalu 16 sekund od smíchání činidel při výše uvedených vlnových délkách a optické dráze 5 mm, inkubace probíhala při 37 °C.

Stanovení celkových polyfenolů Folinovým-Ciocalteuovým činidlem: Vzorek (0,5 ml) byl pipetován do kyvety a naředěn 1,5 ml ACS vody. Následně bylo přidáno 0,05 ml Folinova-Ciocalteuova činidla (Sigma Aldrich, CZ). Po 30 minutách při teplotě 22 °C byla změřena absorbance na dvoupraprskovém spektrofotometru SPEKOL 2000 při vlnové délce $\lambda=640$ nm a $\lambda=670$ nm proti slepému pokusu (kyselina galová). Výsledky byly vyjádřeny jako ekvivalent kyseliny galové v mg · 100g⁻¹.

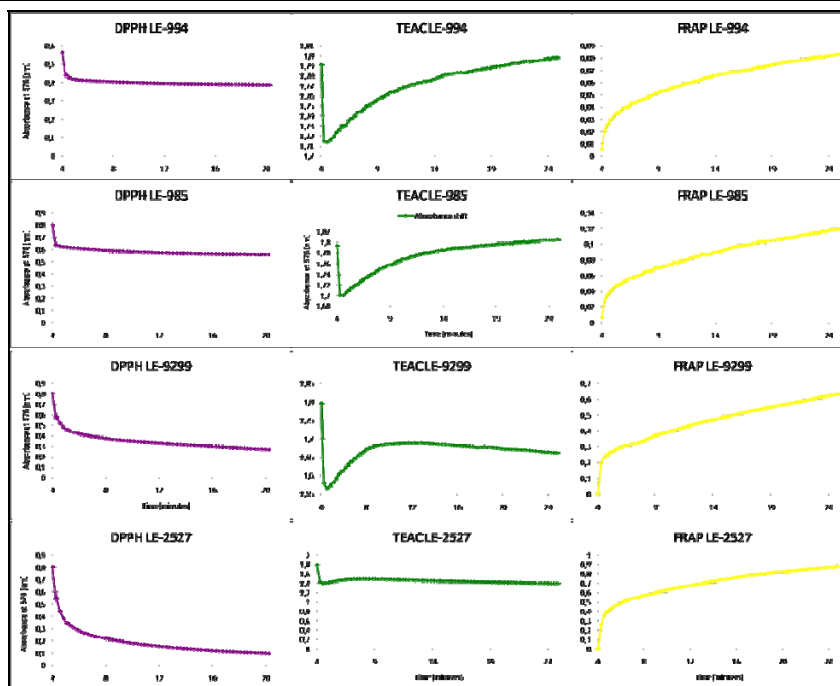
Matematická a statistická analýza experimentálních dat byla provedena v programovém balíku MATLAB®, Verze 7.9.0.529 (R2009b).

Výsledky a diskusia

Protože je v dnešní době obsahu polyfenolů v potravinách věnována stále větší pozornost, je žádoucí zkoumat složky potravy také z tohoto hlediska.^{3,8} V naší studii byl obsah fenolických sloučenin zjišťován pomocí Folin-Ciocalteuovy metody, která je založena na oxidačně-redukční reakci, při níž se v alkalickém prostředí oxidují fenolové sloučeniny a současně se redukuje fosfowolframový-fosfomolibdenový komplex za vzniku modrého zbarvení. Vzorky byly měřeny spektrofotometricky. Stanovené hodnoty fenolických látek, které se pohybovaly od 40 do 150 mg · 100g⁻¹ ekvivalentu kyseliny galové, poskytují informaci o kvantitativním obsahu v jednotlivých vzorcích. Nejvyšších hodnot dosáhly hybridy LE-2527 (149 mg · 100g⁻¹) a LE-9299 (138 mg · 100g⁻¹), nízké hodnoty byly zaznamenány u hybridů LE-985 (40 mg · 100g⁻¹) a LE-994 (43 mg · 100g⁻¹). Většina fenolických látek obsažených v ovoci vykazuje antioxidantní aktivitu^{5,16}. Ta je definována jako schopnost sloučeniny (směsi látek) inhibovat oxidační degradaci různých sloučenin-především volných radikálů a poskytuje informaci o délce trvání antioxidantního účinku^{4,16}. V současné době je používáno asi 20 metod ke stanovení antioxidantní aktivity.

Vzhledem ke složení komplexu antioxidantů v daném biologickém materiálu bylo nutné vybrat soubor vhodných metod. Značná část autorů stanoví antioxidantní aktivitu pouze jednou metodou. Vzhledem k zajištění objektivnosti získaných výsledků a také ve snaze o komparaci jednotlivých technik jsme aplikovali tři metody současně. Metodu využívající schopnosti antioxidantů zhaset syntetické radikály DPPH, metodu FRAP u které působením antioxidantů dochází k redukci železitého komplexu na železnatý, a metodu TEAC, založenou na hodnocení látkového množství Troloxu odpovídající aktivitě vzorku. Relativní antioxidantní aktivita byla vyjádřena procentem poklesu absorbance a následně přepočítána na ekvivalentní obsah Troloxu. Stanovení každého vzorku bylo provedeno třikrát, s průměrnou relativní chybou stanovení 1,23 %. U každé metody byla sestrojena kalibrační křivka závislosti absorbance (úbytku/nárůstu) na koncentraci Troloxu.

Je známo, že látky bez elektrochemické aktivity nevykazují ani antioxidantní aktivitu, naopak u látek s nízkými půlvlnovými oxidačními potenciály je antioxidantní aktivita pravděpodobná¹¹. Bylo prokázáno, že antioxidantní aktivita kolísá v závislosti na typu fenolických sloučenin přítomných v ovoci, a že některé typy fenolických sloučenin vykazují vyšší antioxidantní aktivitu než ostatní^{5,16}.



Obr. 1: Zmena absorbance u spektrofotometrickej analýzy antioxidačnej kapacity tromi rôznymi metodami u hybridů s najnižšími (LE-994, LE-985) a najvyššími (LE-2527, LE-9299) hodnotami antioxidačnej aktivity.

DPPH[•] test je založen na schopnosti stabilného voľného radikálu 1,1-difeny-2 pikrylhydrazylu reagovať s donory vodíku. DPPH[•] vykazuje silnú absorpciu v UV-VIS spektre, pri reakcii s donory H je selektívnejší než ABTS^{•+}. Pri tomto teste sa po redukcii antioxidantom (AH) alebo radikálom (R[•]) roztok odbarví: DPPH[•] + AH → DPPH-H + A[•], DPPH[•] + R[•] → DPPH-R[•]¹⁸. Antioxidačná aktivita, mätená u studovaných hybridů meruněk tímto testom, sa po prepočtení na obsah Troloxu pohybovala v rozmedzí od 0,11 do 1,64 mmol · l⁻¹.

Metoda TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) je jednou z najčastejšie používaných metód k určeni množství radikálů, ktoré môžu byť zneškodnené nějakým antioxidantom, tj. celková antioxidačná kapacita¹⁶. Je založená na neutralizácii radikálkationtu vzniklého jedno elektronovou oxidáciou syntetického chromoforu ABTS^{•+} (2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonátu) na radikál ABTS - e⁻ ABTS^{•+}. Sleduje sa fotometricky na základe zmeny absorpčného spektra. Pro čisté látky je TEAC definovaná jako mikromolární koncentrace ekvivalentu Troloxu (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboxylová kyselina) vykazující stejnou antioxidačnou aktivitu jako testovaná látka (pri koncentracii 1 mmol · l⁻¹)^{19,20}. Nami zkoumané genotypy meruněk vykazovaly asi čtyřikrát nižší hodnoty (0,05 – 0,45 mmol · l⁻¹ ekvivalentu Troloxu), než výše popsaný DPPH[•] test. Tato skutečnost byla pravděpodobně způsobena vychytáváním jiných voľných radikálů než u DPPH[•] testu. Podstatný je však fakt, že medzi metódou TEAC a DPPH[•] testom byla vysoká pozitívna korelácia r = 0,964.

Hodnoty antioxidačnej aktivity, jež byly zjišťovány metódou FRAP – (Ferric reducing antioxidant power)³, sa pohybovaly v rozmedzí hodnot 0,16 – 1,3 mmol · l⁻¹ ekvivalentu Troloxu. Metoda je založená na redukcii železitých komplexů, např. TPTZ (2,4,6-tripirydyl-s-triazinu) s hexakvanoželezitanem draselným K₃[Fe(CN)₆] nebo chloridem železitim FeCl₃, které jsou téměř bezbarvé (popř. slabě nahnědlé) a po redukcii se tvoří modře zbarvený železnatý komplex⁸. Metoda má své limity spočívající v tom, že měření probíhá při nefyziologicky nízké hodnotě pH (3,6), nejsou zachyceny s komplexem pomalu reagující polyfenolické látky a thioly. Metoda FRAP tak odráží pouze schopnost látek redukovat iont Fe³⁺ a s celkovou antioxidačnou aktivitou vzorku nemusí pozitívne korelovať^{3,8}. Tento fakt potvrdil naše měření, kdy korelácie ostatních metód s metódou FRAP byly síce pozitívna, ale nízké (r = 0,378 u DPPH[•] testu a r = 0,439 s metódou TEAC).

Záver

Byla stanovena antioxidačná aktivita studovaných vzorků a to tromi různými metodami. Nejvyšší hodnoty inhibice voľného radikálu byly nalezeny u hybridů LE-2527 a LE-9299, nejnižší u hybridů LE-985 a LE-994. Mezi metódou TEAC a DPPH[•] testem byla u všech studovaných meruněk nalezena velmi blízká korelácia r = 0,964. U kultivarů byly zjištěny výrazné rozdíly (40 – 150 mg · 100mg⁻¹) v obsahu celkových polyfenolů. Rozdíly při srovnávání však odpovídaly hodnotám antioxidačnej kapacity/aktivity. Výsledky budú využity při hodnotení možných aspektů odolnosti vůči viru šarky švestky (PPV).

PodĎakování: Tato práce vznikla za podpory grantu NAZV 91A032, GAČR 102/08/1546, projektu NAZV QG 60123 a Ministerstva zemědělství na podporu genových zdrojů. V rámci projektu: „Národní program konzervace a využití genových zdrojů rostlin a agro-biodiverzity“.

