

Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EU

# Hodnotenie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo



centrum výskumu rastlinnej výroby piešťany

Piešťany, 2013

CENTRUM VÝSKUMU RASTLINNEJ VÝROBY PIEŠŤANY

**Hodnotenie genetických zdrojov rastlín  
pre výživu a poľnohospodárstvo**

Zborník zo 7. medzinárodnej vedeckej konferencie

28. mája 2013

Názov: Hodnotenie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo

Editor: Daniela Benediková

Autorský kolektív:

AL BEYROUTIOVÁ Maja  
BALÁTOVÁ Zuzana  
BENEDIKOVÁ Daniela  
BENKOVÁ Michaela  
BOJNANSKÁ Katarína  
BRESTIČ Marián  
CERKAL Radim  
ČERNÝ Ivan  
ČIČOVÁ Iveta  
DOTLAČIL Ladislav  
DREVEŇÁKOVÁ Petra  
DUŠINSKÝ Roman  
DVORÁČEK Václav  
EHRENBERGEROVÁ Jaroslava  
ELIÁŠ Pavol  
FEJÉR Jozef  
FERENCOVÁ Jana  
FIALOVÁ Silvia  
FILOVÁ Angelika  
GRANČAI Daniel  
GREGOROVÁ Zuzana  
GUBIŠ Jozef  
GUBIŠOVÁ Marcela  
HAUPTVOGEL Pavol  
HAVRAN Marina  
HAVRLETOVÁ Michaela  
HERMUTH Jiří  
HOLKOVÁ Ludmila  
HUNKOVÁ Elena  
IŠTVÁNOVÁ Zuzana  
JAKUBEC Bruno  
JANOVSKÁ Dagmar  
KAMENNÍKOVÁ Miroslava  
KOVÁR Marek  
KRIVOSUDSKÁ Eleonóra

LAKNEROVÁ Ivana  
LIBANTOVÁ Jana  
MAGLOVSKI Marína  
MARTINCOVÁ Janka  
MARTÍNEK Petr  
MARTINKOVÁ Lenka  
MATUŠÍKOVÁ Ildikó  
MÁTYÁS Martin  
MENDEL Ľubomír  
MÉSZÁROS Patrik  
MICHALCOVÁ Veronika  
MICHALKO Jaroslav  
MODRANSKÝ Juraj  
MORAVČÍKOVÁ Jana  
MÚDRY Pavol  
OLŠOVSKÁ Katarína  
PASTIRČÁK Martin  
PLUHÁČKOVÁ Helena  
PROHASKOVÁ Anna  
PROKEŠOVÁ Lenka  
RYBANSKÝ Ľubomír  
SLABÁ Veronika  
SMUTNÁ Pavlína  
SOCHA Peter  
STEHNO Zdeněk  
STRAŇÁKOVÁ Aneta  
SVOBODOVÁ Leona  
ŠNAJDAR Norbert  
ŠTEFÁNIKOVÁ Michaela  
ŠVEC Miroslav  
ŤAŽKÝ Anton  
TRUHLÁŘOVÁ Eva  
VACULOVÁ Kateřina  
ŽIVČÁK Marek  
ŽOFAJOVÁ Alžbeta

© CVRV Piešťany

ISBN 978-80-89417-49-0

## OBSAH

Benediková, D.: Aktivity FAO Komisie genetických zdrojov pre výživu a poľnohospodárstvo.....	5
Černý, I., Mátyás, M., Kovár, M.: Analýza kvalitatívnych a kvantitatívnych ukazovateľov vybraných vysoko olejnatých hybridov slnečnice ročnej ( <i>Helianthus annuus</i> L.) .....	8
Jakubec, B., Modranský, J., Ištvánová, Z.: Zhodnotenie výskytu a rozmanitosti jabloní na vybraných lokalitách.....	10
Ehrenbergerová, J., Vaculová, K., Laknerová, I., Stehno, Z., Pluháčková, H., Martínek, P., Cerkal, R., Smutná, P.: Semenárske vlastnosti genových zdrojů pšenice a ječmene.....	14
Dotlačil, L., Hermuth, J., Stehno, Z., Dvořáček, V., Svobodová, L.: Hodnocení a výběr donorů cenných znaků z české kolekce pšenice.....	17
Švec, M., Dušínský, R., Michalcová, V., Al Beyroutiová, M., Hauptvogel, P.: Reliktné tetraploidné pšenice - potenciálne genetické zdroje pre šľachtenie tritikale a pšenice tvrdej.....	21
Benková, M., Mendel, E., Havrlentová, M.: Hodnotenie vybraných znakov v slovenskom genofonde jačmeňa siateho formy jarnej.....	24
Fialová, S., Čičová, I., Kamenníková, M., Eliáš, P., Ťažký, A., Grančai, D.: Variabilita taxónov rodu <i>Thymus</i> L. z hľadiska zloženia silice.....	28
Krivosudská, E., Filová, A., Ferencová, J.: Reakcie inokulovaných genetických zdrojov sóje v podmienkach vodného stresu.....	32
Fejér, J.: Hodnotenie krajových populácií maku siateho ( <i>Papaver somniferum</i> L.).....	35
Balátová, Z., Brestič, M., Olšovská, K., Živčák, M., Hunková, E., Ferencová, J.: Genotypovo špecifické reakcie jarných pšeníc podmienené vysokou teplotou.....	39
Šnajdar, N.: Mapovanie biotopov v okolí prírodnej rezervácie Katarína.....	43
Mendel, E.: Diverzita genetických zdrojov tritikale formy ozimnej v podmienkach kukuričnej výrobnjej oblasti.....	47
Socha, P., Maglovski, M., Mészáros, P., Michalko, J., Gregorová, Z., Matušíková, I., Libantová, J., Moravčíková, J., Hauptvogel, P., Rybanský, L.: Využitie SSR analýzy na predikciu nízkej akumuláčnej schopnosti voči kadmium v semenách sóje.....	51
Hauptvogel, P., Hermuth, J., Stehno, Z., Dvořáček, V., Dotlačil, L.: Charakteristika genofondu odrôd pšenice českého a slovenského pôvodu.....	53
Hermuth, J., Janovská, D.: Využití genetických zdrojů čiroků, jejich potenciálu pro možný šlechtitelský program v České republice.....	57
Dvořáček, V., Prohasková, A.: Možnosti FT-NIR spektrometrie pro predikciu vybraných perspektivních parametrů technologické jakosti pšeničného zrna.....	60
Žofajová, A., Hauptvogel, P.: Akumulácia a translokácia biomasy odrôd pšenice letnej f. ozimnej.....	62
Gubišová, M., Žofajová, A., Bojnanská, K., Gubiš, J.: Sida obojpohlavná – spôsoby zakladania porastu.....	64

Slabá, V. Holková, L., Smutná, P.: Rozdíly v stresových reakcích na sucho v potomstvu rostlin ječmene odvozených z křížení tolerantního a citlivého rodičovského genotypu.....	67
Múdry, P.: Edukačné a praktické využitie nových učebných textov pri mapovaní genetických zdrojov rastlín polymorfizmom enzýmov.....	69
Múdry, P., Štefániková, M., Martinková, L., Čičová, I.: Mapovanie genetických zdrojov láskavca ( <i>Amaranthus</i> sp. L) polymorfizmom enzýmov .....	71
Truhlářová, E., Prokešová, L., Holková, L., Smutná, P.: Molekulární analýzy stresové reakce linií pšenice adaptovaných na podmínky nedostatku vláhy.....	73
Pastirčák, M.: Huby prirodzene napadajúce semená hospodársky významných rastlín.....	75
Múdry, P., Straňáková, A., Havran, M.: Modifikovaná metodológia analýzy polymorfizmu enzýmov genofondu ovsa ( <i>Avena</i> sp. L.).....	77
Martincová, J.: Botanicko terénny prieskum lúčnych porastov okolia Banskej Bystrice .....	79
Dreveháková, P., Živčák, M., Brestič, M., Olšovská, K.: Variabilita fotosyntetických reakcií pšenice s rôznou úrovňou plošdie v podmienkach vodného stresu.....	82
Hauptvogel, P., Havrlentová, M.: Identifikácia významných kvalitatívnych vlastností v odrodách pšenice .....	86

## Aktivity FAO Komisie genetických zdrojov pre výživu a poľnohospodárstvo

### Activities of FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture

Daniela BENEDIKOVÁ

*The fourteenth session of the UN Food and Agriculture Organization's (FAO) Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture (CGRFA 14) was held from 15-19 April 2013, at FAO headquarters, in Rome, Italy, and marked the Commission's 30th anniversary. Commission has mandate for all spectrum genetic resources related to plant, forest, animal and aquatic and micro-organisms and invertebrates, the meeting gathered more than 200 participants. The Commission addressed a series of sectorial and cross-sectorial issues under its Multi-Year Programme of Work, including the preparation of state of the world reports on biodiversity for food and agriculture, and on forest, animal and aquatic genetic resources; targets and indicators; climate change; access and benefit-sharing, arrangements for genetic resources for food and agriculture; biodiversity and nutrition; and various issues related to genetic resources above-mentioned. It also reviewed its relationship with the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture) and cooperation with other international instruments and organizations. Finally, the Commission adopted the Strategic Plan 2014-2021, gene bank standards for plant genetic resources.*

*The 15th regular session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture is expected 19-23 January 2015 at Rome, Italy.*

*Key words: FAO Commission, genetic resources, plant, animals, aquatic genetic resources, microorganism*

#### Úvod

Štrnásť zasadnutie FAO Komisie pre genetické zdroje pre výživu a poľnohospodárstvo sa konalo v dňoch 15. až 19. apríla 2013 v sídle FAO v Ríme. Konalo sa v roku, kedy komisia oslavuje 30. výročie svojho vzniku. Komisia má za sebou dlhú cestu aktivít a dosiahla celý rad významných úspechov. Jej história je veľmi úzko spojená s dlhoročnými vyjednávania až po konečné prijatie právne záväznej Medzinárodnej zmluvy o rastlinných genetických zdrojoch pre výživu a poľnohospodárstvo. Pri svojom vzniku v roku 1983 bola komisia zameraná len na aktivity spojené s genetickými zdrojmi rastlín. Dnes je mandát komisie rozšírený a zahŕňa celé spektrum genetických zdrojov pre výživu a poľnohospodárstvo: rastlinné, živočíšne, lesné, vodné a mikrobiálne genetické zdroje.

#### Poslanie a záver zriadenia komisie

Komisia pre rastlinné genetické zdroje bola založená v roku 1983. V roku 1995 došlo k jej premenovaniu na Komisiu pre genetické zdroje pre výživu a poľnohospodárstvo z dôvodu, aby sa odrážal jej rozšírený mandát i v názve. Z celosvetového hľadiska je dôležité aby komisia zahŕňala ochranu všetkých komponentov biodiverzity pre výživu a poľnohospodárstvo teda okrem rastlín i živočíchy, vodné, lesné genetické zdroje a tiež i mikroorganizmy a bezstavovce. Komisia dnes má 177 členských krajín vrátane Európskej únie. Hlavným cieľom aktivít komisie je zabezpečenie ochrany a trvalo udržateľného využívania genetických zdrojov pre výživu a poľnohospodárstvo, rovnako ako i spravodlivé a rovnocenné využívanie výhod vyplývajúcich z ich využívania.

Komisia rozvíja a monitoruje Globálny systém pre rastlinné genetické zdroje a globálnu stratégiu pre riadenie genetických zdrojov hospodárskych zvierat. To tiež uľahčuje spoluprácu medzi FAO a inými orgánmi vrátane Konferencie zmluvných strán Dohovoru o biologickej diverzite (CBD), ktorého pravidelné stretnutia sa konajú každé dva roky. Komisia má i tri pomocné orgány, Medzivládne technické pracovné skupiny pre rastliny, zvieratá a lesné genetické zdroje pre riešenie špecifických problémov v týchto oblastiach.

#### Stručná história činnosti komisie

Vývoj globálneho systému pre genetické zdroje rastlín sa začal v roku 1983 zriadením komisie. Prvá Svetová správa o stave genetických zdrojov rastlín bola predstavená na štvrtej medzinárodnej technickej konferencii konanej v Lipsku, v Nemecku v roku 1996. Globálny akčný plán (GPA), ktorý bol prijatý na konferencii, zahŕňa súbor dvadsiatich aktivít rozdelených na štyri skupiny.

V roku 1993 sa začala vytvárať Globálna stratégia pre riadenie genetických zdrojov hospodárskych zvierat, v rámci poskytnutia technickej pomoci krajinám. Tá sa skladala z vytvorenia medzivládneho mechanizmu pre rozvoj politiky v krajinách tak, aby sa dali implementovať národné stratégie. Bol vytvorený komunikačný a informačný systém pre domáce zvieratá (DAD-IS), ktorý napomáha pri implementácii stratégie v jednotlivých krajinách.

Na deviatom zasadnutí komisie v Ríme v októbri 2002 bola činnosť zameraná na problematiku prípravy prvej svetovej správy o stave genetických zdrojov zvierat a prípravu Globálneho plánu akcií genetických

zdrojov rastlín. Delegáti sa zaoberali i revidovaním návrhu Dohody o poskytovaní biologického materiálu (sMTA), pre účely medzinárodnej výmeny vzoriek z génových bánk.

Desiate zasadnutie komisie v roku 2004 bolo venované prvej svetovej správe o stave genetických zdrojov zvierat. Bolo uložené zorganizovať Medzinárodnú technickú konferenciu o genetických zdrojoch zvierat v roku 2007, pri príležitosti ukončenia prvej správy o stave genetických zdrojov zvierat. Ďalej bolo komisii uložené pripraviť na ďalšie zasadnutie dlhodobé plány činnosti (MYPOW), ktoré by zahŕňali štúdie o stave a potrebách lesných genetických zdrojov, vodných a mikrobiálnych genetických zdrojov, ochranu biodiverzity, a problematiku prístupu ku genetickým zdrojom.

Medzinárodná zmluva o genetických zdrojoch rastlín nadobudla platnosť 29. júna 2004. Zatiaľ ku koncu apríla 2013 má 128 zmluvných strán. Je to právne záväzný nástroj, ktorý sa zameriava na ochranu a udržateľné využívanie genetických zdrojov rastlín a spravodlivé rozdelenie prínosov z nich pre udržateľné poľnohospodárstvo a zabezpečenie výživy. Významný je najmä Zoznam plodín uvedený v Prílohe I, ktorý vymedzuje rozsah multilaterálneho systému a zahŕňa 35 rodov a 29 druhov, najmä krmovín.

Na svojom jedenástom zasadnutí komisia v Ríme v roku 2007 prijala Dlhodobý plán činností (10 ročný), obsahujúci súhrn úloh na ochranu biodiverzity a genetických zdrojov rastlín, zvierat, lesných, vodných genetických zdrojov a mikroorganizmov a bezstavovcov pre výživu a poľnohospodárstvo. Delegáti sa tiež dohodli na deklarácii o návrhu prípravy Svetového plánu akcií pre genetické zdroje zvierat.

Prvá medzinárodná technická konferencia o genetických zdrojoch zvierat sa konala v septembri 2007 v Interlaken vo Švajčiarsku. Súčasťou konferencie bolo predloženie svetovej správy o stave genetických zdrojoch zvierat, jej prijatie, príprava Globálneho plánu akcií pre zvieratá a prijatie deklarácie z Interlaken.

V októbri 2009 sa konalo dvanásťte zasadnutie komisie, kde bol prijatý strategický plán 2010-2017 pre realizáciu dlhodobých plánov akcií. Komisia tiež prijala nový rokovací poriadok a opatrenia pre spravodlivé delenie sa o prínosy z využívania genetických zdrojov. V rámci programu bol ďalej prijatý návrh a štruktúra pre svetovú správu o stave lesných genetických zdrojov a vytvorenie medzivládnej pracovnej komisie pre lesné genetické zdroje.