Literatura

- ADAM, V., MIKELOVÁ, R., HUBÁLEK, J., HANUŠTIAK, P., BEKLOVÁ, M., HODEK, P., HORNA, A., TRNKOVÁ, L., STIBOROVÁ, M., ZEMAN, L., KIZEK, R. 2007. Utilizing of Square Wave Voltammetry to Detect Flavonoids in the Presence of Human Urine. *Sensors*; 7(10):2402-2418.
- BEKLOVÁ, M., ZÍTKA, O., GAZDÍK, Z., ADAM, V., HODEK, P., STIBOROVÁ, M., HORNA, A., KIZEK, R. 2008. Electroanalytical techniques for determination of flavonoids. *Toxicology Letters*. 2008. sv. 180, č. 1, s. 230. ISSN 0378-4274.
- PEDERSEN, C., B., J., KYLE, A., JENKINSON, MCE., GARDNER, P., T., MCPHAIL, D., B., DUTHIE G., G. 2000. Effects of blueberry and cranberry juice consumption on the plasma antioxidant capacity of healthy female volunteers, *Eur. J. Clin. Nutr.* 54 (2000) 405–408
- GAZDÍK, Z., KRŠKA, B., ADAM, V., ŠALOUN, J., ŘEZNÍČEK, V., HORNA, A., KIZEK, R. 2008. Electrochemical determination of antioxidant potential of less common fruit species. *Sensors*. 2008. sv. 8, č. 11, s. 7564-7570. ISSN 1424-8220.
- GAZDÍK, Z., ŘEZNÍČEK, V., ADAM, V., ZÍTKA, O., KRŠKA, B., MATUSKOVIC, J., PLŠEK, J., ŠALOUN, J., HORNA, A., KIZEK, R. 2008. Utilizing of liquid chromatography with electrochemical detection for determination of antioxidants in less common. *Molecules*. 2008. sv. 13, č. 11, s. 2823-2836. ISSN 1420-3049.
- GILLMAN, M., W., CUPPLES L., A., GAGNON, D., POSNER, B., M., ELLISON, R., C., CASTELLI, W., P., WOLF, P., A. 1995. Protective Effect of Fruits and Vegetables on Development of Stroke in Men. *JAMA* 1995, 273, 1113
- GUYOT, S., MARNET, N., LARABA, D., SANONER, P., DRILLEAU, J. 1998. Reversed-phase HPLC following thiolysis for quantitative estimation and characterization of the four main classes of phenolic compounds in different tissue zones of a French cider apple variety (*Malus domestica* var. Kermerrien), *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46 (1998), pp. 1698–1705.
- OU, B., HUANG, D., HAMPSCH-WOODILL, M., FLANAGAN, J., A., DEEMER, E., K. 2002. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study, *J. Agric. Food Chem.* 2002,50, 3122
- HOWELL, W., E., EASTWELL, K., C., LI, T., S., C. 2001: Heat treatment, chemo-therapy and hydroponic culture for obtaining virus-free trees of sweet cherry. *Acta Horticulturae* 550: 455 -457.
- JANEČKOVÁ, M., 1993: Elimination of virus complex (PPV, PNRSV, PDV) from plum varieties using combination of in vivo and in vitro cultures. *Vědecké ovocnářské práce* 13: 51 -64 (in Czech).
- JIROVSKÝ, D., 2007. Vysokoúčinné separační techniky v analýze fyziologicky významných látek, Habilitační práce, PFUP, Katedra analytické chemie, Olomouc 2007, 14
- KNAPP, E., HAUZER, V., WEISS, H., DACAMARA, MACHADO, A., WEISS, B., WANG, Q., KATINGER, H., LAIMER, DACAMARA, MACHADO, M. 1995: New aspects of virus elimination in fruit trees. *Acta Horticulturae* 386: 409 - 418.
- LA, VECCHIA, C., ALTIERI, A., TAVANI, A. 2001. Vegetables, fruit, antioxidants and cancer: a review of Italian studies, *European journal of nutrition* 2001, 40, 261
- LONG H, ZHU Y, COURY L A, DUDA C T, KISSINGER C B, KISSINGER P T, LC/GC, *Europe* 2001, 14, 323
- RECORD IR, DREOSTI IE & MCINERNEY JK (2001): Changes in plasma antioxidant status following consumption of diets high or low in fruit and vegetables or following dietary supplementation with an antioxidant mixture. *Br. J. Nutr.* 85, 459–464
- RICE-EVANS, C., A., MILLER, N., J., PAGANGA, G. 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic. Biol. Med.* 20:933–956; 1996.
- PAREJO, I., CODINA, C., PETRAKIS, C., KEFALAS, P. 2000. Evaluation of scavenging activity assessed by Co(II)/EDTA-induced luminol chemiluminescence and DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical assay. *J Pharmacol Toxicol Meth.* 2000;44:507-512.
- MOLYNEUX, P., 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *Songkl. J. Sci. Technol* 2004, 26, 211
- PAULOVA, H., BOCHORAKOVA, H., TABORSKA, E., 2004. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro, *Chemické listy* 2004,98, 174
- KOLEVA, I., I., NIEDERLANDER, H., A., G., VAN BEEK, T., A. 2000. An on-line HPLC method for detection of radical scavenging compounds in complex mixtures, *Anal. Chem.* 72 (2000), pp. 2323–2328

Plná jména autorů s adresami pracovišť:

Sochor Jiří¹, Zítka Ondřej², Pavlík Dušan³, Valla Martin³, Krška Boris⁴, Horna Aleš⁵, Provazník Ivo³, Kizek René^{2*}

¹Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin, ZF, Mendelu, ²Ústav chemie a biochemie, AF, Mendelu, ³Ústav biomedicínského inženýrství, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, VUT v Brně, ⁴Ústav ovocnictví, ZF, Mendelu, ⁵Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Kontaktná adresa:

prof. Dr. Ing. Boris Krška, Ústav ovocnictví, Zahradnická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Valtická 337, 691 44 Lednice, +420 519 367 241, krska@zf.mendelu.cz

IDENTIFIKÁCIA RETROTRANSPOZÓNU *CASSANDRA* V JEDNOTLIVÝCH RASTOVÝCH FÁZACH ĽANU SIATEHO IDENTIFICATION OF RETROTRANSPOSON *CASSANDRA* IN THE DIFFERENT FLAX GROWTH STAGES

Dáša ŠANTAVÁ – Jana GORČAKOVÁ – Jana ŽIAROVSKÁ – Katarína HRUBÍKOVÁ
– Milan BEŽO

The aim of the study was to identify the Cassandra retrotransposon in flax genome during different growth stages. The analyses have been done at the 15 flax genotypes. Expected size of the PCR products was 632 bp in the case of entire Cassandra retrotransposon or 276 bp in the case of long terminal repeats amplification. The Cassandra has been identified in all analyzed flax genotypes and during different growth stages.

Key words: retrotransposon Cassandra, flax, PCR

Úvod

Využívanie a charakterizácia genetických zdrojov ľanu ako aj celkové zhodnotenie variability, sú veľmi dôležité súčasti šľachtenia ľanu. Je niekoľko spôsobov hodnotenia variability, a to na základe morfológických rozdielov, izoenzymov alebo pomocou molekulárných markérov (Cloutier et al., 2009). Veľký potenciál pre rozlišovanie genotypov poľnohospodárskych plodín majú retrotranspozóny. (Kalendar et al., 1999). Molekulárna genetika využíva retrotranspozóny ako definované miesta v molekule dsDNA pri zmožnení polynukleotidov polymerázovou reťazovou reakciou (PCR), ktoré sú medzi jednotlivými retrotranspozónmi, medzi retrotranspozónom a miestom štiepenia nukleáz alebo medzi retrotranspozónom a mikrosatelitom (Bežo et al., 2005).

Genóm ľanu je známy tým, že má schopnosť prispôbiť sa špecifickým podmienkam prostredia (Cullis et al., 1999). Takéto genotypy sú označované ako genotropy. Doteraz nebola v ľane zaznamenaná prítomnosť retrotranspozónov, okrem prvkov ako sú 5,7 kb DNA fragment nazvaný ako inzerčná sekvencia ľanu (*Linum insertion sequence 1*, LIS-1) (Lowenfeld, Cullis, 2002) a transpozón dLute (*defective Linum usitatissimum transposable element*), ktorý bol identifikovaný v dvoch spontánne mutantných alelách génu rezistencie voči hrdzi ľanovej L6 (Luck et al., 1991). Retrotranspozón *Cassandra* patrí do skupiny TRIM (*Terminal repeat retrotransposon in miniature*) elementov (Kalendar et al., 2008). *Cassandra* retrotranspozóny sú neautonómne a pri replikácii sú závislé na bielkovinách autonómnych retrotranspozónov.

Materiál a metódy

Celkovo bolo analyzovaných 15 odrôd ľanu siateho rôzneho pôvodu a hospodárskeho typu. Biologický materiál bol dopestovaný v črepníkoch (25 × 25 cm), ktoré boli umiestnené v sieťovniku pokusnej bázy pracoviska. Materiál na izoláciu DNA bol odoberaný postupne v štyroch vývojových fázach – fáza tvorby listov, fáza rýchleho rastu, fáza kvitnutia a fáza žltej zrelosti. Celková DNA bola izolovaná z rastlín a semien ľanu siateho izolačnou súpravou Invisorb® *Spin Plant Mini Kit, INVITEK. Kvalita a kvantita izolovanej DNA bola stanovená na prístroji* Quibit™ - Fluorometer Invitrogen podľa metodiky výrobcu.

Podmienky PCR bolo potrebné optimalizovať z hľadiska koncentrácie komponentov, ako aj z hľadiska teplotného profilu. PCR prebiehala v tlmivom ustálenom roztoku 1 × PCR obsahujúcom 20 mmol × dm⁻³ Tris-HCl, pH 8,0 (Invitrogen™, Life technologies), 50 mmol × dm⁻³ KCl (Invitrogen™), 1,5 mmol × dm⁻³ MgCl₂ (Invitrogen™), 0,3 mmol × dm⁻³ d NTP (Invitrogen™), 1 U *Taq* polymerázy (Invitrogen™) a 400 nmol × dm⁻³ prajmery (Microsynth). Prajмеры boli navrhnuté na základe sekvencií retrotranspozónu dostupných v databáze pod prístupovým číslom DQ767972.

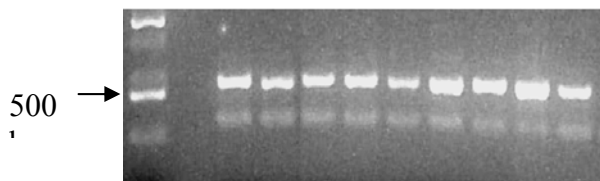
Časový a teplotný profil PCR bol nasledovný: 3 minúty pri 95 °C pre úvodnú denaturáciu a následne 33 cyklov: 15 sekúnd pri 95°C pre denaturáciu, 40 sekúnd pri 54 °C pre naviazanie prajmera, 2 minúty pri 72 °C pre polymerizáciu a na záver 7 minút pri 72 °C. Chladenie vzoriek prebiehalo pri teplote 4 °C. Reakcie prebehali v konečnom objeme 20 µl v termocykléri MyCycler™ thermal cycler.

Produkty PCR reakcie boli rozdelené v 2 % agarózovom géle. Na určenie veľkosti nasyntetizovaných fragmentov bol použitý markér 250 bp DNA Ladder. 1 Elektroforézou rozdelené fragmenty DNA boli vizualizované na transiluminátore (Dual Intensity Transiluminator, UPV).

Výsledky a diskusia

Identifikácia retrotranspozónu *Cassandra* prebiehala celkovo v 15 genotypoch ľanu siateho. Jednotlivé genotypy sa rozlišovali nielen pôvodom, ale aj z hľadiska hospodárskeho využitia. Pri všetkých vzorkách ľanu v jednotlivých rastových fázach sme zaznamenali dva fragmenty (ob. 1), ktoré potvrdzujú prítomnosť ako celého retrotranspozónu *Cassandra* (632 bp), rovnako aj LTR (long terminal repeat, dlhého koncového úseku opakujúcich sa sekvencií) úseku retrotranspozónu *Cassandra* (275 bp) (obr. 2).

Antonius-Klemola a kol (2006) charakterizujú vo svojej práci triedu retrotranspozónov TRIM ako plnohodnotný nástroj pre výskum genetického mapovania, evolúcie a genetickej rozmanitosti rastlín. Pri analyzovaných genotypoch jabloní uvádzajú, že jediný TRIM prajmer v PCR reakcii je schopný amplifikovať množstvo polymorfných fragmentov, čo naznačuje pomerne vysoký počet kópií týchto prvkov, ktoré môžu byť zhukované alebo roztrúsené v genóme. Rovnako sú TRIM markéry využiteľné aj ako IRAP a REMAP markéry identifikácie, pretože poskytujú unikátne a reprodukovateľné profily.



Obrázok 1: Identifikácia retrotranspozónu *Cassandra* v genotypoch ľanu siateho.



Obrázok 2: Návrh prajmerov pre identifikáciu retrotranspozónu *Cassandra*.

Využitelnosť TRIM elementov ako vhodných markérov polymorfizmu priamo ľanu siateho bola publikovaná autormi Žiarovská et al. (2009). Prítomnosť TRIM prvkov v doteraz analyzovaných dvojkľúčových a jednokľúčových druhov rastlín poukazuje na ich pravdepodobnú všade prítomnosť v rastlinnej ríši. Porovnanie sekvencií TRIM zo siedmich rôznych rastlinných druhov vykazuje vysoké sekvenčné podobnosti (Witte et al., 2001)

Pod'akovanie: Riešenie práce je finančne podporované projektom VEGA 1/0112/08.

Literatúra

- ANTONIUS-KLEMOLA, K. – KALENDAR, R. – SCHULMAN, A.H.: TRIM retrotransposons occur in apple and are polymorphic between varieties but not sports. In: *Theor Appl Genet*, 2006, vol.112, p. 999–1008.
- BEŽO, M. – ŽIAROVSKÁ, J. – HRUBÍKOVÁ, K. – BEŽOVÁ, K. – ŠTEFÚNOVÁ, V.: Retrotranspozóny v hodnotení genómu rastlín. In: *Biotechnologické metódy v šľachtení rastlín* : zborník z IX. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou BIOS 2005. Nitra : SPU v Nitre, 2005, s. 7–13. ISBN 80-8069-587-3.
- CLOUTIER, S. – NIU, Z. – DATLA, R. – DUGUID, S.: Development and analysis of EST-SSRs for flax (*Linum usitatissimum*, L). In: *Theor. Appl. Genet.*, 2009, p. 53–63.
- CULLIS, C. A.: The use of DNA polymorphisms in genetic mapping. In: *Pl. Mol. Biol.*, vol. 41, 1999, no. 6, p. 795–800.
- KALENDAR, R. – GROB, T. – REGINA, M. – SUONIEMI, A. – SCHULMAN, A.: IRAP and REMAP: two new retrotransposon based DNA fingerprinting techniques. In: *Theor. Appl. Genet.*, 1999, vol. 98, p. 704–711.
- KALENDAR, R. – TRANSCANEN, J. – CHANG, W. – ANTONIUS, K. – SELA, H. – PELEG, O. – SCHULMAN, A.H.: Cassandra retrotransposons carry independently transcribed 5S RNA. In: *PNAS*, vol. 105, 2008, no. 15, p. 5833–5838.
- KUMAR, A. – HIROCHIKA, H.: Applications of retrotransposons as genetic tools in plant biology. In: *Trends in Plant Science*, vo.6, 2001, no.3, p. 127–134.
- LOWENFELD, R. – CULLIS, C. A.: Origins of LIS-1, an insertion sequence in flax genotypes induced by the environment. In: Dostupné na internete: <http://www.intl/pag.org/10/abstracts/posters.html>. 2002
- WITTE, C.P. - HIEN Le, Q. – BUREAU, T. – KUMAR, A.: Terminal-repeat retrotransposons in miniature (TRIM) are involved in restructuring plant genomes. In: *PNAS*, 2001, vol. 98, p. 13778–13783.
- ŽIAROVSKÁ, J. - BAČOVÁ, N. - HRUBÍKOVÁ, K. – BEŽO, M.: Hodnotenie kolekcie ľanu siateho (*Linum usitatissimum*, L.) retrotranspozónovými prajmermi pôvodom iných druhov metódou IRAP a REMAP. In: *Acta fytotechnica et zootechnica – Mimoriadne číslo*, Nitra, SPU, 2009, s. 701–711.

Adresa autora:

Dáša Šantavá, Jana Gorčáková, Jana Žiarovská, Katarína Hrubíková, Milan Bežo, Katedra genetiky a šľachtenia rastlín, FAPZ, SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra

HODNOTENIE NAPADNUTIA KLASOV GENOTYPOV PŠENICE PO UMELEJ INFEKЦИИ HUBOU *FUSARIUM CULMORUM* EVALUATION OF WHEAT SPIKES GENOTYPES TO ATTACK WITH FUNGI *FUSARIUM CULMORUM*

Svetlana ŠLIKOVÁ – Valéria ŠUDYOVÁ

The wheat genotypes derived from a cross of *Triticum aestivum* L. with related species *T. macha* Dekapr. et Menabde, *T. polonicum* L., and *T. diccoides* (Koern. ex Aschers. et Graeb.) Schweinf. were inoculated with conidial suspensions of *Fusarium culmorum* in the field during flowering by point method. The genotype P-104-1 (from wheat crossed with *T. macha*), and P-109-2 (from wheat crossed with *T. polonicum*) had low values of area under the disease progress curve (AUDPC) compared with cultivars resistant to *Fusarium* head blight (Nobeokabozu and Sumai3).

Key words: genotypes of wheat, *Fusarium culmorum* Sacc.

Úvod

Testovanie registrovaných odrôd pšenice letnej f. ozimnej na Slovensku a komerčne pestovaných odrôd v iných krajinách odhalilo, že súčasné odrody sú prevažne náchylné proti tomuto ochoreniu (VANČO a kol. 2008). Vo svete sú známe niektoré donory rezistencie proti Fuzarióze klasov, ale ich počet je obmedzený a preto je dôležité vyhľadávať stále nové a efektívne zdroje rezistencie využiteľné v šľachtení pšenice. Genetický zdroj pšenice, ktorý by zabezpečil úplnú rezistenciu proti chorobe nie je známy. Medzi najlepšie preštudované zdroje rezistencie proti Fuzarióze klasov patrí odroda Sumai 3 a jej línie (BUERSTMAYR a kol. 2002), brazílska odroda Frontana (STEINER a kol. 2004) a niektoré odrody ozimnej pšenice (GERVAIS a kol. 2004). Pespektivnými zdrojmi rezistencie proti uvedenej chorobe sa ukazujú divorastúce a príbuzné druhy pšenice (CAI a kol. 2005).

Rezistencia pšenice proti Fuzarióze klasov je komplikovaný fenomén. Doteraz bolo identifikovaných 5 typov aktívnych mechanizmov rezistencie (SCHROEDER a CHRISTENSEN 1963; MESTERHÁZY 1995). Pri charakterizácii pšenice na úrovni a typu rezistencie proti Fuzarióze klasov sa tradične využíva hodnotenie napadnutia klasov, počet napadnutých zŕn fuzáriom, redukcia úrodových komponentov, kvantita kumulácie mykotoxínov v zrnách. Tieto hodnotenia napadnutých klasov a zŕn nepriamo poukazujú na množstvo patogéna v infikovanom materiáli. Pre priamu kvantifikáciu *Fusarium* spp. v rastlinnom materiáli boli vyvinuté molekulárne (Edwards a kol. 2001) a imunologické techniky (Hill a kol. 2006).

Cieľom práce bolo zistiť úroveň napadnutia klasov genotypov pšenice získaných vzdialenou hybridizáciou s *Triticum* spp. po umelej infekcii hubou *Fusarium culmorum* Sacc..

Materiál a metódy

Na pokusných pozemkoch Centra výskumu rastlinnej výroby Piešťany vo Výskumnom ústave rastlinnej výroby v Piešťanoch boli za účelom hodnotenia napadnutia klasov pšenice po umelej infekcii monokvietkovou metódou založené parcely 1 m dlhé so štyrmi riadkami, vzdialenými 150 mm.

V pokuse boli vysiate genotypy:

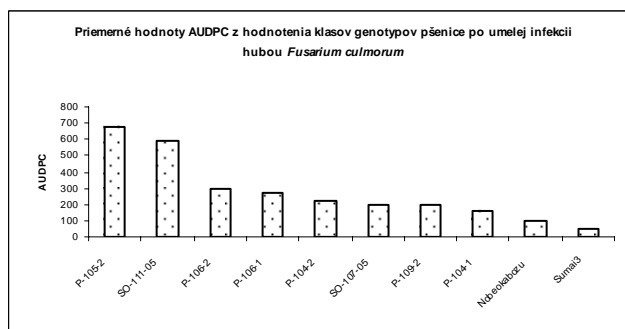
- genetické zdroje s rezistenciou proti fuzarióze klasov (Sumai, Nobeokabozu)
- genotypy pochádzajúce zo vzdialenej hybridizácie pšenice s príbuznými a divorastúcimi druhmi (*Triticum macha*, *Triticum polonicum*, *Triticum diccoides*) vytvorené a poskytnuté Ing. P. Martinkom z Výskumného ústavu v Kroměříži.

Umelá monokvietková infekcia bola vykonaná na 10 klasoch z každého genotypu vo fáze 61-69 DC inokulom o koncentrácii $5 \cdot 10^5$ konídií v 1 ml inokula v dvoch opakovaníach. V priebehu vegetácie boli klasy po umelej infekcii hodnotené 3 krát v 5 dňových intervaloch podľa 9-bodovej stupnice. Primárne výsledky (% napadnutia) boli prepočítané na AUDPC (plocha pod krivkou vývoja choroby).

Výsledky a diskusia

AUDPC získané z hodnotenia napadnutia klasov po umelej infekcii sú prezentované v grafe č. 1 a ukazujú, že genotypy Sumai 3 a Nobeokabozu, ktoré boli zaradené do pokusu ako kontroly s rezistenciou proti fuzarióze klasu dosiahli z testovaných genotypov najnižšie hodnoty AUDPC. Priemerná hodnota AUDPC týchto genotypov bola 4.3 krát nižšia ako AUDPC testovaných genotypov získaných hybridizáciou pšenice. Vysoké AUDPC dosiahli genotypy pochádzajúce z kríženia s druhmi *T. macha* i s *T. polonicum*. Nízke hodnoty AUDPC boli vypočítané pri genotypoch, ktoré pochádzali z kríženia s *T. polonicum* (P-109-2, SO-107-05) a *T. macha* (P-104-2, P-104-1). Vyššie AUDPC bolo zistené pri krížencoch s druhom *T. diccoides*, pri jednom genotype s *T. macha* a *T. polonicum*. Prenos a identifikáciu génov rezistencie proti primárnej infekcii z *Triticum macha* do pšenice publikovali Steed (STEED a kol., 2005) a Mentewab (MENTEWAB a kol., 2000). Rezistencia proti fuzarióze klasov bola identifikovaná v mnohých príbuzných a divorastúcich druhoch, napr. *Triticum polonicum* (CAI a kol., 2005) a z *Triticum diccoides* bola rezistencia prenesená do pšenice.

Graf 1:



P-104-1 (Siria/*T. macha*); P-104-2 (Siria/*T. macha*); P-105-2 (HYB93.13/*T. macha*); P-106-1 (KM/*T. dicoccoides*); P-106-2 (KM/*T. dicoccoides*); P-109-2 (2286-70/*T. polonicum* cv. Buitre Cometa); SO-107-05 (Record/3/ZG K 3-82/*T. polonicum* cv. Buitre Cometa//ST 2009); SO-111-05 (Record/3/ZG K 3-82/*T. polonicum* cv. Buitre Cometa//ST 2009)

Záver

Niektoré genotypy získané vzdialenou hybridizáciou pšenice s druhmi *Triticum* spp. po umelej infekcii prejavili podobnú reakciu na napadnutie hubou *F. culmorum* ako známe zdroje rezistencie Nobeokabozu a Sumai3. Vyhľadávanie a následný vývoj genotypov s rezistenciou proti fuzáriam je najlepšia cesta, ako obmedziť nežiadúci výskyt ochorenia klasov pšenice fuzáriami.

Pod'akovanie: Táto štúdia vznikla vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Vývoj nových typov rastlín s geneticky upravenými znakmi hospodárskeho významu ITMS: 26220220027, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Liteatúra

- BUERSTMAYR, H. – LEMMENS, M. – HARTL, L. (2002). Molecular mapping of QTLs for Fusarium head blight resistance in spring wheat. I. Resistance to fungal spread (Type II resistance). *Theor. Appl. Genet.* 104:84–91.
- CAI, X. – CHEN, P. – XU, S. – OLIVER, R. – CHEN, X. (2005). Utilization of alien genes to enhance Fusarium head blight resistance in wheat – A review. *Euphytica*, 142, 309–318.
- EDWARDS, S.G. – PIRGOZLIEV, S.R. – HARE, M.C. – JENKINSON, P. (2001). Quantification of trichothecene-producing Fusarium species in harvested grain by competitive PCR to determine efficacies of fungicides against Fusarium head blight of winter wheat. *Appl. Environ. Microbiol.* 67, 4, 2001, 1575–1580.
- GERVAIS, L. – DEDRYVER, F. – MORLAIS, J.Y. – BODUSSEAU, V. – NEGRE, S. – BILOUS, M. – GROOS, C. – TROTET, M. (2003). Mapping of quantitative trait loci for field resistance to Fusarium head blight in an European winter wheat. *Theor. Appl. Genet.*, 106, 961–970.
- HILL, N.S. – SCHWARZ, P. – DAHLEEN, L.S. – NEATE, S.M. – HORSLEY, R. – GLENN, A. E. – O'DONNELL, K. (2006). ELISA Analysis for Fusarium in Barley. *Crop Science* 46, 2636–2642.
- MESTERHÁZY, A.: Types and components of resistance to Fusarium head blight of wheat: *Plant Breeding* 1995 114, 377–386.
- SCHROEDER, H. W. – CHRISTENSEN, J. J.: Factors affecting resistance of wheat to scab caused by *Gibberella zeae*. *Phytopathology* 1963, 53, 831–838.
- STEINER, B. – LEMMENS, M. – GRIESSER, M. – SCHOLZ, U. – SCHONDELMAIER, J. – BUERSTMAYR, H. (2004). Molecular mapping of resistance to Fusarium head blight in the spring wheat cultivar Frontana. *Theor. Appl. Genet.*, 109, 215–224.
- VANČO, B. – ŠLIKOVÁ, S. – ŠUDYOVÁ, V. 2007. Influence of localities and winter wheat cultivars on deoxynivalenol accumulation and disease damage by *Fusarium culmorum*. *Biologia* 62/1: 62–66.