Na trinástom zasadnutí komisie v júli 2011 prijala komisia druhý globálny plán akcií pre genetické zdroje rastlín, ako významný medzník plnenia dlhoročných plánov činností. Komisia tiež zmenila hlavné výstupy a míľniky na roky 2013 až 2021. Bola zriadená ad hoc technická pracovná skupina pre spravodlivé delenie sa o prínosy z využívania genetických zdrojov. Boli postavené nové pravidlá pre spoluprácu komisie s ostatnými medzinárodnými organizáciami (ITPGR, CBD.).

#### Výsledky 14. zasadnutia Komisie

Štrnásťte zasadnutie OSN pre výživu a poľnohospodárstvo organizácie FAO Komisie pre genetické zdroje pre výživu a poľnohospodárstvo (CGRFA 14) sa konalo 15.-19. apríla 2013 za účasti viac ako 200 delegátov, vrátane zástupcov vlád, medzivládnych, mimovládnych a poľnohospodárskych organizácií a medzinárodných poľnohospodárskych výskumných centier.

Zasadnutie komisie sa konalo podľa programu a viedol ho Brad Fraleigh z Kanady. V úvode sa jednalo o prípravu Správy o stave svetovej biodiverzity, ktorá by mala byť predstavená na 16. Zasadnutí komisie, preto FAO vyzvalo príslušné medzinárodné organizácie aby sa zapojili do procesu prípravy tejto správy. Ďalej sa riešil rad odvetvových a medzirezortných otázok, týkajúcich sa Dlhoročného pracovného plánu (MYPOW), vrátane prípravy svetových správ o stave lesných genetických zdrojov živočíchov a mikroorganizmov. Komisia ďalej prehodnotila svoj vzťah k Medzinárodnej zmluve o rastlinných genetických zdrojoch pre výživu a poľnohospodárstvo (International Treaty) a spoluprácu s ostatnými medzinárodnými nástrojmi a organizáciami.

Komisia prijala strategický plán na roky 2011-2020 pre posilnenie práce na cieľoch a indikátoroch vo vzťahu k implementácii Dohovoru o biologickej diverzite a pre monitorovanie biodiverzity podľa záverov z jednania v Aichi. Komisia pripraví správu o stave genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo na 15. zasadnutie v januári 2015. Komisia ďalej prijala ukazovatele na monitorovanie druhej správy Globálneho plánu akcií (GPA) pre rastlinné genetické zdroje a vyzvala členské štáty, aby pripomienkovali formát správy s cieľom zabezpečiť jasnosť pre zaistenie flexibility a konzistencie dát. Dôležitým bodom programu bolo i zaistenie bezpečnosti potravín v súvislosti so zmenou klímy v rámci pracovného programu.

Tajomník Medzinárodnej zmluvy Shakeel Bhatti vyzval účastníkov na diskusiu k problematike pre správne využívanie genetických zdrojov a spravodlivé delenie sa o prínosy z ich využívania (ABS), je potrebné zabezpečiť spoluprácu s Protokolom z Nagoje a vytvoriť modelové zmluvy a kódexy správania sa pre medzinárodné postupy a nástroje, ktoré majú byť zdieľané s Dohovorom o biologickej diverzite (CBD).

V rámci prejednávania problematiky jednotlivých skupín genetických zdrojov bola hodnotená situácia pri príprave Správy o stave svetových genetických zdrojoch lesných druhov, ktorá by mala byť finalizovaná v septembri 2013. V problematike genetických zdrojov zvierat nastal pokrok od zasadnutia v Interlaken, kde bola prezentovaná prvá správa o stave genetických zdrojov živočíchov a kde sa začalo s realizáciou Globálneho akčného plánu pre genetické zdroje zvierat. Delegáti schválili dotazník pre prípravu druhej správy, ktorá by mala byť predložená na 15. zasadnutí komisie v roku 2015. Novinkou je vypracovanie tematickej štúdie, z oblasti vodných genetických zdrojov (stav rybolovu a akvakultúry). Komisia súhlasí

s tým, aby štruktúra správy zahŕňala okrem iného aj *in situ* a *ex situ* uchovávanie vodných genetických zdrojov, relevantné politiky a právne predpisy vrátane ABS a medzinárodnej spolupráce.

Sekretariát komisie predstavil dokument pre potrebu ochrany genetických zdrojov mikroorganizmov a bezstavovcov, najmä tých organizmov, ktoré zabezpečujú úrodnosť pôdy, sú využiteľné vo výžive ľudí a zvierat, v rôznych systémoch rastlinnej výroby, poľnohospodársko-priemyselných procesoch a pri spracovaní potravín.

Bola predložená realizácia druhého Globálneho plánu akcií s tým, že uvedené činnosti prispievajú aj k vypracovaniu tretej správy o stave genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo. FAO poskytne harmonogram prípravy tretej správy o stave genetických zdrojov rastlín pre pracovnú skupinu rastlín. 15. Pracovná skupina pre rastlinné genetické zdroje preskúma návrh usmernení pre vnútroštátnu formuláciu politiky semenárstva a FAO zväzi poskytovanie technickej podpory pre stanovenie genetických rezerv na zachovanie *in situ* divorastúcich a ich príbuzných druhov (Crop Wild Relatives).

Významným výsledkom z jednaní komisie je schválenie štandardu pre génové banky, ktoré okrem iného i uľahčí ochranu genetických zdrojov na celom svete. Štandardy budú zverejnené a rozšírené čím sa zvýši povedomie o ich dôležitosti.

V záverečný deň zasadnutia sa okrem iného delegáti zaoberali i problematikou spolupráce s Medzinárodnou zmluvou, kde boli zdôraznené spoločné oblasti záujmu, ktoré môžu viesť k funkčnému rozdeleniu úloh.

Strategický plán na roky 2014-2021, ktorý komisia prijala obsahuje víziu zachovania biodiverzity pre výživu a poľnohospodárstvo a podporu jej využitia, na zabezpečenie celosvetovej potravinovej bezpečnosti a udržateľného rozvoja pre súčasné i budúce generácie. Strategický plán obsahuje päť cieľov, spojených s konkrétnymi úlohami a výstupmi. Vzhľadom na dlhšie obdobie je potrebné zladit' tento strategický plán s FAO strednodobým plánom na roky 2014-2017 a s rozpočtom na roky 2014-15.

Na záver jednaní delegáti komisie schválili nominácie členov medzivládnych pracovných skupín pre rastlinné genetické zdroje za EU/ERG: Španielsko, Maďarsko, Poľsko, Turecko a Holandsko. Pracovná skupina pre genetické zdroje zvierat za EU/ERG: Nemecko, Francúzsko, Slovinsko, Švédsko a Švajčiarsko. Pracovná skupina pre genetické zdroje lesných druhov za EU/ERG: Francúzsko, Nórsko, Poľsko, Ruská federácia a Fínsko.

Komisia zvolila Amara Tahiriho z Maroka za predsedu 15 Komisie a členov sekretariátu: K.C. Bansala (India), Paul Rassi (Brazília), Christine Dawson (USA), Elzbieta Martyniuk (Poľsko), Javad Mozafari (Irán) a Williama Wigmore (Cook Islands).

## Záver

Komisia prijala dva dôležité dokumenty a to Globálny akčný plán pre lesné genetické zdroje a Štandardy pre génové banky pre rastlinné genetické zdroje pre výživu a poľnohospodárstvo. Tieto dokumenty sú významné najmä preto, že budú poskytovať cenné rady pre národné akcie, týkajúce sa genetických zdrojov, pre ich zachovanie a trvalo udržateľné využívanie.

Komisia venovala pomerne dlhý časový úsek debate regiónov na preskúmanie úloh Komisie a jej miesto v prepojení na medzinárodnú politiku životného prostredia, venovala sa prístupu ku genetickým zdrojom a ich spoločnému využívaniu prínosov z nich, podrobne analyzovala vplyv klimatickej zmeny na biodiverzitu a významné miesto venovala i novej skupine, a to vodným genetickým zdrojom.

Ďalšími úlohami uloženými v Dlhodobých plánoch pre národné subjekty je príprava revízie implementácie GPA pre genetické zdroje rastlín do roku 2015.

Pre genetické zdroje zvierat pripraviť v roku 2013 revíziu implementácie záverov z Interlakenu a do roku 2015 pripraviť 2. Správu o stave svetových genetických zdrojov zvierat.

Pre vodné genetické zdroje sa musí v roku 2013 pripraviť analýza politiky na identifikáciu rozdielov a príležitostí vo vodných genetických zdrojoch a do roku 2017 pripraviť prvú správu o stave svetových vodných genetických zdrojov.

Pre lesné genetické zdroje sa v roku 2013 urobí prezentácia 2. Svetovej správy o stave genetických zdrojov a do roku 2015 sa bude sledovať stav genetických zdrojov.

Pre genetické zdroje mikroorganizmov a bezstavovcov sa v roku 2013 začne pripravovať prehľadová štúdia o ich stave.

Záverečná správa, ktorá bola prijatá účastníkmi zasadnutia komisie prezentuje všetky významné body rokovania a ich rozhodnutia v ochrane svetovej biodiverzity pre výživu a poľnohospodárstvo. Kompletný dokument zo zasadnutia komisie je dostupný na adrese: [www.fao.org](http://www.fao.org).

## Adresa autora:

doc. Ing. Daniela Benediková, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, e-mail: [benedikova@vurv.sk](mailto:benedikova@vurv.sk)



## **Analýza kvalitatívnych a kvantitatívnych ukazovateľov vybraných vysoko olejnatých hybridov slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.)**

### **Analysis of qualitative and quantitative indicators of selected high-oleic sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.)**

Ivan ČERNÝ - Martin MÁTYÁS - Marek KOVÁR

*The aim of this experiment was analyzed qualitative and quantitative indicators of selected high oleic sunflower hybrids. Field polyfactorial experiment was carried out at the experimental base of Centre of Plant Biology and Ecology FAFR SUA in Nitra Dolná Malanta in the year 2012. The factor of experiment was hybrids. During the experimental year was evaluated achene yield and fat content of selected sunflower hybrids. From the results follow, that the hybrids influenced achene yield statistically nonsignificant and fat content statistically high significant. The highest yield (2, 84 t.ha<sup>-1</sup>) was found by NK Brio and the highest fat content (53, 98 %) was found by NK Neoma.*

*Key words: sunflower, hybrids, achene yield, fat content*

#### **Úvod**

Úroda nažiek a obsah tukov slnečnice ročnej sú dané komplexom kvantitatívnych a kvalitatívnych ukazovateľov, ktoré sú podmienené genetickými vlastnosťami biologického materiálu, agroekologickými faktormi prostredia a ich vzájomnými interakciami (Leon et al., 2003; Černý et al., 2008). Veľmi dôležitým faktorom úspešného pestovania slnečnice ročnej je vhodný výber hybridu (Šilha a Zukalová, 2010). Na Slovensku tvoria najväčšiu skupinu registrovaných hybridov slnečnice ročnej klasické olejnaté hybridy s obsahom oleja minimálne 40 %, druhou skupinou sú hybridy s vyšším obsahom kyseliny olejovej (min. 80 %) a poslednú skupinu tvoria proteínové tzv. potravinárske slnečnice (Hudecová, 2010). Využívanie nových hybridov s vysokým úrodovým potenciálom a vysokým obsahom tukov posunulo pestovanie slnečnice ročnej z produkčných oblastí nižšej kategórie do produkčne intenzívnejších oblastí (Pepó et al., 2003). Baranyk (2010), pri výbere vhodného hybridu pre konkrétnu výrobnú oblasť, odporúča venovať pozornosť skorosti hybridu a jeho tolerancii voči významným chorobám. Za významnú považuje dosahovanú úrodu a jej kvalitu, a to najmä vo vzťahu k ročníkovej stabilite.

#### **Materiál a metódy**

Poľný polyfaktorový pokus bol realizovaný v roku 2012 na experimentálnej báze Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre Dolná Malanta. Experimentálna báza sa nachádza v kukuričnej výrobnéj oblasti, charakterizovanej ako teplá a mierne suchá, s miernou zimou a dlhým slnečným svitom. Pokusy boli realizované na hnedozemi kultizemnej. Predplodinou slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.), bola pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Základné hnojenie bolo uskutočnené bilančnou metódou, na základe agrochemického rozboru pôdy na predpokladanú výšku úrody 3 t.ha<sup>-1</sup>. Obrábanie pôdy (podmienka, hlboká jesenná orba) a spôsob založenia porastu (medziriadková vzdialenosť 0,70 m, vzdialenosť v riadku 0,22 m) boli uskutočňované v súlade so zásadami konvenčnej technológie pestovania slnečnice ročnej. Pokus bol založený metódou kolmo delených blokov, pričom stupne faktorov boli rozmiestnené v náhodnom usporiadaní v 3 opakovaníach. V rámci biologického materiálu boli použité hybridy: NK Brio: dvojlíniový hybrid s normálnym typom oleja, má vysoký úrodový potenciál, je tolerantný k bežne sa vyskytujúcim chorobám. Má rýchly počiatkový vývoj, vysokú toleranciu proti suchu a nie je citlivý na extrémne skoré výsevy. NK Neoma: dvojlíniový stredne neskorý hybrid s normálnym typom oleja, imidazolin rezistentný hybrid odvodený od hybridu NK Brio. Priemerný obsah oleja v nažkách 47,3 %. Rastliny sú nižšieho vzrastu. Veľmi dobre reaguje na intenzifikačné faktory a štandardnú fungicídnu ochranu. NK Ferti: dvojlíniový stredne skorý hybrid, odvodený z hybridu NK Brio s vyšším podielom kyseliny olejovej. Má podobné parametre a správanie sa v prostredí ako hybrid NK Brio, tolerantný k celému komplexu listových chorôb.

Cieľom príspevku bolo analyzovať vplyv vybraných vysoko olejnatých hybridov na kvantitatívne a kvalitatívne ukazovatele slnečnice ročnej.

#### **Výsledky a diskusia**

Základom pre trvalo udržateľnú produkciu slnečnice ročnej, v súvislosti so zmenou klimatických podmienok, je správny výber hybridu (Pepó et al., 2003). V nami sledovanom roku 2012 bola dosiahnutá priemerná úroda nažiek 2,77 t.ha<sup>-1</sup> a priemerný obsah tukov v nažkách 52,64 %. Najvyššia úroda nažiek (2,84 t.ha<sup>-1</sup>) bola dosiahnutá pri hybride NK Brio, čo bolo o 0,11 t.ha<sup>-1</sup> viac ako pri hybride NK Neoma, kde bola dosiahnutá najnižšia úroda nažiek (2,73 t.ha<sup>-1</sup>) a o 0,1 t.ha<sup>-1</sup> viac ako pri hybride NK Ferti (2,74 t.ha<sup>-1</sup>) (Tab. 1). Vplyv biologického materiálu na úrodu nažiek bol štatisticky nepreukazný (Tab. 3), čo je v rozpore s tvrdením Veverkovej (2011), ktorá uvádza pre danú pestovateľskú lokalitu štatisticky vysoko preukazný vplyv hybridov na úrodu nažiek.