Adresa autorov:

Svetlana ŠLIKOVÁ, Valéria ŠUDYOVÁ: Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany– Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany;

email: slikova@vurv.sk

REAKCIA ODRÔD PŠENICE NA INFEKCIU HUBAMI *FUSARIUM* SPP. REACTION OF WHEAT CULTIVARS TO INFECTION WITH *FUSARIUM* SPP.

Svetlana ŠLIKOVÁ

The wheat cultivars Estica, Malyska, Manhattan, Mladka, Noah, Rapsodia, Residence, Sana, Vanda, Zerda were inoculated with conidial suspensions of Fusarium culmorum and Fusarium graminearum isolates in the field during flowering by point method. The mean AUDPC value was lower (217.5) for spikes of wheat after artificial inoculation with F. graminearum than for spikes after inoculation with F. culmorum (496.9). Close correlation was observed between AUDPC values of spikes after inoculation with F. culmorum and F. graminearum ($r=0.67$).

Key words: cultivars of wheat, Fusarium culmorum, Fusarium graminearum

Úvod

Intenzita výskytu choroby klasov spôsobená fuzáriami je závislá od priebehu počasia cez vegetáciu, predplodiny a spôsobu spracovania pôdy. Rozvoj infekcie nastáva pri kombinácii vlhkého a teplého počasia. Intenzívne slnečné žiarenie spomaľuje priebeh infekcie. Na napadnutí klasov sa môže podieľať i viac druhov fuzárií. V areáloch s teplejšou klímou sa častejšie na klasoch vyskytujú *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. graminearum*, *F. equiseti* a v chladnejších oblastiach *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. poae*. V Európe v súvislosti s pôvodcami fuzariózy klasov sa najčastejšie vyskytujú druhy *F. graminearum*, *F. culmorum*, *M. nivale*, *F. avenaceum* a *F. poae*. Vzhľadom na rozdielne teplotné a vlhkostné požiadavky sa druhová frekvencia fuzárií v jednotlivých krajinách Európy líši. Slovensko je krajina s rozmanitou geografickou členitosťou a kolísavými poveternostnými podmienkami, druhové spektrum môže byť ovplyvňované regiónom a ročníkom. Na Slovensku sa dlhodobejšie pokladajú za najfrekventovanejšie druhy *F. culmorum* a *F. graminearum* (ŠROBÁROVÁ, 1995). Jednotlivé druhy rodu *Fusarium* vykazujú vysokú fenotypickú variabilitu v kultúre, v morfológii i pigmentácii. Veľké genetické rozdiely boli zistené medzi izolátmi zozbieranými z rôznych lokalít v agresivite, v type a schopnosti produkovať rôzne mykotoxíny (MIEDAREN a kol., 1997). Niektoré izoláty produkovali vysoké množstvo trichotecénov, pričom iné produkovali zanedbateľné množstvá (ATANASOV a kol., 1994). Bakan (BAKAN, 2002) identifikoval kmene *F. culmorum* produkujúce veľké a malé množstvo deoxynivalenolu (DON). Vysoká rozmanitosť druhov a kmeňov spôsobujúcich fuzariózu klasov poukazuje na zložitost' problematiky, ktorá sa týka rezistencie genotypov pšenice proti tomuto ochoreniu. Cieľom práce bolo porovnať napadnutie klasov odrôd pšenice po umelej infekcii hubami *F. culmorum* a *F. graminearum*. Tieto huby produkujú po napadnutí klasov rôzne typy mykotoxínov, ale výskumy odhalili, že najfrekventovanejším je deoxynivalenol (DON alebo vomitoxín) patriaci medzi trichotecény. Trichotecény inhibujú v eukaryotických bunkách proteosyntézu (McLAUGHLIN a kol. 1977). Pozorované boli biochemické účinky trichotecénov v bunke, ktoré môžu zapríčiniť zmeny metabolickej aktivity a regulácie (BETINA 1990). Štúdia o vplyve DON na ľudské bunky dokazuje jeho cytotoxický efekt na ľudské bunky pečene (KÖNIGS a kol. 2008). Pre všeobecnú toxicitu DONu Vedecký výbor pre potraviny v roku 2005 stanovil tolerovateľný denný príjem (TDP) vo výške 1 µg/kg telesnej hmotnosti/deň pre deoxynivalenol (DON).

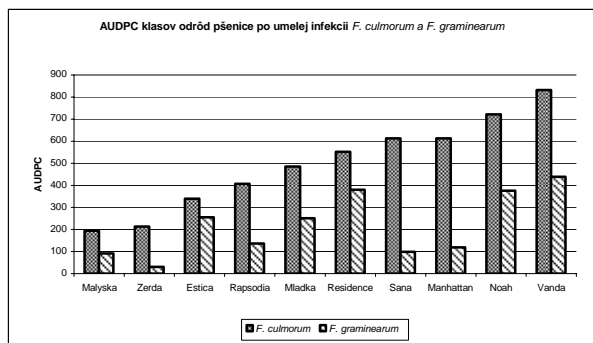
Materiál a metódy

Poľné pokusy boli založené na parcelách 1 m dlhých so štyrmi riadkami, vzdialenými 150 mm. Klasy 10 odrôd (Estica, Malyska, Manhattan, Mladka, Noah, Rapsodia, Residence, Sana, Vanda, Zerda) boli umelo infikované monokvietkovou metódou vo fáze 61-69 DC inokulom o koncentrácii $5 \cdot 10^5$ konidií *F. culmorum* a *F. graminearum* v 1 ml. inokula. Po umelej infekcii boli klasy prikryté sáčkom na 24 hod. a hodnotené 3 krát v 5 dňových intervaloch podľa 9- bodovej stupnice.

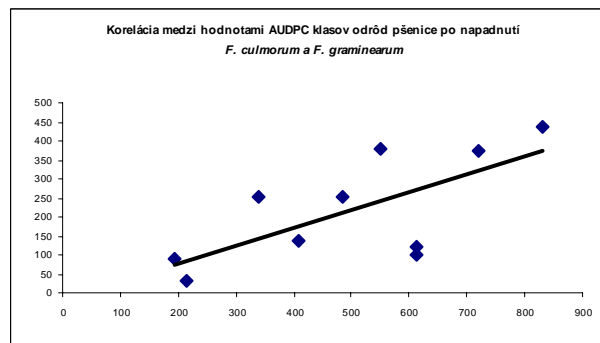
Výsledky a diskusia

Priemerná hodnota AUDPC klasov z 10 odrôd po umelej infekcii hubou *F. culmorum* bola 2,2 krát vyššia ako po infekcii *F. graminearum*. Nízke hodnoty AUDPC klasov v testovanom súbore dosiahli odrody Malyska a Zerda pričom vysoké AUDPC bolo zistené pri odrodách Noah a Vanda po umelej infekcii *F. culmorum* (Graf č. 1). Po umelej infekcii klasov hubou *F. graminearum* vysoké napadnutie klasov (AUDPC) mali odrody Vanda, Noah, Residence a nízke Zerda, Malyska i Sana. Odrody Sana a Zerda reagovali na izoláty rozdielne kde napadnutie klasov hubou *F. culmorum* bolo viac ako 6 krát vyššie ako po napadnutí *F. graminearum*. Medzi AUDPC klasov po napadnutí hubami *F. culmorum* a *F. graminearum* bola potvrdená úzka korelácia ($0,67^{++}$) (Graf. č. 2). Výsledky ukazujú, že odrody testovaného súboru reagovali na napadnutie hubami prevažne podobne, ale výnimkou boli odrody Zerda a Sana. Z pohľadu šľachtenia pšenice na zvýšenú rezistenciu proti šíreniu fuzária v klase sú tieto výsledky priaznivé, pretože už infikovanie klasov jedným vysokoagresívnym izolátom umožňuje predbežný výber genotypov so zvýšenou rezistenciou proti fuzáriam. Dosiadnutý výsledok sa zhoduje s poznatkami, ktoré už boli publikované, že genotypy pšenice reagujú na napadnutie rôznymi izolátmi húb spôsobujúcich fuzariózu klasov veľmi podobne (MESTERHÁZY a kol., 2005).

Graf 1:



Graf 2:



Záver

Umelá infekcia klasov pšenice viacerými izolátmi umožňuje odhaliť genotypy, ktorých reakcia na napadnutie hubami *Fusarium* spp. je rozdielna. Vyššia rezistencia proti fuzarióze klasov pšeničných odrôd predstavuje významný faktor, ktorý pri pestovaní pšenice môže pozitívne ovplyvniť kvalitu úrody, ekologizáciu životného prostredia a v konečnom dôsledku zníženie kontaminácie primárnych produktov v potravinovom reťazci.

Pod'akovanie: Táto štúdia vznikla vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Transfer, využitie a diseminácia výsledkov výskumu genofondu rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo (ITMS: 26220220058), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- ATANASSOV, Z. – NAKAMURA, C. – MORI, M. – KANEDA, C. – KATO, H. – JIN, Y. Z. – YOSHIZAWA, T. – MURAI, K.: Mycotoxin production and pathogenicity of *Fusarium* species and wheat resistance to *Fusarium* head blight. *Can. J. Bot.*, 1994; 72, 161-167.
- BAKAN, B. – DELVILLE, C.G. – PINSON, L. – MOLARD, D.R. – FOURNIER, E. – BRYGOO, Y.: Identification by PCR of *Fusarium culmorum* strains producing large and small amounts of deoxynivalenol. *Applied and Environmental Microbiology.*, 202; 68, 11, 5472-5479.
- BETINA, V.: Mykotoxíny chémia, biológia, ekológia. Bratislava: Vydavateľstvo Alfa, 1990. ISBN 80-05-00631-4.
- KÖNIGS, M. – SCHWERDT, G. – GEKLE, M. – HUMPF, H.U.: Effects of the mycotoxin deoxynivalenol on human primary hepatocytes. *Molecular nutrition & food research* 2008; 52,7, 830-9.
- MCLAUGHLIN, C.S. – VAUGHAN, M.H. – CAMPBELL, I.M. – WEI, C.M. – STAFFORD, M.E. – HANSEN, B.S.: Inhibition of protein synthesis by trichothecenes. In *Mycotoxins in Human and Animal Health*. J. V. RODRICKS, C. M. HESSELTINE, AND M. A. MEHLMAN, ED. PATHOTOX, 1977, Park Forest South, IL, 263-273.
- MESTERHÁZY, A. – BARTÓK, T. – KÁSZONYI, G. – VARGA M. – TÓTH, B. – VARGA J.: Common resistance to different *Fusarium* spp. causing *Fusarium* head blight in wheat. *Eur. J. Plant Pathol.*, 2005; 112, 267-281.
- MIEDANER, T: Review: Breeding wheat and rye for resistance to *Fusarium* diseases. *Plant Breeding*, 1997; 116, 201-220.
- ŠROBÁROVÁ, A.: The occurrence and biology of some *Fusarium* spp. on wheat in Slovakia. *Inst. of exp. Phytopathol. and Entomolog.*, Slovak academy of Science, Ivanka pri Dunaji, 1995; 119 pp.

Adresa autorov:

Svetlana ŠLIKOVÁ: Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany;
email: slikova@vuvv.sk

GENETICKÉ ZDROJE JAČMEŇA OZIMNÉHO POUŽITÉ V MOLEKULÁRNOM ŠLACHTENÍ WINTER BARLEY GENETIC RESOURCES USED IN MOLECULAR BREEDING

Valéria ŠUDYOVÁ¹ – Martina HUDCOVICOVÁ¹ – Frank ORDON²

Barley mosaic virus complex (BaMMV, BaYMV) causes an economically important yellow mosaic disease of barley. Lines of winter barley were created by marker assisted selection. In these lines two resistance genes – rym4+rym11 were pyramiding. Marker-based selection procedures must be considered to enhance and to combine different resistance genes in one breeding line.