Z hľadiska obsahu tukov bol v experimentálnom roku 2012 zistený najvyšší obsah tukov (53,98 %) pri

hybride NK Neoma, ktorý bol o 2,66 % vyšší ako pri hybride NK Ferti, kde bol zistený najnižší obsah tukov (51,32 %) (Tab. 1) a o 1,37 % vyšší ako pri hybride NK Brio (52,61 %). Vplyv biologického materiálu na obsah tukov v nažkách slnečnice ročnej bol štatisticky vysoko preukazný, podobné výsledky popisuje vo svojej práci aj Pepó (2010) (Tab. 4).

Tabuľka 1: Vplyv hybridov na úrodu nažiek v t.ha<sup>-1</sup> a obsah tukov v %

Hybrid	Úroda v t.ha <sup>-1</sup>	Obsah tuku v %
NK Brio	2,84	52,61
NK Neoma	2,73	53,98
NK Ferti	2,74	51,32

Tabuľka 3: Štatistické rozdiely vplyvu biologického materiálu na úrodu nažiek

Hybrid	Úroda nažiek (t.ha <sup>-1</sup> )	1
NK Neoma	2,725833	****
NK Ferti	2,736667	****
NK Brio	2,839167	****

Tabuľka 4: Štatistické rozdiely vplyvu biologického materiálu na obsah tukov

Hybrid	Obsah tuku (%)	1	2	3
NK Neoma	51,31667	****		
NK Ferti	52,60917		****	
NK Brio	53,97917			****

## Záver

V poľnom polyfaktorovom pokuse realizovanom v roku 2012, bol analyzovaný vplyv biologického materiálu na úrodu nažiek a obsah tukov v nažkách slnečnice ročnej. V experimentálnom roku 2012 bola zistená priemerná úroda nažiek 2,77 t.ha<sup>-1</sup> a priemerný obsah tukov 52,64 %. Ako najvýkonnejší, z hľadiska dosiahnutej úrody nažiek, bol hybrid NK Brio, z hľadiska obsahu tukov bol najvýkonnejším hybrid NK Neoma. Vplyv biologického materiálu na úrodu nažiek bol štatisticky nepreukazný. Z pohľadu získaného obsahu tukov bol vplyv biologického materiálu štatisticky vysoko preukazný.

**Pod'akovanie:** Práca bola financovaná Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva Slovenskej republiky, číslo projektu VEGA 1/0093/13 Racionalizácia pestovateľského systému slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) a repy cukrovej (*Beta vulgaris* prov. *altissima* Doell.) v podmienkach globálnej zmeny klímy s dôrazom kladeným na klimatické zmeny, optimalizáciu produkčného procesu, množstva a kvality produkcie.

## Literatúra

- BARANYK, P. et al. 2010. *Olejníny*, 1. vyd., Praha : Profi Press, pp. 206, ISBN 978-80-86726-38-0.
- ČERNÝ, I. – TÖRÖKOVÁ, M. 2008. Úroda nažiek slnečnice ročnej (*Helianthus annuus*, L.) vplyvom variability biologického materiálu. In: Uplatnenie vedy v poľnohospodárstve v kontexte rozvoja vidieka a prihraničnej spolupráce s Ukrajinou: zborník referátov z odborného seminára s medzinárodnou účasťou Zemplínska Širava 29.– 30. Máj 2008, Michalovce: Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu – ústav agroekológie, p. 139 – 144.
- HUDECOVÁ, Z. 2002. Výsledky odrodových slúšok so slnečnicou, In *Olejníny*, Piešťany, Výskumný ústav rastlinnej výroby v Piešťanoch, pp. 109 – 113.
- LEON, A. J. – ANDRADE, F. H. – LEE, M. 2003. Genetic analysis of seed-oil concentration across generations and environments in sunflower, In: *Crop Sci.*, No. 43, pp. 135–140.
- PEPÓ, P. – BÍRÓ, J. – ZSOMBIK, L. 2003. Az évjárat, a trágyázás és a genotípus hatása a napraforgó nehány agronómiai tulajdonságára. In: *Növénytermelés*. No. 52, Vol. 1, pp. 87-101.
- PEPÓ, P. 2010. Sustainable, environmental friendly sunflower production in changing climate conditions. In *Sustainable, environmental friendly field crops production in changing climate conditions*, 1. vyd., Nitra: SPU, pp. 127 – 150, ISBN 978-80-552-0515-1.

## Adresa autorov:

doc. Ing. Ivan Černý, Ing. Martin Mátyás, Katedra rastlinnej výroby FAPZ SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: [ivan.cerny@uniag.sk](mailto:ivan.cerny@uniag.sk); [xmatyas@is.uniag.sk](mailto:xmatyas@is.uniag.sk); Ing. Marek Kovár, Katedra fyziológie rastlín FAPZ SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: [marek.kovar@uniag.sk](mailto:marek.kovar@uniag.sk)

## Zhodnotenie výskytu a rozmanitosti jabloní na vybraných lokalitách

### Evaluation of occurrence and diversity of apple trees in selected localities

Bruno JAKUBEC - Juraj MODRANSKÝ - Zuzana IŠTVÁNOVÁ

*The paper deals with the occurrence of an old and landrace apple trees varieties in various region, where rich gene pool is located and which present endangered cultural and natural heritage. Recorded individuals of Apple trees are classed into the database according to varieties, abundance and frequency. The objective was to assess the gene pool vulnerability in the study area using the database. The results are completed with the period and place of recorded varieties creation.*

*Key words: gene pool conservation, biodiversity, old and landrace of fruit species.*

#### Úvod

Pri súčasnej úrovni poznania problematiky a potreby ochrany genofondu starých a krajových odrôd ovocných drevín má z pohľadu zachovania ich genetickej a odrodovej diverzity primárny význam udržanie a rozvoj súčasne existujúcej genotypovej a fenotypovej variability. Základom je poznanie existujúceho genofondu ovocných drevín v záujmovom území (determinácia odrôd, určenie zdravotného stavu a perspektívnosti jedincov z hľadiska ďalšieho využívania, lokalizácia v teréne). Až splnenie úloh základného výskumu vytvára predpoklad pre aplikačné uplatnenie. Predstavuje ho najmä racionálne rozširovanie vzácnych, produkčne a senzoricky kvalitných a vitálnych odrôd v krajine, či už prostredníctvom podpory ich pestovania miestnym obyvateľstvom a záujmovými skupinami, alebo ochranou *ex-situ*. Článkom sa snažíme prispieť k prvému zo zmienených cieľov. Práca sumarizuje výsledky odrodovej diverzity jabloní (*Malus domestica* Borkh.) na vybraných lokalitách.

#### Materiál a metodika

Výber lokalít sa sústredil do regiónov, kde sme očakávali väčšiu diverzitu ovocných drevín, najmä starých a krajových. V týchto lokalitách boli zadané záverečné práce študentom Fakulty ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, ktorých výskum potvrdil nielen diverzitu, ale výskyt zaujímavých odrôd. Záverečné práce, na ktoré nadviazal aj ďalší cielený výskum, na jednotlivých lokalitách spracovali: Ištvanová (2012) - Žibritov, Zolcerová (2012) - Hrušov, Podolský (2012) - Zaježová, Juríková (2013) - Belá, Uhlár (2012) - Nitrianske Rudno a Maričák (2012) - Čierna Lehota.

Rekognoskácia terénu a prvotný výskum bol realizovaný v niekoľkých etapách počas rokov 2010 a 2011. Získavali sa podklady k jednotlivým územiám, bola realizovaná inventarizácia jabloní podľa metodiky Daniš, Modranský (2006) a bola vyhotovená fotodokumentácia.

Zber plodov prebiehal vždy v septembri až októbri v rokoch 2010 – 2012, v etapách podľa termínu dozrievania plodov. Zvolené termíny korešpondovali s obdobím dozrievania najväčšieho množstvo odrôd, ale neumožnili zachytiť výskyt väčšiny letných odrôd. Z jednotlivých stromov sme odoberali charakteristické plody v počte 3 kusy, ktoré sme označili číslom a dátumom zberu. Následne sme daný strom lokalizovali pomocou GPS, zaznamenali do mapy a označili číslom plodu. Zber plodov prebiehal v intraviláne aj extraviláne, skúmané boli záhrady pri domoch, ovocné sady, líniové formácie, solitéry, hraničné stromy. Na lokalitách Nitrianske Rudno a Čierna Lehota sa výskum obmedzil len na ovocné sady.

Určovanie odrôd jabloní sme realizovali v spolupráci s pomológmi, správcami sadov a miestnymi ovocinármi (Ing. Eva Šídová, PhD., Ing. Stanislav Boček, PhD., Michal Husák, Miroslav Masný, Ing. Miroslav Župník, Karol Vrabel a Ján Ondrisek). Pri určovaní odrôd sme používali literatúru zameranú na staré, krajové a menej známe odrody (Tetera et al., 2006, Dvořák a Vondráček, 1969, Vaněk, 1947, Kamenický, Kohout, 1958, Říha, 1919, a viaceré internetové, najmä zahraničné zdroje). V práci uvádzame názvy odrôd v zmysle citovanej literatúry, pri neurčených odrodách miestne ľudové názvy.

Spracovanie údajov a výsledkov. Zo získaných údajov boli v prostredí geografického informačného systému ArcMap 10 spracované mapy lokalizácie súčasného genofondu jabloní, bola vytvorená databáza jedincov s informáciami o zdravotnom stave, porastovej forme a stave porastu, na niektorých lokalitách aj ďalšie charakteristiky.

#### Výsledky a diskusia

Početnosť zaznamenaných odrôd a frekvencia výskytu

V sledovaných územiach sme determinovali 79 odrôd jabloní, s celkovou početnosťou 922 jedincov (pričom jedince bez úrody v danom roku tu nie sú zahrnuté). Početnosť jednotlivých odrôd uvádzame v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Sortiment jabloní a ich početnosť na sledovaných lokalitách /údaje z rokov 2010 až 2012/.

Odroda	Zaradenie podľa obdobia vzniku	Počet jedincov na lokalite						Počet jedincov podľa odrody	Frekvencia výskytu
		Žibritov	Hrušov*	Zaježová	Belá	Nitrianske Rudno*	Čierna Lehota*		
1. Akane	klasická					3	3	16,67	
2. Ananášová reneta	historická						7	16,67	
3. Antonovka	historická						4	16,67	
4. Astrachán biely	historická		1				1	16,67	
5. Astrachán červený	historická		1				1	16,67	
6. Banánové zimné	klasická		1	5			6	33,33	
7. Batul	klasická	1	1				2	33,33	
8. Baumanova reneta	historická	1	1	5			7	50,00	
9. Black Ben	historická	5					5	16,67	
10. Blenheimská reneta	historická	5			1		7	13	50,00
11. Boikovo	historická	1		1			2	33,33	
12. Boskoopské červené	historická	1			1		2	33,33	
13. Citrónka	krajová	1		11			12	33,33	
14. Citrónové zimné	historická		1				1	16,67	
15. Clivia	moderná	1					1	16,67	
16. Coulonova reneta	historická		1				1	16,67	
17. Coxova reneta	historická		1				2	3	33,33
18. Croncelské	historická	1					1	16,67	
19. Červené tvrdé	historická		1				9	10	33,33
20. Daria	moderná					27	27	16,67	
21. Delicious červený	klasická	2					2	16,67	
22. Doris	moderná		1				1	16,67	
23. Dukát	moderná				2		2	16,67	
24. Erwin Baur	klasická		1				1	16,67	
25. Fuji	klasická	1					1	16,67	
26. Gloster	moderná				1		1	16,67	
27. Golden Delicious	klasická			1	3	10	14	50,00	
28. Gravštýnské	historická		1				1	16,67	
29. Hagloe crab	klasická	1					1	16,67	
30. Hawthorndenské	historická			2			2	16,67	
31. Hontianska končiarka	krajová	16	1	55			72	50,00	
32. Hontianska končiarka červená	krajová	1					1	16,67	
33. Entzovo rozmarýnové	krajová				1		1	16,67	
34. Hruškovka	historická	3					3	16,67	
35. Hviezdnatá reneta	historická	1		2			3	33,33	
36. Idared	klasická	1			5	6	12	50,00	
37. Jadernička moravská	krajová						5	5	16,67
38. Jonagored	moderná	1					1	16,67	
39. Jonathan	historická	21	1	30		285	339	83,33	
40. Júlia	moderná					6	6	16,67	
41. Kalvíl snežný	historická		1				1	16,67	
42. Kalvín červený jesenný	historická			1			1	16,67	
43. Kanadská reneta	historická	16		1		8	25	50,00	
44. Kardinál pásikavý	historická	15	1	14			30	50,00	
45. Kozie cecky	krajová	3					3	16,67	
46. Kožená reneta zimná	historická			8	2		10	33,33	
47. Krasokvet žltý	historická	1					1	16,67	
48. Kukla	krajová						2	2	16,67
49. Kyslý Valing	krajová	1					1	16,67	
50. Landsberská reneta	historická	1					1	16,67	
51. Limburské jesenné	historická	3					3	16,67	
52. Londýnske	historická		1				1	16,67	
53. Lord Lambourne	klasická				1		1	16,67	
54. Macoun	klasická	1					1	16,67	
55. Malinové hornokrajské	historická	2				6	7	15	50,00
56. Nonetit (Matkino)	historická		1		2		1	4	50,00
57. Oldenburgovo	klasická		1				1	16,67	
58. Oldenburgovo červené	moderná				1		1	16,67	
59. Ontario	historická	2			5	52	59	50,00	
60. Panenské české	historická	1					1	16,67	
61. Parkerovo	historická		1	1			2	33,33	
62. Parména letná	historická			17			17	16,67	
63. Parména šarlátová	historická			1			1	16,67	
64. Parména zlatá zimná	historická		1	2		8	11	22	66,67
65. Pogač červený	krajová		1				1	16,67	
66. Priesvitné letné	historická				1		1	16,67	
67. Rubín	moderná				1		1	16,67	
68. Signe Tillisch	historická				2		2	16,67	
69. Solivarské ušlachtilé	klasická	10	1	5	2	8	28	54	100,00
70. Spartan	klasická				19		19	16,67	
71. Starking	klasická		1			10	11	33,33	
72. Strýmka	historická		1				1	16,67	

Odroda	Zaradenie podľa obdobia vzniku	Počet jedincov na lokalite						Počet jedincov podľa odrody	Frekvencia výskytu
		Žibritov	Hrušov*	Zaježová	Belá	Nitrianske Rudno*	Čierna Lehota*		
73. Šampión	moderná				11	19		30	33,33
74. Štetínske červené	historická	4						4	16,67
75. Vínovka	krajová						1	1	16,67
76. Wagnerovo	historická				5			5	16,67
77. Wealthy	historická					7		7	16,67
78. Zuccalmaglioova reneta	klasická		1					1	16,67
79. Zvonkové	historická				2			2	16,67
Počet odrôd		32	26	18	20	14	13	79	
Počet jedincov		125	26	162	68	455	86	922	

\* na lokalite Hrušov nebola zisťovaná početnosť jedincov, na lokalitách Nitrianske Rudno a Čierna Lehota boli mapované ovocné sady.

Medzi najpočetnejšími odrodami nájdeme najmä historické a klasické odrody pretrvávajúce vo výsadbách ovocných sádov (Jonathan, Ontario), no i obľúbené staršie (Solivarské ušľachtilé, Kardinál pásikavý) a krajové (Hontianska končiarka) odrody. Odrodová skladba je bohatšia, pretože nie všetky jedince sa nám podarilo určiť. Medzi tridsiatkou neurčených vzoriek sú pravdepodobne opakovane zastúpené rovnaké, či menej rozšírené krajové odrody. Údaje o početnosti vytvárajú spolu s údajmi o frekvencii výskytu rámec pre posúdenie ohrozenosti danej odrody. Medzi odrody s vysokou frekvenciou patrí odroda Solivarské ušľachtilé (vo všetkých sledovaných územiach), Jonathan s frekvenciou 83,33 % a Parména zlatá zimná s frekvenciou 66,66 %. Tieto odrody predstavujú len 3,80 % zo zaznamenaných odrôd.

K odrodám so strednou frekvenciou sme zaradili Baumanovu renetu, Blenheimskú renetu, Golden Delicious, Hontiansku končiarku, Idared, Kanadskú renetu, Kardinál pásikavý, Malinové hornokrajské, Nonetit a Ontario; spolu 12,66 % zaznamenaných odrôd. Najvyššiu frekvenciu výskytu majú historické a klasické odrody. Odrody s nízkou frekvenciou predstavujú 15,21 % všetkých odrôd. Väčšina zaznamenaných odrôd má veľmi nízku frekvenciu, zachytené boli len na jedinej lokalite, až 68,35 % odrôd. A aj keď nebolo cieľom práce skúmané lokality navzájom porovnávať, predsa je zjavné, že údaje o početnosti a frekvencii výskytu naznačujú značné rozdiely v odrodovej diverzite sledovaných území.

#### Obdobie vzniku odrôd

Zastúpenie odrôd podľa doby ich vytvorenia, či objavenia (Tab. 2) nám dáva predstavu o výskyte a zachovaní starších odrôd v existujúcich výsadbách. Snažili sme sa vyhnúť zaužívanému rozdeleniu na staré a moderné odrody, pre jeho nejednoznačnosť. Využili sme preto prácu nemeckého pomológa Boscha, ktorý rozdeľuje odrody na historické (vznikli do roku 1870), klasické (1871 - 1950) a moderné (od roku 1951) (Boček, 2008 <http://www.ekologickelisty.cz>). Neznáma doba vzniku sa týka menej známych krajových odrôd, ktoré nie sú evidované v pomologickej literatúre. Avšak vzhľadom na predchádzajúce tendencie vývoja ovocinárstva predpokladáme, že sa jedná o historické až klasické odrody. Krajové odrody tvoria z celej odrodovej škály viac ako 10 %.

Tabuľka. 2: Rozdelenie odrôd podľa doby vzniku

Odrody podľa doby vzniku	Počet odrôd	%
Historické odrody	43	54,43
Klasické odrody	16	20,25
Moderné odrody	10	12,66
Neznáma doba vzniku	10	12,66
Spolu	79	100

#### Pôvod odrôd

Pri pestovaní odrôd ovocných drevín sa spolu s ich vlastnosťami využíva aj väzba na prírodné prostredie. Existujú však preferencie (regionálne či národné) ich pestovania založené na pôvode ich vzniku.

V sledovaných lokalitách sa najčastejšie vyskytujú európske odrody. Tvoria 50,63 % odrodovej skladby. Najčastejšie sú odrody české (8 odrôd), nemecké (8 odrôd) a anglické (7 odrôd). Nájdeme však aj odrody pochádzajúce z Belgicka (4 odrody), Francúzska (3 odrody), Holandska (2 odrody), Švajčiarska, Škótska, Maďarska, Dánska a z Pobaltia (po 1 odrode). Zastúpené sú aj odrody pochádzajúce zo Severnej Ameriky (19 % odrôd), pričom 13 odrôd pochádza z USA a 2 z Kanady. Ďalšie odrody majú pôvod v Rusku (3 odrody) a Japonsku (2 odrody). Za geograficky pôvodné môžeme podľa dostupných informácií považovať 3 krajové odrody Hontu (Hontianska končiarka, Hontianska končiarka červená a Entzovo rozmarýnové). Skutočný počet krajových odrôd je pravdepodobne vyšší, no pre náročnosť determinácie ich nemôžeme nateraz s určitosťou kvantifikovať a zaradiť (neznámy pôvod má 10,13 % odrôd). Pôvod ďalších 13,92 % zaznamenaných odrôd, najmä historických, už nevieme s presnosťou určiť. Objavujú sa v ovocinárskych archívoch viacerých krajín už ako známe pestované odrody, bez jasného obdobia a miesta vzniku. Viaceré, často susediace krajiny ich tak považujú za vlastné.

Pôvod vzniku však nevystihuje históriu pestovania odrôd. Pestrosť pestovaných odrôd skôr ukazuje na dlhodobý záujem o pestovateľské novinky a rôznorodosť organoleptických a iných vlastností plodov a drevín (rastové vlastnosti, rezistencia, imunita iné.).

Tabuľka 3: Rozdelenie odrôd podľa spôsobu vzniku

Spôsob vzniku	Počet odrôd	%
Náhodný semenáč	12	15,19
Púčiková mutácia	3	3,80
Šľachtenie	22	27,85
Neznámy	42	53,16
Spolu	79	100

#### Spôsobu vzniku

Napriek tomu, že spôsob vzniku väčšiny odrôd nepoznáme, mnohé z pestovaných jabloní vznikli cielene, hybridizáciou. No ako dokumentuje v tabuľke 3, nezanedbateľné percento predstavujú spontánne vzniknuté, náhodné semenáče. Púčikové mutácie sa do sortimentu dostávajú len v malej miere.

#### Záver

Napriek všeobecne vnímanej potrebe ochrany až záchrany genofondu starých a krajových odrôd nájdeme v existujúcich výsadbách stále pomerne značné množstvo odrôd historický a klasických. Tvoria 75 % zaznamenananej odrodovej skladby. Ich početnosť je takisto pomerne vysoká, dosahujú viac ako 92 % determinovaných jedincov. Zaznamenali sme však tiež historické a klasické odrody s nízkou frekvenciou výskytu spolu s nízkou početnosťou. Tie predstavujú teoreticky najohrozenejšie odrody. Na sledovaných lokalitách sú nimi Astrachán biely a červený, Citrónové zimné, Coulonova reneta, Croncelské, Erwin Baur, Fuji, Gravštýnske, Hagloe crab, Hontianska končiarica červená, Entzovo rozmarýnové, Kalvil snežný a Kalvil červený jesenný, Krasokvet žltý, Landsberská reneta, Limburské jesenné, Londýnske, Lord Lambourne, Macoun, Oldenburgovo, Panenské české, Parména šarlátová, Pogač červený, Priesvitné letné, Strýmka, Vínovka, a Zuccalmaglioova reneta. Z nepublikovaných prieskumov však zároveň môžeme konštatovať, že niektoré z uvedených odrôd sa vyskytujú aj na iných doposiaľ komplexne nespracovaných územiach. Ďalšiu prácu chceme preto prioritne orientovať na spoznanie odrodového zloženia ďalších lokalít v rámci racionálne zvolených územných jednotiek.

#### Literatúra:

- BOČEK, S., 2008: Staré odrůdy představují kulturní dědictví In: [www.ekologickelisty.cz](http://www.ekologickelisty.cz), 2008.
- DANIŠ, D. - MODRANSKÝ, J., 2006: Dôsledky impaktu sekundárnej sukcesie na biodiverzitu a životnosť agroekosystémov ovocných sádov na príklade vybranej lokality v Štiavnických vrchoch. In: KOČÍK, K., Benčať, T. - Daniš, D., (eds.), 2008: Hodnotenie základných zložiek poľnohospodárskej krajiny a agroekosystémov. p. 19-25.
- DVOŘÁK, A. - VONDRÁČEK, J., 1969: Jablka- malá pomológia, Státní zemědělské nakladatelství.
- IŠTVÁNOVÁ, Z. 2011: Význam ovocných drevín v katastrálnom území Žibritov pre biodiverzitu krajiny a zachovanie starých a krajových odrôd. Diplomová práca. Technická univerzita vo Zvolene, 73 pp.
- JURÍKOVÁ, V., 2013: Výskyt a vývoj rozšírenia ovocných drevín a hodnotenie ich odrodovej skladby so zameraním na staré a krajové odrody v k.ú. Belá. Bakalárska práca. Technická univerzita vo Zvolene, nepublikované.
- KAMENICKÝ, K. - KOHOUT, K., 1958: Atlas tržních odrůd ovoce, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 4. vydanie, 1958, 336 pp.
- MARIČÁK, M., 2012: Rozšírenie ovocných sádov v k.ú. obce Čierna Lehota s akcentom na možnosti zachovania starých a krajových odrôd. Diplomová práca. Technická univerzita vo Zvolene, 100 pp
- PODOLSKÝ, L., 2012: Výskyt a vývoj rozšírenia ovocných drevín v k.ú. obce Zaježová a hodnotenie ich odrodovej skladby so zameraním na staré a krajové odrody. Bakalárska práca. Technická univerzita vo Zvolene, 46 pp.
- ŘÍHA, J., 1919: České ovoce. Díl III. Jablka. Československá pomologická společnost, Praha. 248 pp
- TETERA, V., 2006: Ovoce Bílých Karpat, ZO ČSOP Bílé Karpaty Veselí nad Moravou, ISBN 80-903444-5-3, pp. 310
- UHLÁR, M., 2012: Rozšírenie ovocných sádov v k.ú. obce Nitrianske Rudno s akcentom na možnosti zachovania starých a krajových odrôd. Diplomová práca. Technická univerzita vo Zvolene, 88 pp
- VANEK J., 1947: Lidová pomologie X – Tretí stovka jablek, Nakladatelství zahradnické literatury (Jozef Vaněk) Chrudim, 108 pp.
- ZOLZEROVÁ, L., 2012: Krajinársko-dendrologické aspekty ovocných sádov obce Hrušov. Diplomová práca. Technická univerzita vo Zvolene, 72 pp.

#### Adresa autorov:

Mgr. Bruno Jakubec PhD., Ing. Juraj Modranský, PhD., Katedra plánovania a tvorby krajiny, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, e-mail: [brumburiak@gmail.com](mailto:brumburiak@gmail.com), [modran@vsld.tuzvo.sk](mailto:modran@vsld.tuzvo.sk), Ing. Zuzana Ištvanová Stredoslovenské múzeum v Banskej Bystrici, Tihányiovský kaštieľ, Radvanská 27, 974 01 Banská Bystrica, e-mail: [istvanova@stredoslovenskemuzeum.sk](mailto:istvanova@stredoslovenskemuzeum.sk).

## Semenářské vlastnosti genových zdrojů pšenice a ječmene

### Seed characteristics of wheat and barley gene resources

Jaroslava EHRENBERGEROVÁ - Kateřina VACULOVÁ - Ivana LAKNEROVÁ - Zdeněk STEHNO - Helena PLUHÁČKOVÁ - Petr MARTÍNEK, Radim CERKAL - Pavlína SMUTNÁ

*The aim of this study was to assess seed characters of the selected gene resources of winter wheat, spring wheat, emmer, and spring barley. The selected set also included wheat genotypes with non-traditional color (purple, blue) of marginal layers of caryopses. In 2012, grain samples for the evaluation were collected from three localities in the CR where the set of gene resources was grown. The results show different levels of the evaluated properties that affect seed quality and quality for a possible food use. The results were affected both by the genotype and growing locality.*

*Key words: germination capacity germination energy, TGW (thousand grain weight), falling number, volume weight*

#### Úvod

Současnou snahou je hledání možností obohacení základních surovin pro výrobu pekařských výrobků novými látkami, které přidají výrobku novou užitnou hodnotu a nové sensorické vlastnosti. Zdroji obohacení dosavadních pekařských výrobků mohou být nově použité genové zdroje pšenice a ječmene poskytnout Laknerová (2011). Z hlediska množení genetických zdrojů je důležité znát parametry jejich osivových vlastností, což bylo předmětem této práce.

#### Materiál a metody

Vybrané genotypy byly pěstovány ve sklizňovém roce 2012 na lokalitách Kroměříž, Žabčice a Praha standardní pěstební technologií. U odebraných vzorků zrna pěti genotypů ječmene jarního (Nudimelanocrithon, KM 1057, AF Lucius, KM 2283, KM 2084), pěti ozimých genotypů pšenice seté (Citrus, 48M, RU 440-6, Indigo, Bona Dea), čtyř odrůd pšenice dvouzrnky (Rudico, May Emmer, Weisser Sommer, Tapioszele) a čtyř genotypů pšenice jarní (UC 66094, ANK-28B, Abyssinskaja Arrasajta, Konini) byla stanovena energie klíčivosti a klíčivost (dle ČSN 46 1100-1 a 46 1011-13), hmotnost tisíce semen (HTS), objemová hmotnost (OH, dle ČSN 46 1011-5) a číslo poklesu (ČP, dle ČSN ISO 3093). Získané výsledky byly zpracovány v programu Statistica 7.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK) analýzou variance a následným mnohonásobným porovnáním průměrných hodnot pomocí Fischerova testu (LSD-test) při  $P=0,05$ .

#### Výsledky a diskuse

Nejnižší průměrná hodnota energie klíčení i klíčivosti souboru genotypů ječmene byla stanovena ve vzorcích vypěstovaných na lokalitě Ruzyně (40 a 66 %) (Tab. 1). Naopak nejvyšší průměrné hodnoty měl soubor vzorků vypěstovaných na lokalitě Kroměříž (88 a 92 %), o něco nižší hodnoty byly stanoveny z lokality Žabčice (80 a 86 %). Z kroměřížských vzorků vynikly nejvyššími hodnotami energie klíčení (95 a 92 %) i klíčivosti linie KM1057 a odrůda AF Lucius (97 a 95 %), naopak statisticky významně nižší hodnoty oproti nim měly genotypy KM2283 (79 a 85 %) a Nudimelanocrithon (86 a 89 %). Stejně jak uvádí Šotníková et al. (2013), lze dle našich výsledků dosáhnout výběrem odrůdy optimálních hodnot klíčení. Podobně u vzorků z žabčické lokality vynikl nejvyššími hodnotami energie klíčení i klíčivosti genotyp Nudimelanocrithon (84 a 91 %), který se tak v klíčivosti společně s linií KM1057 (druhé nejvyšší hodnoty (82 a 89 %) statisticky významně odlišoval od ostatních. Ve vzorcích z Ruzyně dosáhly přijatelných hodnot klíčivosti linie KM1057 (79 %) a genotyp Nudimelanocrithon (83 %). U vzorků pšenice byla vyšší průměrná hodnota zjištěna pro energii klíčení (Tab. 2) z lokality Kroměříž (75 %) a klíčivost naopak z lokality Ruzyně (94 % oproti 88 % v Kroměříži). V Ruzyni vynikla vyšší energií klíčení oproti celému souboru dvouzrnka May Emmer (93 %), nelišila se však významně od hodnot dalších dvouzrnků Rudico a Weisser Sommer (86 a 87 %). Podobně zjistili Chaloupský et al. (2013) vyšší hodnoty klíčivosti při porovnání více druhů pšenice u pšenice seté a dvouzrnky. Shodně s těmito autory jsme v naší práci stanovili vyšší hodnoty klíčivosti v průměru genotypů pšenice ve srovnání se souborem ječmene. Všechny jarní formy pšenice patřily také podobně jako vyjmenované dvouzrnky k těm s vyššími hodnotami. V klíčivosti ale poskytla absolutně nejvyšší hodnotu ozimá odrůda Bona Dea (99 %), nelišila se významně od dalších ozimých odrůd RU 440-6 a Citrus i dvouzrnky May Emmer (97 – 98 %). Nejhorší hodnoty obou znaků klíčivosti měla ozimá odrůda Indigo (22 a 84 %). Z kroměřížských vzorků vynikly v energii klíčení jarní odrůdy UC 66049 (95 %) a Abyssinskaja Arrasajta (92 %). V celkové klíčivosti byly významně lepší oproti ostatním v souboru opět jarní odrůdy UC 66049 (97 %) a Konini (96 %), nejnižší parametry klíčivosti měla pšenice dvouzrnka May Emmer (44 a 68 %).