Keywords: winter barley lines, BaYMV/BaMMV, molecular marker

Úvod

Prenos génov rezistencie označených *rym* účinných proti komplexu žltej (barley yellow mosaic virus - *BaYMV*) a miernej mozaiky jačmeňa (barley yellow mild virus - *BaMMV*) pri ozimnej forme jačmeňa je známy od 80-tych rokov minulého storočia. Doteraz je objavených štrnásť génov s rôznym stupňom rezistencie k žltej mozaike (HOFINGER a kol., 2008). Odrody s génmi rezistencie sa šľachtili najmä v Nemecku a Francúzsku, kde sa ozimný jačmeň vzhľadom na priaznivé klimatické podmienky pestuje na veľkých plochách. Vektorom tejto choroby je pôdna huba *Polymyxa graminis* Led., proti ktorej nie je žiadna chemická ochrana možná. Strata na úrode môže dosiahnuť 20-50 %. Vírusy prežívajú v kľudovom štádiu v pôde, literárne údaje uvádzajú zamorenie pozemku na 30 a viac rokov (PROKINOVÁ, 2002). Rezistencia európskych ozimných jačmeňov k tejto chorobe spočíva na recesívnom géne *rym4*. Okrem neho je ďalší gén – *rym11* účinný aj proti kmeňu 2 *BaYMV*. Pre stabilizáciu rezistencie je vhodné kombinovanie génov do jednej šľachtiteľskej línie (ORDON a kol. 1999, PELLIO a kol. 2000, WERNER a kol. 2000). Na našom území ani v Českej republike neboli doteraz detegované tieto choroby, ale je len otázkou času, kedy sa dostanú aj na naše územie, pretože na jar 2008 boli zaznamenané prvé symptómy žltej mozaiky v Poľsku (JEŽEWSKA, 2009, nepublikované) a záznamy sú aj z Mironovského regiónu (SNIHUR 2008).

Materiál a metódy

Pre inkorporáciu génov rezistencie *rym4* a *rym11* boli použité odrody Luxor a Tiffany, donorom génu *rym4* bol genetický zdroj získaný z GB Gatersleben odroda Romanze, génu *rym11* krajová odroda Russia 57. Populácie boli vytvorené klasickou hybridizáciou, nepriama selekcia F₂ sa uskutočnila molekulárnymi markermi.

Analýzy DNA

Genomická DNA bola izolovaná zo segmentov mladých listov o hmotnosti 30mg pomocou tekutého dusíka a Plant DNAzol reagentu (Invitrogen). Detekcia prítomnosti, resp. neprítomnosti génu *rym4* bola kodominantným STS markerom odvodeným z RFLP markera MWG838 majúceho blízku väzbu s týmto génom. Amplifikačné produkty boli následne štiepené restriktčným enzýmom RsaI podľa Tuvešson a kol. (1998).

Prítomnosť, resp. neprítomnosť génu *rym11* bola detekovaná kodominantným SSS markerom HVM3. Amplifikácia a PCR-reakcia boli vykonávané podľa Bauer a kol. (1995). Elektroforetická separácia amplifikovaných segmentov prebiehala v 3 % agarózovom géli v tlmivom TBE v prítomnosti etídiumbromidu. Následná vizualizácia bola pod UV lampou.

Výsledky a diskusia

Kodominantný STS marker použitý pre gén *rym4* odlišil v F₂ jedince senzitivne a rezistentne homozygotné a jedince heterozygotné. Z experimentov boli vylúčené jedince senzitivne homozygotné a heterozygotné. Overovanie prítomnosti génu rezistencie po nepriamej selekcii v populácii z kombinácie (Luxor x Romanze) bolo aj na fytopatologickom poli v Nemecku. Spoľahlivosť selekcie rastlín molekulárnym markerom v porovnaní s testovaním na fytopatologickom poli bola na 80 %. V ďalšom kroku sme pracovali na inkorporácii génu *rym11* a pyramídovaní génov *rym4* + *rym11* do jedného genotypu pri jedincoch s overenou prítomnosťou génu *rym4* molekulárnym markerom a fytopatologickým testom. V práci sme sa opierali o predpoklad vyššej úspešnosti kombinovateľnosti génov ležiacich na rozdielnych chromozómoch, ktoré popísal Ordon a kol. (1999). Prítomnosť markera každého génu v jednotlivých líniiach bola sledovaná separátne. Experimenty s pyramídovaním génov robili Pelio a kol. (2000) využívajúc dihaploidné línie jačmeňa. Pre pyramídovanie použili homozygotné línie s génom *rym4*, *rym9* a *rym11*, ktoré vzájomne krížili. Pyramídovanie génov rezistencie využívajú šľachtitelia v Českej republike pri tvorbe línii s kombinovanou rezistenciou ku komplexu vírusových ochorení *BaYMV* a *BaMMV* a žltej zakrpatenosti jačmeňa (MARÍK a kol., 2008).

Inkorporáciu génu rezistencie *rym11* z genotypu s neadaptovanou zárodočnou plazmou (Russia 57) boli do potomstva prenesené niektoré nepriaznivé znaky ako výška, tenké steblo, drobné zrno, ktoré je potrebné

vytlačíť v procese niekoľkých spätných krížení. Po multiplikácii budú na líniiach overované výkonnostné parametre a ďalšie hospodárske znaky.

Záver

Molekulárne markery sú nástroje nepriamej selekcie znakov v šľachtiteľských populáciách, pretože majú blízku väzbu na konkrétne gény. Určenie prítomnosti markera sledovaného génu sa robí už v F₂ generácii, čo šetrí čas a počet línii, s ktorými sa bude ďalej pracovať. Cesta nepriamej selekcie je jediná možná v prípade, ak nie je k dispozícii patogén pre fytopatologické testovanie. Rozpracované línie by mohli byť perspektívnym šľachtiteľským materiálom.

Pod'akovanie: Tato štúdia vznikla vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Vývoj nových typov rastlín s geneticky upravenými znakmi hospodárskeho významu ITMS: 26220220027, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- BAUER, E. – GRANER, A. (1995): Basic and applied aspects of the genetic analysis of the *ym4* virus resistance locus in barley. *Agronomie*, 15: 469-473.
- HOFINGER, B.J. – BASS, CH. – BALDWIN, T. – BEAUDION, F. – HAMMOND-KOSACK, K. – KANYUKA, K.: Discovery of novel EIF4E alleles conferring broad spectrum resistance to bymoviruses by exploiting genetic diversity of natural barley germplasm. 7th IWGPVFFV Symposium Quedlinburg, September 1-4, 2008, J. Kühn – Institute, Erwin-Baur-Strasse 27, s. 25.
- JEŽEWSKA, M. – TRZMIEL, K.: First report of *Barley yellow mosaic virus* infecting barley in Poland (akceptované na publikovanie apríl 2009).
- MAŘÍK, P. – CHRPOVÁ, J. – PRÁŠIL, I.T. – PRÁŠILOVÁ, P. – ŠNEJDAR, Z. – SEDLÁČEK, T. – SUMÍKOVÁ, T.: Šlechtění ozimého ječmene na rezistenci k biotickým a abiotickým stresům. Šlecht. seminář 2008, Praha, 28. února 2008, s. 21-26.
- ORDON, F. – SCHIMANN, A. – PELLIO, B. – DAUCK, V. – BAUER, E. – STREVG, S. – FRIEDT, W. – GRANER, A. (1999): Application of molecular markers in breeding for resistance to the Barley yellow mosaic virus complex. *J. Plant Dis. Protect.*, 106: 256-264.
- PELLIO, B. – WERNER, K. – FRIEDT, W. – GRANER, A. – ORDON, F. (2000): Resistance to the barley yellow mosaic virus complex- from Mendelian genetics towards map based cloning. *Czech J. genet. Plant Breed.*, 36: 84-87.
- PROKINOVÁ, E. (2002): Virové onemocnění ozimého ječmene v roce 2002. *AGRO*, 7: 16-17.
- SNIHUR, H. – POLISCHUK, V. – BUDZANIVSKA, I. – KASTIRR, U.: Detection of cereal soil-borne viruses in agroecosystems of Ukraine. In: 7th IWGPVFFV Symposium Quedlinburg, September 1-4, 2008, J. Kühn-Institute, Erwin-Bauer Strasse 27, s. 25.
- WERNER, K. – PELLIO, B. – ORDON, F. – FRIEDT, W. (2000): Development of an STS markers and SSRs suitable for marker-assisted selection for the BaMMV resistance gene *rym9* in barley. In: *Plant Breed.*, 119: 517 – 519.
- WEYNEN, J. – SCHIMANN, A. – GRANER, A. – ORDON, F. (1997): Molecular mapping of novel resistance genes against Barley Mild Mosaic Virus (BaMMV). In: *Theor Appl. Genet.*, 95: 1263 – 1269.
- Turesson, S., Post, L., Öhlund, R., Hagberg, P., Graner, A., Svitashchev, S., Schehr, M., Elovsson, R. (1998): Molecular breeding for the BaMMV/BaYMV resistance gene *ym4* in winter barley. *Plant Breeding*, 117: 19-22.

Adresa autorov:

¹Valéria ŠUDYOVÁ, Martina HUDCOVICOVÁ, Centrum výskumu rastlinnej výroby – Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, email: sudyova@vuvr.sk

²Frank ORDON, Institute for Epidemiology and Resistance, Theodor-Roemer-Weg 4D-06449, Aschersleben, Germany

FYZIOLOGICKÉ PRÍSTUPY ŠTÚDIA OBILNÍN PHYSIOLOGICAL APPROACHES OF STUDY OF CEREALS

Andrea VALIGUROVÁ – Marián BRESTIČ – Pavol HAUPTVOGEL

Cereals create the largest proportion of carbohydrates in human diet and over one fifth is produced by bread wheat. Although water deficit, often accompanied by high temperature, is the main environmental factor limiting wheat productivity in many parts of the world. Aegilops species with good tolerance to some major abiotic stress factors are closely related to wheat. Especially Aegilops biuncialis L. has a good drought tolerance and also Ae. tauschii Coss., Ae. bicornis and Ae. speltoides Tausch. have some good advantages. As the B and D genome donor of wheat are the Ae. speltoides and Ae. tauschii genotypes, the chromosome mediated gene transfer from these species to hexaploide wheat is easier than from Ae. biuncialis. These properties make them a good candidate for improving the heat and drought tolerance of wheat by intergeneric crossing to enable it to effectively survive the forecasted dry and hot periods in vegetation period.

Key words: Triticum, Aegilops, wild-growing ancestors and relatives, climatic changes, improving of cereals

Úvod

Pšenica, kukurica a ryža spolu celosvetovo tvoria primárny zdroj karbohydrátov ľudskej stravy. Tieto tri hlavné plodiny zabezpečujú viac ako 85 % celosvetovej produkcie obilnín a viac ako polovicu zo všetkých potravinových kalórií (Sood, 2008). Pšenica (*Triticum spp.*) bola svetovou najdôležitejšou potravinovou plodinou od zrodu poľnohospodárstva pred 10 000 rokmi (Lev-Yadun, Gopher a Abbo 2000) až po súčasnosť. So svojou priemernou ročnou produkciou 620 miliónov ton, pšenica poskytuje ľuďstvu okolo jednej pätiny konzumovaných kalórií (FAOstat 2008). Avšak vodný deficit, často spojený s vysokou teplotou, je hlavným environmentálnym faktorom limitujúcim produktivitu pšenice v mnohých častiach sveta (Araus et al. 2008), čo vedie k znižovaniu kvality a kvantity ľudskej výživy. Preto by sme sa mali zamerať na fyziologické štúdiá obilnín a ich divorastúcich predkov, pomocou ktorých môžeme vyšľachtit' ekologicky stabilný genotyp, ktorý bude schopný vyrovnat' sa s narastajúcimi teplotami spojenými so suchom a prežiť v drsných podmienkach bez strát na produkcii.

Taxonomická klasifikácia pšenice

Podčľaď *Triticeae* z čľaďe *Poaceae* je ekonomicky najdôležitejšia z rodu tráv, pretože obsahuje mnoho zaujímavých plodín a krmivových druhov (pšenica, jačmeň, raž a ostatné) (Feldman et al., 1995; Maxted a Kell, 2009). Rod pšenica, *Triticum L.*, obsahuje rady diploidných ($n=7$, $2n=14$), tetraploidných ($2n=28$) a hexaploidných ($2n=42$) foriem, ktoré boli vytvorené hybridizáciou a krížením medzi rôznymi blízkymi príbuznými druhmi *Triticum* a *Aegilops*. Napríklad, pšenica siata vznikla ako prírodný hybrid medzi amfidiploidnou pšenicou dvojzrnovou *Triticum turgidum* (AABB genóm) s *Aegilops tauschii* (syn. *Ae. squarrosa*) (DD genóm) (McFadden and Sears, 1946). Linnaeus (1753) uznal obe *Triticum* a *Aegilops*, ktoré obsahujú jadro genetických zásobární pšeníc, ako dva rôzne druhy. Nasledujúci taxonómovia však nezdieľali toto tvrdenie, ale až v roku 1994 im argumentoval van Slageren svojim zistením, že rod *Triticum* je zložený zo 6 druhov: 2 diploidné, 2 tetraploidné a 2 hexaploidné, zatiaľ čo *Aegilops* je tvorený 22 druhmi, zahŕňajúcimi 10 diploidných, 10 tetraploidných a 2 hexaploidné (Manners a van Slageren, 1998).

Haploidné genómy diploidných druhov *Aegilops L.* sú označované ako typy D, C, M, N, S, S_b, S₁ T alebo U (Morrison, 2001), a tieto druhy tiež obsahujú polyploidné druhy s istou kombináciou týchto génov. Pri *Triticum L.* sa nachádzajú len typy A, B, D a G genómov a ich kombinácie. Všetky, okrem typov B a G, sú ľahko zistiteľné pri rode *Aegilops L.*, zatiaľ čo ďalšie dva sú zavedené z rodového S genómu, od príslušníka *Sitopsis* sekcie *Aegilops* (Somel, 2003).

Pôvod domácich druhov pšenice

Väčšina štúdií problematiky rodového pôvodu pšenice siatej navrhovala *Ae. speltoides* ako B a G genómový donor, a navyše za príslušných oboch materských rodičov označila *T. dicoccoides* a *T. araraticum* (Bahrman et al., 1988; Dvorak, Zhang, 1990; Miyashita et al., 1994; Wang et al., 1997; Maxted, Kell, 2009). Ale návrh *Ae. speltoides* je založený na vzájomnej vzdialenosti týchto druhov od B genómu porovnávaného s ostatnými trávnatými druhmi, ktoré sú medzi tromi genómami pšenice siatej najodlišnejšie od ich predchodcov, a podľa niektorých výskumov, aj najpremenlivejšie (Talbert et al., 1995; Huang et al., 2002). Ako pre D genómový donor z predchodcov bol pevne určený ázijský *Ae. tauschii*, ktorý má veľmi širokú distribúciu (Hillman, 1975; Dvorak et al., 1998). Nesbitt (2001) navrhuje západný *Ae. tauschii* ssp. *strangulata*, ktorý sa nachádza na juhu Kaukazského pohoria tzv. "Transkaukázii" a juhovýchodnom kaspickom regióne, ako pôvodný donor, na rozdiel od počiatočného kandidáta, ssp. *tauschii* z juhovýchodného Turecka a západného Iránu. Bol by však potrebný dôkaz na overenie tohto dôležitého ukazovateľa.

Divorastúci príbuzní pšenice

Van Slageren (1994) navrhuje génovú zásobáreň pšenice sietej rozdeliť podľa príbuznosti na primárnych, sekundárnych a terciálnych divoko rastúcich predchodcov:

– Primárni divisorastúci príbuzní

Patria sem druhy *Triticum aestivum* subsp. *compactum* subsp. *macha*, subsp. *spelta*, subsp. *sphaerococcum*; *T. monococcum* subsp. *aegilopoides* (divorastúca pšenica jednozrnová), subsp. *monococcum* (kultivovaná pšenica jednozrnová); *T. timopheevii* subsp. *armeniaceum*, subsp. *durum*, subsp. *timopheevii*; *T. turgidum* subsp. *carthlicum*, subsp. *dicocoides* (divorastúca forma), subsp. *dicoccon* (kultivovaná forma), subsp. *durum*, subsp. *paleocolchicum*, subsp. *polonicum*, subsp. *turanicum*, subsp. *turgidum*; *T. urartu*; *T. zhukovskii*

– Sekundárni divisorastúci príbuzní

Do tejto skupiny patria všetky druhy *Aegilops* (obzvlášť *Ae. biuncialis*, *Ae. columnaris*, *Ae. crassa*, *Ae. cylindrica*, *Ae. geniculata*, *Ae. juvenalis*, *Ae. neglecta*, *Ae. speltoides*, *Ae. tauschii*, *Ae. triuncialis*, *Ae. umbellulata* a *Ae. ventricosa*) a *Amblyopyrum muticum*.

– Terciálni divisorastúci príbuzní

Van Slageren (1994) za terciálnych divoko rastúcich príbuzných navrhol mnoho druhov *Agropyron* a *Elymus*, a ostatných viacej vzdialených príslušníkov podčeľade *Triticeae*.

Distribúcia a centrum diverzity pšenice a jej divoko rastúcich predchodcov

Primárnym centrom prirodzenej distribúcie *Triticum* a *Aegilops* je tzv. "Transkaukázia" (Transcaucasia), tzv. "Úrodný polmesiac" (The Fertile Crescent) a východný stredozemský región, kde sa druhy stále krížia voľne medzi sebou a taktiež s druhom *Secale*. Kultivované pšenice sa rozšírili z týchto regiónov v neolitických časoch (Zeven, 1979) a založili sekundárne centrá variácie v pohorí Hindúkuš, Číne a Japonsku; a pravdepodobne africkej Sahary. Distribúcia kultivovaných druhov *Triticum* je silne ovplyvnená ľuďmi. Hexaploidné druhy sa nachádzajú celosvetovo v suchších a chladnejších regiónoch, tetraploidné druhy sa nachádzajú v stredozemnej panve, Transkaukázii a Etiópii, a diploidné druhy sú viac obmedzené na severovýchod Stredozemia (Kimber, Feldman, 1987). Druhy *Aegilops* majú omnoho širšiu distribúciu, zasahujúc od Stredozemia až do centrálnej Ázie, rovnako ako do Transkaukázie a Úrodného polmesiaca (van Slageren, 1994). Divorastúce druhy *Triticum* rastú do stredných až väčších veľkostí. Sú to relatívne kompaktné populácie, zatiaľ čo diploidné druhy *Aegilops* sú zvyčajne nájdené v menších, viacej rozložených populáciách (*Ae. speltoides* je výnimkou; van Slageren, 1994). Tetraploidné druhy *Triticum* sa často nachádzajú v obrovských, hustých expozíciách, odrážajúc ich invázny, burinný habitus. Sú základnými pasienkovými druhmi, ktoré inklinujú k okupovaniu chudobných, skalnatých a suchých pôd, ale reagujú dobre aj na lepšie pôdy. Uprednostňujú otvorené stepné komunity, degradované listnaté lesy (napr. duby a pistácie), okraje ciest, hranice kultivácie plodín a nedávno narušenú krajinu. Klimaticky sú druhy *Triticum* a *Aegilops* obmedzené na oblasti s horúcimi, suchými letami a studenými zrážkami pri mori, zatiaľ čo môžu byť taktiež nájdené v suchých kontinentálnych oblastiach so studenšími zimami. Celkové pásmo nadmorskej výšky druhu je od -400 (blízko Mŕtveho mora) do 2700 m, ale najviac druhov je viac menej špecifických a sú najčastejšie nájdené od 500–1200 m (van Slageren, 1994).

Známe použitie divisorastúcich predkov pšenice pri šľachtení plodín

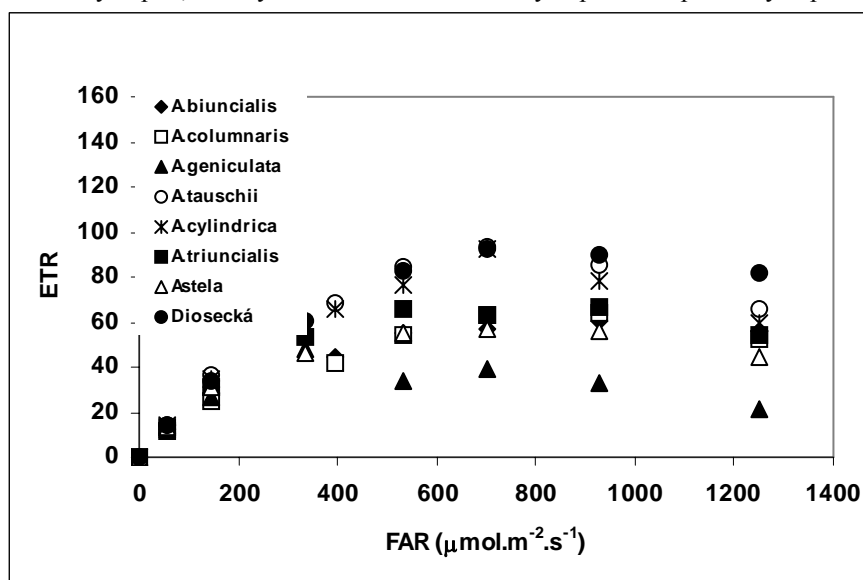
História a rozšírenie používania divoko rastúcich príbuzných plodín pri šľachtení pšenice je bezkonkurenčná (Hodgkin, Hajjar, 2008). Millet *et al.* (2008) je toho názoru, že divokí príbuzní pšenice stále majú potenciálne prídavné využiteľné vlastnosti technologickej a výživnej kvality, ktoré sú obzvlášť dôležité v časoch klimatických zmien. McFadden (1930) bol prvým človekom, ktorý preniesol potrebnú vlastnosť pomocou vnútro špecifického kríženia z tetraploidnej pšenice do hexaploidnej pšenice, keď introdukoval rezistenciu voči hubovitému ochoreniu, ktoré v r. 1930 devastovalo produkciu pšenice v USA. McFadden, použitím v tých časoch priekopníckej genetiky rastlín, vyvinul odrodu pšenice Hope, ktorá bola rezistentná voči hrdzi stonkovej a zachránil tak amerických pestovateľov pšenice pred kalamitou. Od tej doby bolo z druhu *Aegilops* do pšenice introdukovaných oveľa viacej prospešných vlastností ako rezistencia voči mnohým chorobám akými sú hrdze, *Septoria*, plesne, škvrnitosť; ďalej rezistencia voči mnohým škodcom a vylepšili sa aj kvalitatívne vlastnosti ohľadne proteínového a glutenínového zloženia zrna, potlačenie odnožovania a tolerancie voči vysokej a nízkej teplote, nedostatku a nadbytku vody, zasoleniu a pod.

Druhy *Aegilops*, blízko príbuzné pšenici, majú dobrú toleranciu na niektoré z hlavných abiotických stresových faktorov (van Slageren 1994; Molnár *et al.* 2004). Obzvlášť tetraploidné mnohoštetty (*Aegilops biuncialis* L., 2n = 4x = 28, UbUbMbMb) majú dobrú toleranciu na sucho, ktorá ich robí vhodnými pre vylepšovanie tolerancie voči suchu pre pšenicu (Molnár *et al.* 2004). Diploidné mnohoštetty, ako *Ae. tauschii* Coss. (DD), *Ae. bicornis* (SbSb) a *Ae. speltoides* Tausch. (SS) majú taktiež niekoľko výhod. B a D genómovým donorom pšenice sú genotypy *Ae. speltoides* a *Ae. tauschii*, z ktorých je cez chromozóm gén prenášaný do hexaploidnej pšenice jednoduchšie ako z *Ae. biuncialis*. Využitie druhu *Aegilops* má pri pšenici oveľa širší genetický základ. Nedávno bolo preskúmané, že aj keď bolo z druhov *Aegilops* do pšenice transferovaných mnoho užitočných vlastností, stále ostáva mnoho ďalších špecifických rysov, ktoré môžu

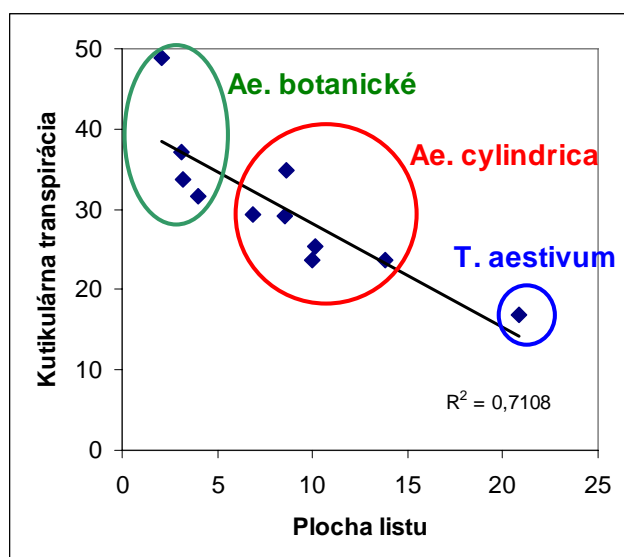
byť využívané s pomocou moderných molekulárnych charakteristík, hlavne pri druhoch *Aegilops* už predtým hodnotených (Schneider *et al.*, 2008), a preto je potrebné z fyziologického hľadiska tieto vlastnosti divoko rastúcich predchodcov pšenice dôkladne preskúmať a hlbšie pochopiť mechanizmy, ktorými tieto rastliny odpovedajú na pôsobenie stresových faktorov, a vďaka nim sú schopné prežiť v takých zhoršených environmentálnych podmienkach, kde pšenica toho nie je schopná.