U genotypů ječmene jarního, shodně na všech lokalitách (Tab. 1), byly zjištěny statisticky významně vyšší hodnoty HTS u genotypu Nudimelanocrithon (42,43 až 49,52 g) a KM 2084 (40,00 až 47,62 g) oproti všem ostatním genotypům. Naprosto nejvyšších hodnot dosáhly tyto dva genotypy z lokality Kroměříž, kde byla také zjištěna nejvyšší průměrná hodnota HTS ze všech stanovišť (43,85 g). Statisticky významně nižší

HTS oproti ostatným genotypům ječmene byla zjištěna u linie KM 2283 (26,94 g) z lokality Žabčice a u linie KM 1057 (32,99 g) z lokality Kroměříž i z lokality Ruzyně (29,93 g). Statisticky významně vyšší HTS měl oproti všem ostatním genotypům pšeníc v Ruzyně (Tab. 2) ozimý genotyp pšenice RU 440-6 (49,82 g), statisticky významně nižší HTS měla oproti ostatním odrůdám Weisser Sommer (28,10 g), která se však statisticky průkazně nelišila od rovněž nižších hodnot odrůd dvouzrněk Rudico a May Emmer (28,21 a 28,38 g). Všechny statisticky nižší hodnoty HTS patřily pšenickým dvouzrnkám. Statisticky významně vyšší hodnotu HTS oproti ostatním vykazala na lokalitě Kroměříž jarní odrůda Abyssinskaja Arrasajta (65,25 g, téměř dvojnásobně vyšší hodnota než u vzorku z Ruzyně!). Nejvyšší hodnoty HTS z Ruzyně byly v Kroměříži překonány také jarními genotypy ANK 28B, Konini a UC66049 (56,41 g, 54,13 g a 52,90 g). Shodně jako na lokalitě Ruzyně byla nejnižší HTS zjištěna ve vzorcích odrůd pšenice dvouzrnky a to u odrůd May Emmer, Weisser Sommer a Rudico (27,55 g, 28,54 g a 29,93 g), přičemž první dva genotypy se hodnotami od sebe statisticky významně nelišily. Jak u genotypů ječmene tak i pšenice byly pozorovány rozdíly v průměrné HTS dle lokalit vypěstování osiva, což obdobně uvádí Dvořáček et al. (2013) u všech sledovaných osivových vlastností obilnin.

Na rozdíl od předchozích vlastností byly v objemové hmotnosti (OH) ječmene jarního (Tab. 1) dosaženy nejlepší výsledky ve vzorcích z lokality Ruzyně, s průměrnou OH 78,52 g a téměř stejná průměrná hodnota byla u vzorků z Žabčic a z Kroměříže (71,52 a 71,35 g). Ve vzorcích z Ruzyně vynikly odrůda AF Lucius (82,36 g), linie KM2283 (81,37 g) a KM2084 (81,10 g), přičemž se tak významně lišily od zbývajících dvou genotypů s nižšími hodnotami OH. Paradoxně vůbec nejnižší hodnota OH byla zjištěna u vzorku AF Lucius z Kroměříže (zde vyšlechtěného) 56,84 g. V souboru genotypů pšeníc (Tab. 2) vynikly statisticky významně vyššími hodnotami oproti všem ostatním jarní genotyp ANK 28B (83,24 g) ve vzorcích z Kroměříže a ozimé odrůdy Bona Dea (79,63 g) a 48M (79,41 g) ve vzorcích z Ruzyně. Statisticky významně nižší hodnoty oproti ostatním vzorkům z příslušných lokalit měla shodně odrůda dvouzrnky Tapioszele z Ruzyně (73,82 g) i z Kroměříže (74,01 g). Průměrné hodnoty z obou lokalit byly shodné (77,50 g), což svědčí o vysokém genetickém vlivu samotných genotypů na tuto vlastnost a menším vlivu prostředí, na rozdíl od předchozích, výše sledovaných znaků.

Ze všech studovaných genotypů ječmene v roce 2012 měla významně vyšší číslo poklesu linie KM 2084 z lokality Ruzyně (743s) ve srovnání s ostatními genotypy (67 – 631 s, (Tab. 1). Významně nižší pádové číslo měly linie ječmene KM 2283 z Žabčic a KM 1057 z Ruzyně (67 a 84 s) oproti ostatním vzorkům (157 – 743 s). Vzorky ječmene pocházející z lokality Ruzyně měly statisticky významně vyšší průměrné číslo poklesu (455 s), oproti vzorkům z lokality Kroměříž (270 s) a Žabčice (182). Z pšeníc měla na obou lokalitách významně vyšší hodnotu čísla poklesu jarní odrůda Konini (450 s) oproti ostatním vzorkům, což může svědčit o její odolnosti vůči porůstání. Významně nižší číslo poklesu měla ozimá pšenice 48M (257 s) ve srovnání s ostatními genotypy pšenice (336 – 450 s). Významně nižší číslo poklesu z lokality Kroměříž bylo zjištěno u jarních genotypů ANK-28B a UC 66094 (310 a 319 s) oproti ostatním vzorkům pšeníc (393 – 490 s).

## Závěr

Byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi průměrnými hodnotami energie klíčení, klíčivosti, hmotnosti tisíce zrn, objemové hmotnosti a čísla poklesu. Rozdíly byly velmi pravděpodobně způsobeny rozdílným genotypem i vlivem odlišných povětrnostních podmínek lokalit pěstování. Rozdíly ve vyjmenovaných znacích byly stanoveny mezi uvnitř souboru ječmene jarního tak i mezi genotypy souborů pšenice ozimé, jarní i dvouzrnky.

**Dedikace:** Tato práce byla podporována projekty NAZV MZ č. QI91B095 a č. QI111B044

## Literatura

- DVOŘÁČEK, V. – PROHASKOVÁ, A. – BRADOVÁ, J. – BLÁHA, L. – STEHNO, Z.: Porovnání vybraných znaků farmářského a certifikovaných osiv obilnin. In: Sborník referátů z XI. Odborného a vědeckého semináře OSIVO A SADBA, Praha 2013, s. 243 -249.
- CHALOUPSKÝ, R. – HONSOVÁ, H. – CAPOUCHOVÁ, I. – KONVALINA, P. - STEHNO Z.: Klíčivost a vitalita osiva vybraných druhů a odrůd jarních obilnin. In: Sborník referátů z XI. Odborného a vědeckého semináře OSIVO A SADBA, Praha 2013, s. 79-82.
- LAKNEROVÁ, I. – MAŠKOVÁ, E. – OUHRABKOVÁ, J. – ERBAN, V. - BALOUNOVÁ, M.: Vliv složení suroviny na senzorkou a nutriční jakost chleba. Úroda 12, 2011, vědecká příloha, s. 491-494. ISSN0139-6013.
- ŠOTTNÍKOVÁ, V. – HŘIVNA, L. – HARTMAN, J.: Vliv obsahu škrobu u ječmene jarního na rychlost klíčení. I, Sborník referátů z XI. Odborného a vědeckého semináře OSIVO A SADBA, Praha 2013, s. 118-123.



Tabuľka. 1: Energie klíčení (EK), klíčivost (K), HTS, objemová hmotnosť (OH) a číslo poklesu (ČP) ve vzorcích ječmene jarního

Ječmen jarní	EK [%]	K [%]	HTS [g]	OH [kg.hl <sup>-1</sup> ]	ČP [s]
<b>Žabčice</b>					
AF Lucius	77 <sup>a</sup>	86 <sup>b</sup>	37,34 <sup>c</sup>	74,08 <sup>c</sup>	185 <sup>c</sup>
KM1057	82 <sup>ab</sup>	89 <sup>c</sup>	34,85 <sup>b</sup>	75,11 <sup>d</sup>	198 <sup>cd</sup>
KM2084	79 <sup>a</sup>	81 <sup>a</sup>	40,00 <sup>d</sup>	74,98 <sup>d</sup>	157 <sup>b</sup>
KM2283	80 <sup>ab</sup>	85 <sup>b</sup>	26,94 <sup>a</sup>	63,6 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>
Nudimelanocrithon	84 <sup>b</sup>	91 <sup>c</sup>	42,43 <sup>e</sup>	69,81 <sup>b</sup>	305 <sup>f</sup>
<i>průměr</i>	80	86	36,31	71,52	182
<b>Ruzyně</b>					
AF Lucius	39 <sup>b</sup>	60 <sup>b</sup>	43,2 <sup>c</sup>	82,36 <sup>d</sup>	602 <sup>h</sup>
KM1057	61 <sup>c</sup>	79 <sup>d</sup>	29,93 <sup>a</sup>	69,31 <sup>a</sup>	84 <sup>a</sup>
KM2084	59 <sup>c</sup>	68 <sup>c</sup>	45,02 <sup>d</sup>	81,1 <sup>c</sup>	743 <sup>j</sup>
KM2283	10 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	40,77 <sup>b</sup>	81,37 <sup>c</sup>	631 <sup>i</sup>
Nudimelanocrithon	32 <sup>b</sup>	83 <sup>d</sup>	46,15 <sup>d</sup>	78,44 <sup>b</sup>	215 <sup>d</sup>
<i>průměr</i>	40	66	41,01	78,52	455
<b>Kroměříž</b>					
AF Lucius	92 <sup>cd</sup>	95 <sup>c</sup>	45,19 <sup>c</sup>	71,07 <sup>b</sup>	324 <sup>fg</sup>
KM1057	95 <sup>d</sup>	97 <sup>c</sup>	32,99 <sup>a</sup>	56,84 <sup>a</sup>	219 <sup>de</sup>
KM2084	90 <sup>bc</sup>	93 <sup>bc</sup>	47,62 <sup>d</sup>	75,18 <sup>c</sup>	245 <sup>e</sup>
KM2283	79 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	43,91 <sup>b</sup>	78,74 <sup>d</sup>	338 <sup>g</sup>
Nudimelanocrithon	86 <sup>b</sup>	89 <sup>ab</sup>	49,52 <sup>e</sup>	74,92 <sup>c</sup>	223 <sup>de</sup>
<i>průměr</i>	88	92	43,85	71,35	270

Pozn.: rozdílná písmena u hodnot ve sloupci označují statisticky významný rozdíl při P= 0,05

Tabuľka. 2: Energie klíčení (EK), klíčivost (K), HTS, objemová hmotnosť (OH) a číslo poklesu (ČP) pšenice

Pšenice	EK [%]	K [%]	HTS [g]	OH [kg.hl <sup>-1</sup> ]	ČP [s]	
<b>Ruzyně</b>						
Ozimé	48M	30 <sup>b</sup>	93 <sup>bcd</sup>	36,65 <sup>c</sup>	79,41 <sup>g</sup>	257 <sup>a</sup>
	Bona Dea	74 <sup>e</sup>	99 <sup>g</sup>	41,74 <sup>g</sup>	79,63 <sup>g</sup>	414 <sup>cde</sup>
	Citrus	43 <sup>c</sup>	98 <sup>fg</sup>	37,85 <sup>d</sup>	78,67 <sup>f</sup>	425 <sup>de</sup>
	Indigo	22 <sup>a</sup>	84 <sup>a</sup>	43,23 <sup>h</sup>	75,49 <sup>b</sup>	396 <sup>c</sup>
	Konini	56 <sup>d</sup>	92 <sup>b</sup>	40,17 <sup>e</sup>	78,95 <sup>f</sup>	450 <sup>f</sup>
	RU 440-6	58 <sup>d</sup>	98 <sup>fg</sup>	49,82 <sup>i</sup>	76,27 <sup>c</sup>	336 <sup>b</sup>
Jarní	Abyssinskaja Arrasajta	89 <sup>fg</sup>	91 <sup>b</sup>	36,75 <sup>c</sup>	75,69 <sup>b</sup>	432 <sup>ef</sup>
	ANK 28B	90 <sup>fg</sup>	92 <sup>bc</sup>	33,54 <sup>b</sup>	81,94 <sup>h</sup>	349 <sup>b</sup>
	UC66049	92 <sup>fg</sup>	92 <sup>bc</sup>	41,04 <sup>f</sup>	77,94 <sup>e</sup>	351 <sup>b</sup>
Dvouzrnky	May Emmer	93 <sup>g</sup>	97 <sup>efg</sup>	28,38 <sup>a</sup>	76,95 <sup>d</sup>	343 <sup>b</sup>
	Rudico	86 <sup>fg</sup>	94 <sup>cde</sup>	28,21 <sup>a</sup>	76,12 <sup>c</sup>	421 <sup>de</sup>
	Tapioszele	85 <sup>f</sup>	92 <sup>bc</sup>	33,27 <sup>b</sup>	73,82 <sup>a</sup>	410 <sup>cde</sup>
	Weisser Sommer	87 <sup>fg</sup>	96 <sup>def</sup>	28,1 <sup>a</sup>	76,81 <sup>d</sup>	407 <sup>cd</sup>
<i>Průměr</i>	69	94	36,83	77,51	384	
<b>Kroměříž</b>						
Ozimé	Konini	65 <sup>b</sup>	96 <sup>ef</sup>	54,13 <sup>e</sup>	78,77 <sup>c</sup>	490 <sup>e</sup>
	Abyssinskaja Arrasajta	92 <sup>c</sup>	94 <sup>de</sup>	65,25 <sup>g</sup>	77,12 <sup>bc</sup>	393 <sup>b</sup>
Jarní	ANK 28B	84 <sup>bc</sup>	89 <sup>c</sup>	56,41 <sup>f</sup>	83,24 <sup>d</sup>	310 <sup>a</sup>
	UC66049	95 <sup>c</sup>	97 <sup>f</sup>	52,9 <sup>d</sup>	78,08 <sup>c</sup>	319 <sup>a</sup>
	May Emmer	44 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	27,55 <sup>a</sup>	75,97 <sup>ab</sup>	407 <sup>bc</sup>
Dvouzrnky	Rudico	66 <sup>b</sup>	83 <sup>b</sup>	29,93 <sup>b</sup>	75,78 <sup>ab</sup>	442 <sup>d</sup>
	Tapioszele	76 <sup>bc</sup>	83 <sup>b</sup>	33,47 <sup>c</sup>	74,01 <sup>a</sup>	419 <sup>c</sup>
	Weisser Sommer	82 <sup>bc</sup>	91 <sup>cd</sup>	28,54 <sup>a</sup>	77,01 <sup>bc</sup>	416 <sup>c</sup>
<i>Průměr</i>	75	88	43,52	77,50	399	

Pozn.: rozdílná písmena u hodnot ve sloupci označují statisticky významný rozdíl při P= 0,05

**Adresa autorov:**

Prof. Ing. Jaroslava Ehrenbergerová, CSc., e-mail: [ehren@mendelu.cz](mailto:ehren@mendelu.cz), Helena Pluháčková, Radim Cerkal, Pavlína Smutná, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Kateřina Vaculová, Petr Martínek, Agrotest fito, s.r.o., Kroměříž, Ivana Laknerová, Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i., Zdeněk Stehno, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

## Hodnocení a výběr donorů cenných znaků z české kolekce pšenice

### Evaluation and choice of donors of valuable characters from the Czech wheat collection

Ladislav DOTLAČIL - Jiří HERMUTH - Zdeněk STEHNO - Václav DVOŘÁČEK -  
Leona SVOBODOVÁ

*Field trials and laboratory tests of wheat genetic resources of different origin have been carried out in the Crop Research Institute in Prague during 1998-2012. Genetically distant cultivars were found among materials from China, Syria (ICARDA) and among lines derived from European landraces. In landraces we found diversity in HMW-glu alleles which was related to the European geographical regions; also valuable donors of grain quality characters were found and described (derived lines with high protein content of 17-18 %). The method based on different discrimination of  $^{13}\text{C}$  uptake by plants was used as an indirect tool for the choice of genotypes tolerant to draught. Consequently, 26 screened cultivars were tested in one season on sandy soil under lower rainfall conditions; cvs. 142688 a 142780 (Syria) and Kosutka (Slovakia) were identified as potential donors. Even when the results can be considered as preliminary only, some potential donors could be indicated for a further verification.*

*Key words: wheat, genetic resources, genetic diversity, drought tolerance, grain quality*

#### Úvod

Šlechtění se od počátku minulého století významně podílelo na zvyšování výnosů zemědělských plodin a v posledních třech desetiletích se stalo u mnoha plodin faktorem rozhodujícím. Podmínkou úspěchu šlechtění je efektivní využití genetické diversity, jejímiž nositeli jsou genetických zdroje rostlin. Protože moderní kultivary některých plodin jsou geneticky podobné, vzrůstá potřeba využívat ve šlechtění novou genetickou diversitu, jejímž zdrojem mohou být geneticky odlišné kultivary, staré krajové odrůdy a příbuzné plané druhy. Vyhledávání zdrojů nové diversity je proto jeden z významných úkolů při práci s genofondy. Vedle šlechtěných odrůd (často původem z odlišných podmínek) jsou významným zdrojem některých znaků krajové a staré odrůdy, které vznikly dlouhodobými vlivy prostředí společně s výběrem prováděným farmáři (Belay et al. 1995), mají zpravidla širší genetický základ a mohou být zdrojem rezistence ke stresům (Keller et al. 1991). V případě pšenice mohou být zdrojem některých znaků kvality zrna (Michalová, Dotlačil 1992).