Ciele a perspektívy

Divoko rastúci predchodcovia pšenice rodu *Aegilops* sú nositeľmi špecifických vlastností (rezistencia voči rôznym chorobám a škodcom, tolerancia voči suchu, teplu, zasoleniu a pod.). Na základe fyziologických štúdií je možné tieto vlastnosti preniesť pomocou medzidruhového kríženia do žiadaných poľnohospodárskych plodín, ktorými je najmä pšenica, ktorá tvorí až jednu pätinu celosvetovej produkcie kalórií. Ale taktiež by bolo možné využiť tieto vlastnosti pri mnohých ďalších poľnohospodárskych plodinách, ktoré majú rovnaký typ metabolizmu a spoločný genetický základ. Pri mnohých genotypoch *Aegilops* bolo dokázané, že majú lepšiu tepelnú toleranciu ako pšenica počas sucha, stávajúc sa tak vhodnými pre vylepšenie tepelnej tolerancie pšenice pomocou medzidruhového kríženia, umožňujúcim jej prežiť suché a horúce obdobia v poľných podmienkach a zároveň tak nestratiť kvalitu a kvantitu produkcie v drsných podmienkach. Tento fakt umožňuje využiť najmä tetraploidné mnohoštetý (*Aegilops biuncialis* L.), ktoré majú dobrú toleranciu na sucha a taktiež diploidné mnohoštetý, ako *Ae. tauschii* Coss., *Ae. Bicornis* a *Ae. speltoides* Tausch., z ktorých je jednoduchšie prenášanie génu sprostredkovaného pomocou chromozómu do hexaploidnej pšenice, ako z *Ae. biuncialis*. Tieto vlastnosti tepelnej a vodnej tolerancie, ale aj rezistencie voči chorobám a škodcom, ktoré majú taktiež vysoký podiel na redukcii celkovej produkcie obilnín sú nesmierne významné a cenné najmä v dnešných časoch klimatických zmien spojených s globálnym otepľovaním. Mnohí odborníci upozorňujú na nárast celosvetovej teploty sporej s pribúdaním suchých a neúrodných pôd, v ktorých mnohé z našich hlavných poľnohospodárskych plodín nebudú schopné prežiť.



Obr. 1. Príklad diverzity v aktivite fotosyntetického aparátu vyplývajúci z meraní rýchlosti elektrónového transportu (ETR) počas merania svetelnej krivky fotosyntézy (pri zmene intenzity žiarenia – FAR) rôznych druhov *Aegilops*, vo vzťahu k starej krajovej odrode *Dioisecká* a aktuálnej odrode *Astela*.



Obr. 2: Vzťah medzi kutikulárnou transpiráciou a veľkosťou plochy listu s vyznačením príslušnosti k *Aegilops cylindrica* Host. resp. k iným botanickým druhom rodu *Aegilops*, ukazuje že aj v rámci toho istého druhu môžeme nájsť pomerne značné rozdiely v priepustnosti kutikuly (Zdroj: Živčák M., nepublikované).

Pod'akovanie: Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0770-07.

Literatúra

- ARAUS, J.L. - SLAFER, G.A. - ROYO, C. - DOLORES, S.M. 2008. Šľachtenie pre úrodový potenciál a adaptáciu na stresy obilnín (Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals): Kritická správa. In *Plant Science*, roč. 27, 2008, s. 377–412.
- BAHRMAN, N. - ZIVY, M. - THIELLEMENT, H. 1988. Genetické príbuzenstvo *Sitopsis* sekcie so pšenice a pôvod B genómu polyploidných pšeníc (Genetic relationships in the *Sitopsis* section of Triticum and the origin of the B genome of polyploid wheats). In *Heredity*, roč. 61, 1988, s. 473-480.
- DVORAK, J. - ZHANG, H.B. 1990. Zmeny v opakovaných nukleotidových radoch vrhajúce svetlo na fylogénu pšenice B a G gonómy (Variation in repeated nucleotide sequences sheds light on the phylogeny of the wheat B and D genomes). In *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, roč. 87, 1990, s. 9640-9644.
- DVORAK, J. - LUO, M.C. - YANG, Z.I. - ZHANG, H.B. 1998. Štruktúra genetického fondu *Aegilops tauschii* a vývoj hexaploidnej pšenice (The Structure of the *Aegilops tauschii* gene pool and the Evolution of Hexaploid Wheat), In *Theo. Appl. Genet.*, roč. 97, 1998, s. 657-670.
- FAOstat. 2008. Potravinová a poľnohospodárska organizácia spojených národov (Food and Agriculture Organization of the United Nations) [online]. Dostupné na internete: < <http://faostat.fao.org> > (prístupné 20. februára 2009).
- FELDMAN, M. - LUPTON, F.G.H. - MILLER, T.E. 1995. Pšenice: Vývoj plodín (Wheats: Evolution of crop plants), 2. vyd. Londýn: Longman Scientific, 1995, s. 184–192.
- HILLMAN, G. C. 1975. Príloha A. Rastlinné pozostatky z Tell Abu Hureyra (The Plant Remains from Tell Abu Hureyra): Úvodná správa. In Pokračovanie prehistorickej spoločnosti (Proceedings of the Prehistoric Society), roč. 41, 1975, s. 70-73.
- HODGKIN, T. - HAJJAR, R. 2008. Využívanie divoko rastúcich príbuzných plodín pre ich šľachtenie: Trendy a perspektívy (Using crop wild relatives for crop improvement: trends and perspectives). In *Maxted, N., Ford, Lloyd, B.V., Kell, S.P., Iriondo, J., Dulloo, E. and Turok, J. (eds.) Crop Wild Relative Conservation and Use.*, Wallingford: CABI Publishing, s. 535–548.
- HUANG, Q. - BORNER, A. - RODER, S. - GANAL, W. 2002. Posudzovanie genetickej diverzity zárodočnej plazmy pšenice *Triticum aestivum* L. použitím mikrosatelitných ukazovateľov (Assessing genetic diversity of wheat *Triticum aestivum* L. germplasm using microsatellite markers). In *Theor. Appl. Genet.*, roč.105, 2002, č. 3, s. 699-70.
- KIMBER, G. - FELDMAN, M. 1987. Divoká pšenica, Úvod: Špeciálna správa (Wild Wheat, an introduction: Special Report 353), Columbia : College of Agriculture, University of Missouri, 1987, 146 s.
- LEV-YADUN S. - GOPHER A. - ABBO S. 2000. Kolíska poľnohospodárstva (The cradle of agriculture). In *Science*, roč. 288, 2000, s. 1602–1603.
- LINNAEUS, C. 1753. Species Plantarum, 1. vyd., Stockholm: Salvius, 1753, č. 2, s. 996, 1050–1051.
- MANNERS, G.R. - VAN SLAGEREN, M. 1998. Výskum a produkcia: Taxonómia obilnín používaná v hlavnej žilnate (Research and Production: Cereal Taxonomy Used in Rachis). In *Rachis*, roč. 17, 1998, č. 1 a 2, s. 1–6.
- MCFADDEN, E.S. 1930. Úspešný prenos vlastností z pšenice dvojzrnovej do *Triticum vulgare* (A successful transfer of emmer characters to vulgare wheat). In *Journal of the American Society of Agronomy*, roč. 22, 1930, s. 1020–1034.

- MCFADDEN, E.S. - SEARS, E.R. 1946. Pôvod pšenice špaldovej a jej voľné mlátenie hexaploidných príbuzných (The origin of *Triticum spelta* and its free-threshing hexaploid relatives). In *Journal of heredity*, roč. 37, 1946, s. 81–107.
- MAXTED, N. - KELL, S.P. 2009. Založenie globálnej siete pre in situ konzerváciu divokých príbuzných plodín: Pozícia a potreby (Establishment of a Global Network for the In Situ Conservation of Crop Wild Relatives: Status and Needs). FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome, Italy, 2009, 266 s.
- MILLET, E., - MANISTERSKI, J. – BEN-YEHUDA, P. 2008. Využívanie divokých obilnín pre šľachtenie pšenice v Inštitúte šľachtenia obilnín (Exploitation of wild cereal for wheat improvement in the Institute for Cereal Crop improvement). In *Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V., Kell, S.P., Iriondo, J., Dulloo, E. and Turok, J. (eds.) Crop Wild Relative Conservation and Use*. Wallingford: CAB International , s. 556–565.
- MIYASHITA N.T. - MORI, N. - TSUNEWAKI, K. 1994. Molekulárne zmeny v oblasti DNA chloroplastov v rodových druhoch pšenice (Molecular variation in the chloroplast DNA regions in ancestral species of wheat). In *Genetics*, roč. 137, 1994, s. 883-889.
- MOLNÁR, I. - GÁSPÁR, L. – SÁRVÁRI, É. – DULAI, S. – HOFFMANN, B. - MOLNÁR-LÁNG, M. - GALIBA, G. 2004. Fylogické a morfológické odpovede na vodný stres u *Aegilops biuncialis* a *Triticum aestivum* genotypoch s rozdielnou toleranciou na sucho (Physiological and morphological responses to water stress in *Aegilops biuncialis* and *Triticum aestivum* genotypes with differing tolerance to drought). In *Funct. Plant Biol.* roč. 31, 2004, s. 1149-1159.
- MORRISON, L.A. 2001. Percivalov herbár a taxonómia pšenice: včerašok, dnešok a zajrašok (The Percival Herbarium and wheat taxonomy: yesterday, today and Tomorrow), In *Wheat Taxonomy: Dedičstvo Johna Percivala*, The Linnean Special Issue 3, The Linnean Society of London, Londýn, GB: Academic Press, s. 65-80.
- NESBITT, M. 2001. Evolúcia pšenice: zjednotenie archeologických a biologických dôkazov (Wheat evolution: integrating archaeological and biological evidence). In *Wheat Taxonomy: Dedičstvo Johna Percivala*, The Linnean Special Issue 3, The Linnean Society of London, London, GB : Academic Press, s. 37-59.
- SOOD, S. 2008. Molecular Characterization of Threshability Genes in Wheat, Manhattan, Kansas: Kansas State University, 194 s.
- SCHNEIDER, A. - MOLNÁR I. - MOLNÁR-LÁNG, M. 2008. Využitie druhov *Aegilops* (mnohoštetov) na rozšírenie genetickej diverzity kultivovanej pšenice (Utilization of *Aegilops* (goatgrass) species to widen the genetic diversity of cultivated wheat). In *Euphytica*, roč.163, s. 1–19.
- TALBERT, L.E. - BLAKE, N.K. - STORLIE, E.W. - LAVIN, M. 1995. Premennivosť pšenice založená na malom prepise podobností DNA radu (Variability in wheat based on low-copy DNA sequence comparisons). In *Genome*, roč. 38, 1995, s. 951-7.
- VAN SLAGEREN M.W. 1994. Divoké pšenice: monografia *Aegilops* L. a *Amblyopyrum* (Jaub and Spach) Eig (Poaceae) (Wild wheats: a monograph of *Aegilops* L. and *Amblyopyrum* (Jaub and Spach) Eig (Poaceae)), Agricultural University, Wageningen; International Center for Agricultural Research in Dry Areas, Aleppo, Syria.
- WANG, G.Z. - MIYASHITA, N.T. - TSUNEWAKI, K. 1997. Plazmónové analýzy pšenice *Triticum* a *Aegilops*: PCR jednotlivých vlákien konformačným polymorfizmom (PCR-SSCP) DNA organel (Plasmon analyses of *Triticum* (wheat) and *Aegilops*: PCR-single-strand conformational polymorphism (PCR-SSCP) analyses of organellar DNAs). In *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, roč. 94, 1997, s. 14570-14577
- ZEVEN, A.C. 1979. Polyploidy a domestikácia: pôvod a prežitie polyploidov v zmesi cytotypov (Polyploidy and domestication: the origin and survival of polyploids in cytotype mixtures). In *Basic Life Science*, roč. 13, 1979, s. 385–407.