#### Materiál a metody

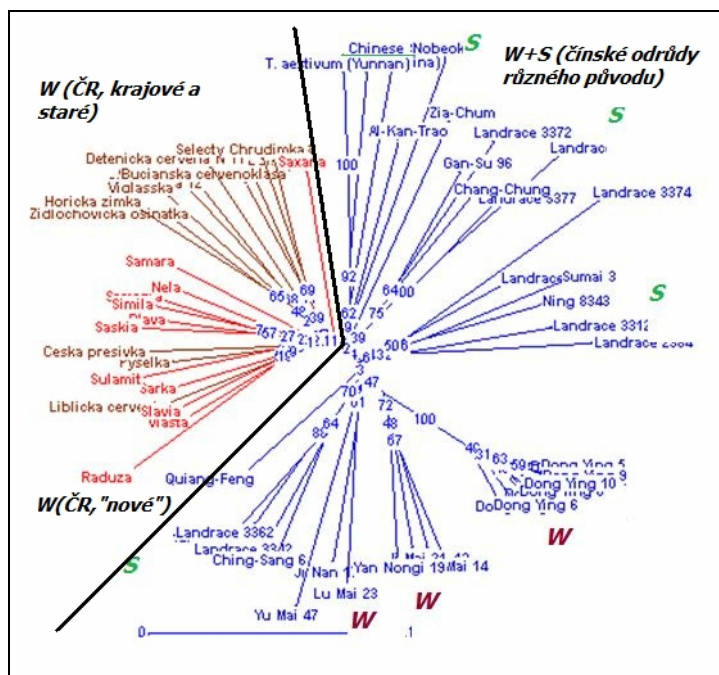
V létech 1998 až 2009 bylo ve VÚRV Praha hodnoceno několik souborů krajových a starších šlechtěných odrůd pšenice. Z nich byly izolovány linie s definovanými HMW-glu alelami a dále zkoušeny v polních pokusech, s následným podrobným hodnocením kvality zrna. V polních pokusech a laboratorních testech v létech 2006 až 2008 bylo hodnoceno cca 270 genetických zdrojů pšenice různého původu; navazující hodnocení vybraných 103 materiálů probíhalo v létech 2009-2011 na třech stanovištích - v Kroměříži, Praze a Humpolci. V sezóně 2011/2012 byl množen a předběžně hodnocen rovněž soubor 65 čínských pšeníc.

U všech polních experimentů byly během vegetace zjišťovány agronomické a morfologické znaky, ranost a odolnost k vyskytujícím se chorobám. V době zralosti bylo odebráno 30 stébel pro analýzy produktivity klasu, zjištění sklizňového indexu a ukazatelů kvality zrna (Zelený test, obsah proteinu, Gluten index) s využitím standardních metod. Identifikace a analýza HMW-glu alel byla prováděna s využitím SDS PAGE, podle Payne a Lawrence (1983). Genetická diversity v experimentálních souborech byla hodnocena s využitím 40 SSR markerů; získaná data byla vyhodnocena softwarem DARwin (Perrier, Jacquemoud-Collet, 2006). Nepřímou metodou měření ukazatele diskriminace  $-\delta^{13}\text{C}$  rostlinami byla odhadována suchovzdornost kultivarů, podíl izotopu  $^{13}\text{C}$  v zrnech pšenice byl stanoven na hmotnostním spektrometru (IRMS Isoprime) ve VÚRV Praha.

#### Výsledky a diskuse

Genetická diversity plodin a odrůd je základem agrobiodiversity a její využití ve šlechtění je předpokladem pro dosažení dalšího pokroku. Jak ukázala analýza souboru 65 čínských a českých pšeníc (Obr. 1.), lze s pomocí SSR markerů efektivně stanovit genetické vzdálenosti v rámci souboru a identifikovat podobné či rozdílné genetické zdroje. Bylo možné spolehlivě odlišit české odrůdy od čínských pšeníc, ale i odrůdy jarní a ozimé a do značné míry i staré odrůdy od moderních. Obecně největší genetickou odlišnost bylo možné nalézt mezi čínskými jarními odrůdami (S) - i zde však byly nalezeny odrůdy velmi podobné. Specifické jsou jarní odrůdy Quiang-feng a Zia -Chum které jsou geneticky rozdílné vůči celému souboru i navzájem. Lze předpokládat, že takové odrůdy mohou být perspektivními zdroji nové genetické diversity. U skupiny čínských ozimů (W) je genetická diversity významně nižší, jako značně odlišnou lze zmínit odrůdu Yu Mai 47. Velmi podobné jsou ozimé odrůdy (kultivary), s názvem Dong Ying, z jedné šlechtitelské organizace.

Srovnání genetické diversity čínských a českých materiálů ukazuje, že geografický původ měl na genetickou diversitu zásadní vliv, podobně jako způsob vegetace (odlišnost jařin a ozimů u čínských odrůd). Rovněž genetická diversita mezi starými a moderními českými odrůdami je výrazně vyšší než v rámci skupiny (s výjimkami ve skupině moderních odrůd).



Obrázok 1: Genetické vzdálenosti medzi skupinami odrůd různého geografického původu, typu vegetace a doby vzniku.

Odlišnosti ve frekvenci výskytu HMW-glu alel v krajových a starých odrůdách ozimé pšenice z různých geografických oblastí Evropy ukazují rovněž na růst genetické diversity s rozdílným geografickým původem (Tab. 1). Např. na 1A lokusu lze sledovat vyšší výskyt alely 2\* ve východní a střední Evropě a alely 1 ve východní Evropě, zatímco u odrůd ze západní a severní Evropy často alela v tomto lokusu chybí. U lokusu 1D se zvyšuje výskyt alely 2+12 od východu k západu Evropy a opačný trend je u alely 5+10. Největší genetickou diversitu má lokus 1B; severní a západní Evropa je charakteristická vyššími frekvencemi výskytu alely 6+8 (ty zcela chybí ve východní Evropě) a alely 20. Pro východní a střední Evropu je typický častý výskyt alely 7+9. Alely 17+18 jsme zjistili pouze u stredoevropských odrůd. Uvedené výsledky dokládají mj. vliv podmínek pěstování a geografické izolace krajových populací na jejich genetické založení (Dotlačil et al. 2007).

Tabuľka 1: Zastoupení HMW-glu alel u krajových a starých odrůd ozimé pšenice (%) v západní (CHE, FRA, GBR, GER), severní (DNK, EST, SWE), střední (AUT, CZE, SVK., HUN, POL) a východní (RUS, UKR, BGR, GEO) Evropě.

Geografická oblast Evropy	Počet linií	1A			1B										1D		
		0	1	2*	7+8	6+8	7+9	17+18	13+16	7	8	9	6	20	2+12	3+12	5+10
Severní	34	56	41	3	9	32	29	0	0	0	0	6	0	24	74	0	27
Střední	80	31	46	13	23	8	58	6	1	1	1	0	0	3	55	6	39
Východní	42	21	67	12	24	0	60	0	2	10	0	2	2	0	17	2	81
Západní	66	53	46	2	30	26	16	0	3	3	0	0	2	20	82	3	15

Ztráta genetické diversity v důsledku zužování genetického základu moderních odrůd může mít negativní důsledky pro praxi. V minulosti se tak stalo při náhradě krajových odrůd moderními šlechtěnými odrůdami a později následkem jednostranně zaměřeného šlechtění na výnos. Van Wouw et al. (2009) doporučují definovat genetickou erozi jako redukci škály alel v pěstovaných odrůdách a genetických zdrojích. U pšenice může být takovým příkladem ztráta či pouze sporadický výskyt některých HMW-glu alel (např. 1B-20, 1B-22).

Mezi krajovými a starými odrúdami a z nich vybranými liniami lze nalézt materiály s vysokým obsahem proteinu, který má i dobré technologické vlastnosti (Michalová, Dotlačil 1992). Toto zjištění bylo potvrzeno též u vybraných HMW-glu linií hodnocených v našich pokusech, kde většina těchto linií vykazovala významně vyšší obsah hrubého proteinu v zru – některé prokázaly i dobré parametry Zeleny testu a gluten indexu. Mezi takové patří zejména linie z odrůd Mindeszentspusztai, Szekacz 19 a Esterhazi Mindenes, s mimořádně vysokým obsahem proteinu (přes 18 %) a hodnotami Zeleny testu (38-54 ml) srovnatelnými či lepšími než u kontroly (Šárka). Hodnoty gluten indexu (kolem 55) jsou sice nižší než u kontroly, lze je však považovat za přijatelné (Tab. 2). Cenným zdrojem kvality mohou být i další linie s obsahem proteinu kolem 17 % při relativně kratším stéble (kolem 120 cm). Vzhledem ke skutečnosti, že uvedené údaje byly získány v maloparcelových pokusech, lze v praxi předpokládat poněkud nižší hodnoty obsahu proteinu- jak u linií z krajových odrůd, tak u kontroly. Bude také nutné ověřit reakci na jarní přihnojení N a na zkrácení stébla (ať již morforegulátory, či nakřížením s kultivary s Rht geny).

Tabuľka 2: Hodnoty znaků u HMW-glu linií vybraných z krajových a starých odrůd, s obsahem 18,0 % hrubého proteinu v zru (tříleté průměry). HI-skližňový index; GI-gluten index.

Krajová odrůda	Line	Výška (cm)	HI	Protein (%)	Zeleny test (ml)	GI
Mindeszentspusztai	44/B	131	0,39	18,3	38,0	54,6
Szekacz 19	37/B	128	0,42	18,3	42,0	55,0
Esterhazi Mindenes	117/C	125	0,38	18,3	54,0	55,8
Šárka	Kontrola	87	0,52	13,4	36,5	74,9

Hodnoty a variabilita hospodářsky významných znaků byly v šesti prostředích hodnoceny u souboru 103 evropských a syrských (ICARDA, syntetické populace a krajové materiály) kultivarů ozimé pšenice. I když produktivita syrských materiálů byla velmi nízká, některé mohou být zajímavé z hlediska jiných významných znaků, jako je např. ranost či vysoký obsah proteinu v zru. Cílem práce však bylo především vytipovat materiály s potenciální odolností k suchu, v rámci kterých by bylo možné vybrat po objektivním ověření vhodné donory. Pro předběžný výběr byla využita nepřímá metoda, založená na zjišťování diskriminace izotopu uhlíku ( $-\delta^{13}\text{C}$ ) v sušině zrna. Nízká absolutní hodnota  $[\delta^{13}\text{C}]$  indikuje menší diskriminaci (odchylku) v příjmu  $^{13}\text{C}$  u konkrétního kultivaru a souvisí s lepším hospodařením rostlin s vodou (Rebetzke et al. 2002).

Tabuľka 3: Evropské kultivary a populace (103 genetických zdrojů, ICARDA, Syrie) ozimé pšenice - vybrané kultivary s nízkou hodnotou diskriminace -  $-\delta^{13}\text{C}$ .

Kultivar	Výnos (g/m <sup>2</sup> )	Výnos V <sub>k</sub> (%)	HTS (g)	Protein (%)	Výška (cm)	$-\delta^{13}\text{C}$
Košútka	846	15,3	43,0	13,9	82,3	-24,3
142688	535	54,7	46,4	16,0	85,0	-24,8
142780	565	39,7	46,5	14,2	86,2	-25,2
Průměr 10 odrůd s nízkým $-\delta^{13}\text{C}$	772	29,8	43,5	14,1	85,5	-24,8
Průměr 10 odrůd s vysokým $-\delta^{13}\text{C}$	954	17,3	44,6	12,8	92,1	-27,8

Jak uvádějí Rebetzke et al. (2002) a Shirazi et al. (2010), tento ukazatel souvisí s uzavíráním průduchů rostlinou a lze jej využít pro screening genetických zdrojů pšenice s potenciální tolerancí k suchu. Naše výsledky ukazují, že syrské kultivary (u nichž lze předpokládat lepší adaptaci k suchu) se skutečně vyznačují nižší průměrnou hodnotou  $-\delta^{13}\text{C}$  (26,0 oproti 26,9 u evropských kultivarů). Přesvědčivější je srovnání skupin 10 odrůd s kontrastními hodnotami  $-\delta^{13}\text{C}$  (rozdíl činí 3,0  $[\delta^{13}\text{C}]$ ). U obou skupin však existuje značná variabilita mezi kultivary, což dokazují např. evropské kultivary Košútka, Clarus, Ilias a Globus, u kterých jsme zjistili nejnižší hodnoty  $-\delta^{13}\text{C}$  (Tab 2.). V návaznosti na uvedené hodnocení bylo vybráno 26 kultivarů jako potenciálních donorů suchovzdornosti a vyseto na písčitéch propustných půdách v Žabčicích u Brna s výskytem stresů sucha (Tab. 3). Srovnání ukazuje, že syrské kultivary 142688 a 142780 a starší slovenská odrůda Košútka poskytly na stresovém stanovišti v Žabčicích relativně vyšší výnos zrna i vyšší HTS než by odpovídalo jejich relaci k ostatním kultivarům v šesti jiných prostředích (vyznačené hodnoty v Tab. 3. U zbývajících kultivarů s nízkými hodnotami  $-\delta^{13}\text{C}$  se projevil relativně nižší propad HTS u kultivarů Globus a 142688, ostatní kultivary tendenci k suchovzdornosti v provokačních podmínkách nepotvrdily. Je nutné připomenout, že jak neopakované výsledky hodnocení diskriminace  $^{13}\text{C}$ , tak zejména pouze jednoleté výsledky hodnocení na provokačním stanovišti nejsou dostatečné. Domníváme se však, že kombinací obou přístupů v opakovaných pokusech lze donory suchovzdornosti pšenice vybrat.

Tabuľka. 3.: Vybrané kultivary (3 z 26 zkoušených) s relatívne nižší reakci výnosu a HTS na podmínky v Žabčicích (2010/2011), při srovnání s průměrnou hodnotou ze šesti jiných prostředí (3 roky, 2 stanoviště).

Kultivar	Průměrný výnos (t/ha)	Žabčice - % k průměrné výnosu	Průměrná HTS (g)	Žabčice - % k průměrné HTS
142688	5,35	81,1	46,4	84,5
142780	5,65	84,6	46,5	82,0
Košútka	8,46	64,6	43,0	83,3
Průměr 26 kultivarů	8,11	58,9	43,98	81,1

## Závěr

S využitím DNA (SSR) a bílkovinných markerů (HMW - glu) byla v souborech čínských a českých kultivarů a krajových (starých) evropských odrůd prokázána značná genetická diversita, ovlivněná geografickým původem, typem vegetace i dobou vzniku; bylo možné charakterizovat geneticky odlišné materiály. U krajových odrůd a odvozených HMW glu- linií byly identifikovány materiály s vysokým obsahem proteinu (až 18 %) s přijatelnými dalšími znaky kvality zrna. Nepřímou metodou měření diskriminace  $-\delta^{13}\text{C}$  a následným hodnocením v provokačních podmínkách byly vytipovány kultivary 142688 a 142780 (Sýrie) a Košútka (Slovensko) jako potenciální zdroje suchovzdornosti; jejich doporučení však ještě vyžaduje ověření.

**Dedikace** V této práci jsou využity výsledky výzkumu získané v průběhu řešení projektu MŠMT LH12158 Kontakt II a projektu NAZV MZe ČR QH72251.

## Literatura

- BELAY, G. – TESEMMA, T. – BECHERE, E. – MITIKU, D.: Natural and human selection for purple-grain tetraploid wheats in the Ethiopian highlands. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1995, 42: 387–391.
- DOTLAČIL, L. – STEHNO, Z. – HERMUTH, J. – FABEROVÁ, I. – BRADOVÁ, J.: Central European Winter Wheat Landraces, their Specific Features, Diversity and Value. In: *Plant Genetic Resources of Geographical and “other” Islands. Proc. of the XVII EUCARPIA Genetic Resources Section Meeting*, 30 March-2 April 2005, Castelsardo, Italy, 2007, pp. 207-214, ISBN 88-901771-3-6.
- MICHALOVÁ, A. – DOTLAČIL, L.: The evaluation of winter wheat gene pool of Czech, Moravian and Slovak origin. *Plant Genetic Resources – Annual Report. VŠP Nitra*, 1992: 2–9.
- PAYNE, P.I. – LAWRENCE, G.J.: Catalogue of alleles for the complex gene loci, Glu-1, Glu-B1, Glu-D1, which code for high molecular weight subunits of Glutenins in hexaploid wheat. *Cereal Research Communications*, 1983: 11:29–35.
- PERRIER, X. - JACQUEMOUD-COLLET, J.P.: DARwin software <http://darwin.cirad.fr/>, 2006.
- REBETZKE, G.J. – CONDON, A.G. – RICHARDS, R.A. – FARQUHAR, G.D.: Selection for reduced carbon isotope discrimination increases aerial biomass and grain yield of rainfed bread wheat. *Crop Science*, 2002, 42: 739–745.
- SHIRAZI, M.U. – GYAMFI, J.A. – RAM, T. – BACHIRI, H. – RASYID, B. – REHMAN, A. - KHAN M.A. – MUJTABA, S.M. – ALI, M. – SHREEN, A. – MUMTAZ, S.: Selection of Some Suitable Drought Tolerant Wheat Genotypes Using Carbon Isotopes Discrimination (CID) Technique. *Pakistan Journal of Botany*, 2010, 42: 3639–3644.
- VAN WOUW, M. – KIK, C. - VAN HINTUM, T. - VAN TREUREN, R. – VISSER, B.: Genetic erosion in crops: concept, research results and challenges. *Plant Genetic. Resources: Characterization and Utilization*, 2009, Vol. 8, pp. 1–15.

## Adresa autorov:

Ing. Ladislav Dotlačil, CSc., Ing. Jiří Hermuth, Ing. Zdeněk Stehno CSc., Ing. Václav Dvořáček, PhD., Mgr. et Mgr. Leona Svobodová, PhD.; Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i., 161 06 Praha 6 - Ruzyně, Drnovská 507; e-mail: [dotlacil@vurv.cz](mailto:dotlacil@vurv.cz)

## Reliktné tetraploidné pšenice - potenciálne genetické zdroje pre šľachtenie tritikale a pšenice tvrdej

### Relict tetraploid wheats - potential genetic resources for breeding of triticale and hard wheat

Miroslav ŠVEC - Roman DUŠINSKÝ - Veronika MICHALCOVÁ - Maja AL BEYROUTIOVÁ - Pavol HAUPTVOGEL

*Modern breeding lines and varieties are genotypes with higher level of homozygosity which is a result of artificial selection and genetic drift realized in the past. Genetic diversity of these wheats is very decreased comparing with the wild and relict domesticated tetraploid wheats. Tetraploid wild and domesticated wheats are characterized by many positive features suitable for the use in pre breeding and hybridization programs of triticale and durum wheat. During the years 2009-2012 we evaluated 576 accessions of 11 taxa of tetraploid wheats. Among them, we recommend to use in breeding programs 76 samples as genetic resources for fungal resistance, 76 samples as genetic resources for winter resistance. Two samples of naked wheats were characteristic by higher protein content.*

*Key words: Wild and domesticated emmer, rivet wheat, carthlicum, polonicum, durum, khorasan wheat, morphological traits fungal diseases resistance, frost resistance.*

#### Úvod

Domestikované tetraploidné pšenice sú produktom procesu domestikácie dvoch divorastúcich druhov *Triticum timopheevii* ssp. *armeniacum* a *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*. Vzorky týchto pšeníc sú pozostatkami – reliktnými historických dôb, počnúc dobou kamennou a končiac dobou laténskou. Sú cenným kultúrnym dedičstvom a zároveň aj rezervoárom dôležitých biologických vlastností, súvisiacich hlavne s adaptáciou na biotické a abiotické stresy. Väčšina taxónov týchto dvoch druhov sa vyznačuje rozsiahlou genetickou diverzitou. Naopak, pre súčasné odrody pšenice tvrdej *Triticum turgidum* ssp. *durum* a hexaploidnej pšenice letnej *Triticum aestivum* L. je v porovnaní k divorastúcim a prvotne domestikovaným pšeniciam charakteristická znížená genetická diverzita (Haudry et al., 2007). Príčinou zníženej genetickej variability však pravdepodobne nie je len moderné šľachtenie realizované v poslednom storočí, ale aj nevedoméľá umelá selekcia počas historických dôb (Asplund et al., 2010). Reliktné tetraploidné pšenice boli dosiaľ využívané v hybridizačných programoch šľachtenia pšenice letnej najmä ako donory rezistencie voči hubovým chorobám. Z tetraploidných pšeníc sú donormi génov špecifickej rezistencie voči múčnatke trávovej na pšenici (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*) *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides* (gén *Pm16*; *Pm30*; *Pm31*, 2003; *Pm36*), *T. turgidum* ssp. *dicocum* (*Pm4a*; *Pm5*), *T. turgidum* ssp. *carthlicum* (*Pm4b*) a *T. timopheevi* ssp. *timopheevii* (*Pm27*). O význame tetraploidných pšeníc pre šľachtenie pšenice tvrdej a pšenice letnej svedčí aj skutočnosť, že v organizácii CIMMYT (Mexiko) začali analyzovať reliktné pšenice pre účely ich kríženia s pšenicou tvrdou a tvorby hexaploidného tritikale (Zaharieva et al., 2009).

#### Materiál a metódy

V rámci štúdie evolúcie tetraploidných pšeníc sme hodnotili 35 vzoriek *Triticum timopheevii* subsp. *armeniacum* (kód ARM), 26 vzoriek *Triticum timopheevii* subsp. *Timopheevii* (kód TIM), 109 vzoriek *Triticum turgidum* subsp. *dicoccoides* (kód DCS), 190 vzoriek *Triticum turgidum* subsp. *dicoccon* (kód DIM), 10 vzoriek *Triticum ispahanicum* (kód ISP), 3 vzorky *Triticum turgidum* subsp. *paleocolchicum* (kód PAL), 50 vzoriek *Triticum turgidum* subsp. *turgidum* (kód TRG), 20 vzoriek *Triticum turgidum* subsp. *carthlicum* (kód CAR), 83 vzoriek *Triticum turgidum* subsp. *durum* (kód DUR), 20 vzoriek *Triticum turgidum* subsp. *polonicum* (kód PLN) a 30 vzoriek *Triticum turgidum* subsp. *turanicum* (kód TRN).

U všetkých vzoriek sme počnúc rokom 2009 vyhodnocovali mrazuvzdornosť, odolnosť voči hubovým chorobám, výšku stebľa hlavného klasu a dĺžku hlavného klasu. Jedenásť tetraploidných pšeníc bolo použitých na analýzu vybraných ukazovateľov kvality zrna. Obsahy dusíka a organického uhlíka boli stanovené metódou suchého spaľovania v prúde kyslíka (Dumasova metóda) na analyzátore CNS 2000 (LECO Corp., USA). Obsah bielkovín bol zistený prepočtom obsahu celkového dusíka koeficientu 5,7 podľa americkej normy AOAC (<http://www.aoac.org/>). Stanovenie sušiny bolo realizované na analyzátore vlhkosti, v automatickom režime (MA 30, Sartorius, SRN).

V práci sme použili klasifikáciu podľa informačného systému génovej banky v Beltsville – Germplasm Resources Information Network (GRIN), USDA ARS (United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service), Beltsville, MD, USA.

#### Výsledky a diskusia

Tetraploidné pšenice môžeme z hľadiska morfológického rozdeliť na skupinu plevnaté pšenice a na skupinu nahozrnné pšenice. K plevnatým pšeniciam patria divorastúce a domestikované taxóny, skupinu nahozrnných pšeníc tvoria iba domestikované taxóny. Priame využitie plevnatých pšeníc v šľachtiteľských

programoch je problematické, najmä kvôli nízkej výmeľnosti zrna. Plevnaté pšenice je preto vhodnejšie využiť v predšľachtiteľskom procese (pre breeding) a to na introgresiu iba niekoľkých vlastností. Najčastejšie takouto vlastnosťou býva rezistencia voči hubovým chorobám.

V našej sade plevnatých pšeníc sa dobrou rezistenciou voči hubovým chorobám vyznačovali všetky vzorky s genómom AAGG, t.j. ssp. *armeniacum* a ssp. *timopheevii* (Tab. 1), ale aj ssp. *paleocolchicum* s genómom AABB. Taxón *Triticum turgidum* subsp. *dicoccon* je variabilný nielen čo sa týka habitu jednotlivých vzoriek, ale v odolnosti voči hubovým chorobám. Spomedzi 190 vzoriek tohto taxónu sme nezaznamenali žiadne symptómy hubových ochorení u nasledovných vzoriek: DIM 3 (PI 168674, GER), DIM 4 (PI 56234, PRT), DIM 23 (PI 94628, IND), DIM 29 (PI 94655, BGR), DIM 45 (PI 191390, ETH), DIM 54 (PI 264964, CRO), DIM 98 (01C0204031, RUS), DIM 103 (01C0203985, KWT), DIM 112 (K-7356, RUS), DIM 114 (K-23035, YUG), DIM 130 (Td 4515 – CH, CHE), DIM 138 (TRI A5100, YUG), DIM 140 (TRI 11283, SVK), DIM 141 (CGN 8351, GER) a DIM 149 (cv. DI 5, POL). Úplnou rezistenciou voči múčnatke trávovej sa vyznačovalo 16 vzoriek ssp. *dicoccon*, avšak tieto boli zároveň náchylné na iné hubové patogény ako napr. *Phaeosphaeria nodorum*, *Mycosphaerella graminicola*, resp. *Puccinia triticina*. Medzi nahozrnnými vzorkami sme s výnimkou vzorky CAR 5 (PI 283889, IRN) nenašli takú, ktorú by sme mohli označiť ako potenciálny genetický zdroj rezistencie voči niektorej hubovej chorobe. Celý taxón *Triticum ispahanicum* je náchylný na múčnatku trávovú.

V rámci analyzovaných vzoriek ssp. *dicoccon* sa najskorším dozrievaním vyznačovali vzorky pochádzajúce z Etiópie, v Génovej banke ICARDA (SYR) sú tieto vzorky zahrnuté do konvariety *abyssinicum*. Niektoré vzorky poddruhu *dicoccon* sú charakteristické veľmi dlhým klasom a veľkým zrnom. Tieto vzorky jednoznačne patria do suprakonvariety *europium*. Mimoriadne dlhým klasom a vysokou hmotnosťou tisíc semien sa vyznačujú vzorky DIM 77 (PI 355464, BEL) a DIM 132 (TRI 17700 – Roncal, ESP).

Na jar v roku 2009 sme mohli vyhodnocovať aj zimovzdornosť rastlín, keďže v Bratislave – Prievoze, kde bol pokus realizovaný najnižšia teplota v zime dosiahla hodnotu – 14.5 °C bez snehovej pokrývky. Prezimovali všetky vzorky druhu *Triticum timopheevii*, avšak iba 4 vzorky divorastúceho poddruhu *dicoccoides*, 7 vzoriek z poddruhu *dicoccon*, 1 vzorka z poddruhu *paleocolchicum* (Tab. 1). Z nahozrnných foriem prezimovala iba 1 vzorka poddruhu *carthlicum* a 9 vzoriek z poddruhu *turgidum*, spomedzi ktorých iba 4 vzorky prezimovali bez akéhokoľvek poškodenia.

Tabuľka. 1: Prehľad vzoriek tetraploidných taxónov pšenice potenciálne využiteľných v šľachtení pšenice a tritikale

Taxón	Vzorky	Pozitívna vlastnosť
<i>T. timopheevii</i> ssp. <i>armeniacum</i>	Všetky analyzované vzorky poddruhu	Zimovzdornosť, fungálna rezistencia
<i>T. timopheevii</i> ssp. <i>timopheevii</i>	Všetky analyzované vzorky poddruhu	Zimovzdornosť, fungálna rezistencia
<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicoccoides</i>	PI 414720, PI 414722, PI 487262, PI 554583	Zimovzdornosť
<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicoccon</i>	cv. Eichenbarlebener, cv. Schwaner Bohaartes BGE 013621, FAR 17, FAR 41, FAR 51, PI 355495	Zimovzdornosť
<i>T. turgidum</i> ssp. <i>carthlicum</i>	PI 61102	Zimovzdornosť
<i>T. turgidum</i> ssp. <i>turgidum</i>	PI 372499, PI 384230, NGB 9011, NGB 9050	Zimovzdornosť
<i>T. turg.</i> ssp. <i>paleocolchicum</i>	PI 330553	Zimovzdornosť
<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicoccon</i>	PI 168674, PI 56234, PI 94628, PI 94655, PI 191390, PI 264964, 01C0204031, 01C0203985, K-7356, K-23035, Td 4515 – CH, TRI A5100, TRI 11283, CGN 8351, cv. DI 5	Fungálna rezistencia
<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicoccon</i>	TRI 17700, PI 355464	Produktívny klas, vysoká HTS
<i>T. turgidum</i> ssp. <i>dicoccon</i>	PI 168675, PI 168676, CIt 14868, CIt 14824	Skoré dozrievanie
<i>T. turgidum</i> ssp. <i>durum</i>	PI 61114	Vysoký obsah bielkovín
<i>T. turgidum</i> ssp. <i>turanicum</i>	KAMUT	Vysoký obsah bielkovín

Pri hodnotení kvality zrna sa prejavila všeobecná tendencia redukcie obsahu bielkovín u domestikovaných poddruhov v porovnaní k divorastúcim predkom (Tab. 2). Tak tomu bolo pri porovnávaní dvoch poddruhov druhu *Triticum timopheevii* (ARM, TIM), ako aj v rámci porovnávaní druhu *Triticum turgidum*, kde divorastúca vzorka DCS 11 mala až o 5 % vyšší obsah, ako domestikované vzorky

(ISP 5, TRI 11283-DIM 140, TRG 7, CAR 5, DUR 1, TRN 14 a PAL 3). Jednoznačne najnižším obsahom sa vyznačovali vzorky súčasných moderných odrôd pšenice tvrdej (Durapex) a pšenice letnej (Madejka). Relatívne vysokým obsahom bielkovín sa spomedzi domestikovaných foriem vyznačujú vzorky z poddruhov *durum* a *turanicum*. Tieto naše výsledky sú v zhode s údajmi publikovanými inými autormi (Haudry et al. 2007, Asplund et al. 2010).