Kontaktná adresa autorov:

Brestič, M., Valigurová A. Katedra fyziológie rastlín, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Hauptvogel P. Centrum výskumu rastlinnej výroby, Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská 122, Piešťany

**PREDIKCIA PRODUKTIVITY HYBRIDNÝCH POPULÁCIÍ PŠENICE LETNEJ
F. OZIMNÁ NA ZÁKLADE FENOTYPOVÝCH CHARAKTERISTÍK
RODIČOVSKÝCH ODRÔD
PREDICTING PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT HYBRID POPULATIONS
FROM PHENOTYPIC VALUES OF PARENTS**

Alžbeta ŽOFAJOVÁ – Darina MUCHOVÁ – Mária LICHVÁROVÁ – František
ONDREJČÁK

Relations among parental cultivars and hybrid populations were utilised at the set of 11 parental cultivars and 10 F3 and F4 populations for predicting grain yield of hybrid populations. Analysis was based on the data from 4 experiments (2 years, 2 localities) with parental cultivars and populations (F3, F4), respectively. Strong correlations ($r=0.845^{++}$, $r=0.887^{++}$, $r=0.899^{++}$) were found between predicted data of hybrid populations calculated from parental data and observed (real) data of hybrid population.

Key words: winter wheat, parent, population, prediction

Úvod

Efektívnosť šľachtiteľskej práce závisí od možnosti predikcie najvhodnejších rodičov do programu hybridizácie a od spoľahlivosti predikcie genetického zisku medzi rôznymi kombináciami kríženia a medzi líniami vnútri kríženia. Potenciálny počet odrôd pre hybridizáciu je extrémne veľký, pričom väčšina kombinácií je šľachtiteľsky neefektívna. SCHNELL, UTZ (1975) zaviedli pre tvorbu línii tzv. koncept úžitkových krížení. Úžitkovosť kríženia $i \times j$ definovali ako $U_{ij} = C_{ij} \times R_{ij}$, kde C_{ij} je populačný priemer všetkých možných homozygotných línii v danej kombinácii a R_{ij} je očakávaný selekčný zisk, ktorý závisí od genetickej variácie medzi homozygotnými líniami, pri ktorých variabilita nie je už zaťažená neaditívnymi efektmi (σ_{gy}^2), od heritability znaku a od intenzity selekcie. Za spoľahlivý odhad C_{ij} môže byť považovaný priemer rodičov (m_{ij}), ak ide o aditívnu dedičnosť. Medzi C_{ij} a m_{ij} boli zistené stredné až silné vzťahy (SCHUT et al. 1998). Avšak odhad genetickej variability σ_{gij}^2 na základe informácií o rodičoch nie je možný (UTZ et al. 2001). V citovaných prácach bolo dokázané, že z porovnania fenotypových a genotypových charakteristík rodičovských odrôd a ich hybridných populácií a línii je možné určiť vhodné ukazovatele pre výber rodičov do kríženia.

Cieľom výskumu bolo overiť možnosť predikcie produktivity hybridných populácií pšenice letnej f. ozimná na základe výkonnosti ich rodičovských odrôd.

Materiál a metódy

V rokoch 2007/08 a 2008/09 sme na VS Borovce a na VŠS Malý Šariš založili poľné pokusy s 10 hybridnými populáciami pšenice letnej f. ozimná generácií F3 a F4, jednotlivo a s 11 rodičovskými odrodami (tab. 1). Program kríženia, samotné kríženie a vedenie generácií F1 a F2 bolo vykonané na VŠS Malý Šariš.

Pokusy s hybridnými populáciami a rodičovskými odrodami boli jednotlivo založené metódou znáhodnených blokov v dvoch opakovaníach. Do pokusov s hybridnými populáciami bola zaradená kontrola Torysa, ktorá bola zároveň jedným z rodičov. V priebehu vegetácie sme vykonávali bežné fenologické pozorovania, v príspevku uvádzame hodnotenie úrody zrna.

Pomocou jednoduchej lineárnej regresie sme predikovali produktivitu (vyjadrenú úrodou zrna) hybridných populácií na základe produktivity rodičov, na základe interakcie genotyp \times rok a na základe interakcie miesto \times rok. Pre spracovanie údajov sme použili štatistický balík programov Statgrafics 5.0.

Výsledky a diskusia

Pri hybridných populáciách úrodu zrna významne ovplyvnili všetky sledované faktory (rok, miesto, populácie) a tiež niektoré interakcie (rok \times miesto, miesto \times populácia) (tabuľku analýzy rozptylu a priemer podľa hlavných faktorov neuvádzame). Hybridné populácie dosiahli v priemere vyššiu úrodu zrna v druhom roku sledovania (F4 generácia) (takmer o 2 t.ha⁻¹) a v Malom Šariši (o 1,46 t.ha⁻¹ viac v porovnaní s Borovcami) (tab. 1). Najvyššiu úrodu zrna mala v priemere populácia 3 (8,70 t.ha⁻¹), čo je o 8,3 % viac v porovnaní s celkovým priemerom populácií. Štyri populácie mali podpriemernú úrodu zrna. Variačné rozpätie medzi populáciou s najnižšou priemernou úrodou zrna (9) a s najvyššou úrodou zrna (3) bolo 1,2 t.ha⁻¹.

Priemerné úrody zrna súboru populácií a rodičov podľa jednotlivých rokov a miest sú uvedené v tab. 1. V každom roku a lokalite vyššiu priemernú úrodu zrna mal súbor rodičov. Väčšie rozdiely medzi súbormi (rodičia, populácie) v sledovaných dvoch rokoch boli na lokalite Borovce než v Malom Šariši (Borovce – 1,88; 1,37 t.ha⁻¹, Malý Šariš – 0,63; 0,59 t.ha⁻¹). Takmer vo všetkých pokusoch (okrem pokusu Borovce, 2007/08) boli medzi populáciami významné rozdiely, pričom variačné rozpätie bolo približne rovnaké a pohybovalo sa od 1,43 do 1,93 t.ha⁻¹. V dvoch (zo štyroch hodnotených) pokusoch najvyššiu úrodu zrna mala

populácia 3-K 2322 (Herman / Torysa). Iba vo vegetácii 2007/08 na lokalite Borovce najúrodnejšou bola populácia 6-K 2369 (Rapsodia / Axis). Deklarovaná vysoká úroda zrna rodičovských odrôd Herman a Rapsodia bola zistená tiež v našich pokusoch a prejavila sa tiež v niektorých z nich odvodených populáciách.

Rodičovské odrody boli v hodnotených pokusoch diferencované viac ako súbory populácií. Najvyšší rozdiel medzi minimálnou a maximálnou úrodou zrna bol v Borovciach vo vegetácii 2008/09 (3,41 t.ha⁻¹) a najnižší v Malom Šariši (1,9 t.ha⁻¹). Podobne ako pri súbore populácií aj pri rodičovských odrodách najvyššia priemerná úroda zrna bola vo vegetácii 2008/09 v Malom Šariši (pri oboch súboroch vyššia úroda zrna o cca 2,7 t.ha⁻¹ v porovnaní s vegetáciou 2007/08).

Vypočítali sme korelácie a regresie medzi predikovanými hodnotami hybridných populácií odhadnutými z údajov rodičov a pozorovanými údajmi hybridných populácií. Korelácie vypočítané z priemerných hodnôt z dvoch miest a z dvoch rokov môžeme považovať za genetické, pretože vzťah nebol ovplyvnený ani rokom ani miestom. Ďalšie korelácie sme vypočítali z priemerných hodnôt populácia x rok alebo populácia x miesto. Tieto korelačné koeficienty sú ovplyvnené reakciou genotypu na podmienky roku alebo podmienky miest. Vzťahy vo všetkých troch prípadoch boli približne rovnako silné ($r=0,845^{++}$, $r=0,887^{++}$, $r=0,899^{++}$) a preto sú spoľahlivé. Odhad sa môže urobiť z údajov rodičov z jedného roku pre ďalší rok a tiež z jedného miesta na ďalšie miesto.

Záver

Vzťahy medzi rodičovskými odrodami a hybridnými populáciami je možné využiť na predikciu výkonnosti, alebo vlastností hybridných populácií dopredu už na základe experimentov rodičovských odrôd, z ktorých je možné odhadnúť populačný priemer, genotypový efekt, efekt interakcie G x E a efekt chyby.

Literatúra

- SCHNELL, F.W. – UTZ, H.F.: F₁ – Leistung und Elternwahl in der Züchtung von Selbstbefruchtern p. 243-248. Bericht über die Arbeitstagung der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter. BAL Gumpenstein, 1975, Gumpenstein, Austria
- SCHUT, J.W. – DOURLEIJN, C.J. – BOS, I.: Cross and line prediction in barley using F₄ small-plot yield trials. 1998, 21-43. In J.W. Shut. Prediction of cross performance in barley. Ph.D. thesis. Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands.
- UTZ, H.F. – BOHN, M. – MELCHINGER, A.E.: Predicting progeny means and variances of winter wheat crosses from phenotypic values of their parents. Crop Science, 41, 2001, 1470-1478.

Tabuľka 1: Priemerná úroda zrna (t.ha⁻¹) populácií a rodičovských odrôd pšenice letnej f. ozimnej podľa jednotlivých rokov a miest

Populácie, pôvod	R1M1	R1M2	R2M1	R2M2	Rodič	R1M1	R1M2	R2M1	R2M2
\bar{x}	6,91	7,18	7,68	10,45	\bar{x}	8,79	8,55	8,31	11,04
1-K 2308 1x6	6,39	7,21	7,34	9,83	1-Axis	8,30	7,72	8,46	9,99
2-K 2316 3x1	7,31	6,48	8,34	10,15	2-Barroko	9,23	9,10	8,57	12,15
3-K 2322 4x11	6,96	8,35	7,86	11,65	3-Caphorn	10,19	7,78	7,59	12,02
4-K 2323 5x1	6,14	6,89	7,18	10,47	4-Hermann	8,65	9,05	9,21	12,39
5-K 2368 2x10	7,81	7,85	7,63	10,14	5-Ilias	7,73	8,90	7,73	11,35
6-K 2369 7x1	7,36	7,06	8,38	10,40	6-Noah	7,41	7,68	7,46	10,41
7-K 2378 8x3	7,93	6,46	7,88	10,61	7-Rapsodia	10,63	9,59	9,36	12,13
8-K 2382 8x7	7,50	6,93	7,82	10,23	8-Sulamit	8,73	8,24	8,13	9,64
9-K 2389 11x6	5,88	6,89	7,16	10,06	9-Vercors	7,78	6,79	7,83	10,59
10-K 2393 9x11	6,13	6,84	6,95	10,69	10-Verita	9,38	10,20	8,69	10,45
11-Torysa	6,64	7,97	7,96	10,68	11-Torysa	8,64	8,95	8,42	10,30
LSD _{0,05}	-	0,942	0,711	0,575	LSD _{0,05}	1,215	0,656	1,129	1,165

R1 – vegetácia 2007/8, R2 - vegetácia 2008/9, M1 – Borovce, M2 – Malý Šariš

Výskum bol podporený projektmi: MP SR 2006 UO 27/091 05 01/091 05 10 - 06 - 02 a APVV v rámci projektu VSMP-P-0056-09.

Adresa autorov:

Alžbeta Žofajová, CVRV Piešťany - Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská 122, 921 01 Piešťany, zofajova@vurv.sk, Darina Muchová, Mária Lichvárová, František Ondrejčák, CVRV Piešťany – Výskumno-sľachtiteľská stanica Malý Šariš, 080 01 Prešov

Zborník: Hodnotenie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo.

Editor: Ing. Pavol Hauptvogel, PhD.

Vydavateľ: Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany

Typografia: Jarmila Ponišťová

Náklad: 60

Rok vydania: 2010

Rukopisy neprešli odbornou ani jazykovou úpravou.
Za odborný obsah zodpovedajú autori.

ISBN 978-80-89417-13-1