Tabuľka 2: Vybrané ukazovatele kvality zrna vybraných druhov tetraploidných pšeníc

P.č.	Názov vzorky	Sušina [%]	Obsah celk. uhlíka [%]	Obsah bielkovín [%]
1	ARM 8 - <i>T. timopheevii</i> subsp. <i>armeniicum</i>	90,830	48,486	28,327
2	TIM 1 - <i>T. timopheevii</i> subsp. <i>timopheevii</i>	91,620	48,079	21,364
3	DSC 11 - <i>T. turgidum</i> subsp. <i>dicocoides</i>	91,750	46,823	25,745
4	ISP 5 - <i>T. ispahanicum</i>	91,400	46,346	19,033
5	TRI 11283 - <i>T. turgidum</i> subsp. <i>dicoccon</i>	91,620	46,922	17,613
6	DIM 132 - <i>T. turgidum</i> subsp. <i>dicoccon</i>	92,390	46,704	19,662
7	TRG 7 - <i>T. turgidum</i> subsp. <i>turgidum</i>	91,700	46,816	18,430
8	CAR 5 - <i>T. turgidum</i> subsp. <i>carthlicum</i>	91,650	46,296	17,669
9	DUR 1 - <i>T. turgidum</i> subsp. <i>durum</i>	92,120	46,863	19,800
10	TRN 14 - <i>T. turgidum</i> subsp. <i>turanicum</i>	90,740	47,454	19,907
11	IS Durapex - <i>T. durum</i>	91,110	46,636	15,972
12	Madejka - <i>T. aestivum</i>	90,820	46,642	9,879
13	PAL 3 - <i>T. turgidum</i> subsp. <i>paleocolchicum</i>	91,330	47,192	19,216

## Záver

V rámci riešenia výskumných projektov sme popri analýze evolúcie tetraploidných pšeníc sledovali aj ich biologickú diverzitu. Sledovali sme niektoré morfológické ukazovatele, ako napr. výška stebľa, dĺžka klasu, fyziologické ukazovatele – skorosť dozrievania, resp. chemické ukazovatele - obsah uhlíka, sušiny a bielkovín. Na základe našich experimentov môžeme skonštatovať, že pre šľachtenie tritikale a pšenice tvrdej sú vhodnými donormi zimovzdornosti a odolnosti oba taxóny (domestikovaný aj divorastúci) druhu *T. timopheevii*. V rámci druhu *T. turgidum* sa poddruh ssp. *dicoccon* vyznačuje veľkou biologickou diverzitou a niektoré genotypy z tohto taxónu môžu byť použité ako donory rezistencie voči hubovým chorobám v predšľachtiteľských programoch. Forma *abyssinicum* tohto poddruhu sa vyznačuje skorosťou dozrievania, kým forma *europium* by mohla byť donorom produktivity klasu a vysokej hmotnosti tisíc semien. Spomedzi nahozrnných taxónov sa niektoré vzorky poddruhu *turgidum* vyznačujú relatívne dobrou zimovzdornosťou, a reliktné vzorky poddruhov *durum* a *turanicum* by mohli byť donormi vysokého obsahu bielkovín v zrne.

**Pod'akovanie:** Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV 0661-10, APVV-0197-10, APVV-0770-07 a ďakujem touto cestou všetkým spolupracovníkom, ktorí sa podieľali na riešení vedeckých projektov a Mgr. J. Šupovej za vykonané chemické analýzy.

## Literatúra

- ASPLUND, L. - HAGENBLAD, J. - LEINO, M.W. (2010). Re-evaluating the history of the wheat domestication gene *NAM-B1* gene using historical plant material. *Journal of Archeological Science*, 37, 2303-2307.
- HAUDRY, A. - CENCI, A. - RAVEL, C. - BATAILLON, T. - BRUNEL, D. - PONCET, C. - HOCHU, I. - POIRIER, S. - SANTONI, S. - GLÉMIN, S. - DAVID, J., (2007). Grinding-up Wheat: A Massive Loss of Nucleotide Diversity Since Domestication. *Mol. Biol. Evol.* 24 (7), 1506-1517.
- USDA, ARS, National Genetic Resources Program. *Germplasm Resources Information Network – (GRIN)* [Online Database];
- ZAHARIEVA, M. - DREISIGACKER, S. - CROSSA, J. - PAYNE, T. - MISRA, S. - HANCHINAL, R.R. - MUJAHID, M.Y. - TRETOWAN, R. (2009). Genetic diversity within *T. turgidum* L. subsp. *dicoccon* (Schrank) Thell. (cultivated emmer) and its utilization in wheat breeding. In: 6th international Triticeae symposium : program and abstracts, May 31-June 5, 2009, Kyoto, Japan. - Tsukuba : NIAS, 2009. - s. 78.

## Adresa autorov:

doc. RNDr. Miroslav Švec, CSc., RNDr. Roman Dušínský, CSc., Mgr. Veronika Michalcová, Mgr. Maja Al Beyroutiová, Katedra genetiky, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina B1, 842 15 Bratislava, e-mail: [msvec@fns.uniba.sk](mailto:msvec@fns.uniba.sk), Ing. Pavol Hauptvogel, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, Piešťany e-mail: [hauptvogel@vuv.sk](mailto:hauptvogel@vuv.sk)



# Hodnotenie vybraných znakov v slovenskom genofonde jačmeňa siateho formy jarnej

## Evaluation of selected traits in the Slovak spring barley gene pool

Michaela BENKOVÁ - Ľubomír MENDEL - Michaela HAVRENTOVÁ

*The objective was evaluate of selected agro-morphological characters that contributed most to the formation of the total grain yield of the current and indigenous domestic spring barley germplasm during the three years. By analysing a set of 43 genotypes of spring barley, created from 1938 to the present on the agro-morphological characteristics, such as plant height, spike length, 1000 grain weight, number of spikes per m<sup>2</sup>, grain weight per spike, number of grains per spike, grain uniformity, grain yield, protein content and total starch we found a different variation. Based on the analysis of variance, we found a highly significant effect ( $P < 0.01$ ) of genotype for all the investigated characteristics, except a weight of the grains per spike. Statistically significant influence of year ( $P < 0.01$ ) was recorded in characters grain yield, grain uniformity, the number of spikes per m<sup>2</sup>, length of the spike, the protein content and the total starch in the grain. By studying a set of domestic barley, we found only moderate positively relationship between grain yield and number of spikes per m<sup>2</sup> ( $r = 0.31$  \*) and grain yield and weight of 1000 grains ( $r = 0.36$  \*). Grain yield was significantly positively associated with the starch ( $r = 0.74$  \*\*), contrary the protein content with grain yield was in significant negative relationship ( $r = -0.65$  \*\*). Cluster analysis divided the set into two major clusters, where the first cluster consisted of older genotypes, including landraces and population, and the second cluster was formed of the genotypes produced from 1965 until 2009. Differences in groups showed increases yield components during breeding process to achieve higher yields, but also the quality of indigenous barley landraces and populations.*

*Key words: barley, variability, agro-morphological traits, analysis of variance, correlation analyses, starch, protein*

### Úvod

Pestovanie jačmeňa v slovenskom poľnohospodárstve má svoje opodstatnenie. Pestuje sa ako surovina pre potravinársky priemysel, na kŕmenie zvierat a na výrobu sladu. Na Slovensku patrí jačmeňu v zastúpení druhé miesto po pšenici. Sladovnícky jačmeň zohráva významnú úlohu v súčasnej ekonomickej situácii poľnohospodárskych podnikov. Šľachtenie jačmeňa siateho f. jarnej je na Slovensku sústredené na pracoviská HORDEUM s.r.o. Sládkovičovo a ISTROPOL a.s. Solary. Hordeum s.r.o. Sládkovičovo má najväčší podiel na tvorbe registrovaných odrôd jarného jačmeňa. V súčasnosti je na Slovensku registrovaných 69 odrôd jačmeňa siateho, formy jarnej a 24 f. ozimnej (Vestník MPRV SR, 2012). Z toho tvorí len 17 odrôd domáceho pôvodu. Výkonnosť v podobe úrody zrna jačmeňa siateho závisí od biologických daností odrody, ale tiež od podmienok prostredia, genetického vybavenia odrody a tiež od vložených energetických vkladov. Žiaľ v poslednej dobe klimatické zmeny negatívne ovplyvňujú úrodu všetkých plodín. Na základe údajov zo *Situačnej výhľadovej správy VÚ EPP* osevná plocha jačmeňa neustále klesala (Jamborová, 2012), avšak za posledné 2 roky sme zaznamenali mierny nárast. V roku 2012 dosiahla zberová plocha jačmeňa siateho 147 994 ha, s priemernou úrodou 3,18 t.ha<sup>-1</sup>, z čoho sladovnícky jačmeň zaberá 62 356 ha.

Požiadavky na vlastnosti a znaky súčasných odrôd sú podobné v celej Európe a konkurencia presadenia sa odrôd jačmeňa je obrovská. Registrované odrody sladovníckeho jačmeňa (Sleziak, 2003) by mali byť odolné proti chorobám a škodcom s cieľom obmedzenia používania insekticídov a fungicídov; mali by mať schopnosť akumulovať nízky obsah bielkovín v zrne; mali by mať zrno s veľkou príľnavosťou plevy a nižší obsah  $\beta$ -glukánov.

Genofond slovenského jačmeňa má svoju biologickú i hospodársku hodnotu a preto je z hľadiska jeho ďalšieho udržiavania nutné nielen jeho dôsledné zhodnotenie, ale i uchovanie. V súčasnosti na Slovensku uchovávame v rámci Národného programu 1 755 genetických zdrojov jačmeňa v aktívnej kolekcii pri teplote +4 °C a 129 v základnej kolekcii pri teplote -17 °C. V základnej kolekcii sú dlhodobo uchovávané najmä domáce pôvodné a súčasné genetické zdroje. Prostredníctvom tejto kolekcie je uchovávaná diverzita domáceho jačmeňa pre budúce generácie.

Cieľom príspevku je zhodnotenie vybraných agro-morfologických znakov, ktoré najviac prispievali k tvorbe celkovej úrody zrna súčasného a pôvodného domáceho genofondu jačmeňa siateho formy jarnej počas troch rokov.

### Materiál a metódy

Hodnotený materiál predstavoval 43 genotypov jačmeňa siateho, formy jarnej slovenského pôvodu, ktoré boli pestované, resp. povolené od roku 1938 - 2009. Sledované genotypy boli vysiate na experimentálnej báze v Piešťanoch počas troch rokov 2010 - 2012, v troch opakovaníach v znáhodnených blokoch do parceliek so zberovou plochou 2,5 m<sup>2</sup>.

Súbor bol hodnotený v znakoch morfológických (výška rastliny, dĺžka klasu), agronomických (HTZ - hmotnosť 1 000 zrn, počet klasov na m<sup>2</sup>, hmotnosť zrn na klas, počet zrn na klas, podiel zrna nad sitom 2,5 mm, úroda zrna a na základe kvalitatívnych znakov (obsah bielkovín, obsah celkového škrobu) podľa príslušného klasifikátora (Lekeš a kol. 1996, IPGRI, 1994). Obsah bielkovín bol zisťovaný stanovovaním

obsahu dusíka Dumasovou metódou na prístroji CNS-2000 (LECO Corp., USA) a následným prepočítaním koeficientom 6,25. Obsah celkového škrobu bol stanovovaný polarimetrickým stanovením podľa Ewersa (STN 461011-37). Získané výsledky boli vyhodnotené základnými štatistickými ukazovateľmi variability znakov, analýzou rozptylu (ANOVA), lineárnou korelačnou analýzou. Použitím dvoch metód zhlukovej analýzy Compleat link (metóda úplného spojenia) a UPGMA (metóda priemernej väzby) a Euklidovskej metriky bola otestovaná diskriminačná schopnosť použitých morfológických a kvalitatívnych znakov na rozdelenie genotypov jačmeňa do skupín. Na spracovanie údajov bol použitý štatistický balík Statistica 6.0 (Statsoft, 2003).

### Výsledky a diskusia

Súbor jačmeňov bol analyzovaný z hľadiska vybraných agro-morfologických znakov a z hľadiska technologickej kvality. Keďže je šľachtenie jačmeňa zamerané na úrodu, kvalitu a šľachtiteľskú stabilitu, zaujímalo nás ako sa prejavili domáce genotypy počas troch rokov z hľadiska znakov ktoré najviac prispievajú k štruktúre úrody, ako komplexného znaku. Sledovali sme tieto znaky počas veľmi atypických ročníkov. Vegetačné obdobie v rokoch 2010 a 2011 bolo značne vlhkého charakteru a naopak rok 2012 mal charakter extrémne suchého roku.

Pri vyhodnocovaní genotypov z hľadiska vybraných znakov bolo dôležité zistiť pôsobenie faktorov ovplyvňujúcich sledované znaky. Analýzou rozptylu sme zistili štatisticky významný vplyv ( $P < 0,01$ ) genotypu na všetky sledované znaky, okrem znaku hmotnosť zŕn na klas. (Tab. 1).

Tabuľka 1: Analýza variancie vybraných agronomických znakov za roky 2010 - 2012

Faktory	df	Úroda zrna		Hmotnosť 1000 zŕn		Podiel zrna nad sitom 2,5 mm		Obsah bielkovín v zrne		Obsah celkového škrobu	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
A:Genotyp	42	0,04	4,1**	9,34	7,7**	41,4	6,6**	5,04	971,5**	20,03	487,3**
B:Rok	2	1,15	115,2**	2,84	2,3	126	20,2**	42,56	8203,2**	80,2	1949,9*
AxB	84	0,01	1,41	3,74	3,1**	13,6	2,2**	1,7	327,5**	5,4	131,4**
Chyba	129	0,01		1,22		6,25		0,01		0,04	
Celkom	257										

štatistická významnosť \*\*  $P < 0,01$ , \*  $P < 0,05$ ; df - stupne voľnosti; MS - priemerné štvorce

Pokračovanie tabuľky 1.: Analýza variancie vybraných agronomických znakov za roky 2010 - 2012

Faktory	df	Počet klasov/m <sup>2</sup>		Dĺžka klasu		Hmotnosť zŕn/klas		Počet zŕn/klas	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
A:Genotyp	42	8763,77	1,72**	219,93	5,83**	0,027	1,64	9,69171	2,48**
B:Rok	2	209390	41,05**	2011,54	53,35**	0,021	1,30	6,58561	1,69
AxB	84	9611,38	1,88*	56,79	1,51	0,023	1,39	3,95276	1,01
Chyba	129	5100,33		37,7		0,016		3,90547	
Celkom	257								

štatistická významnosť \*\*  $P < 0,01$ , \*  $P < 0,05$ ; df - stupne voľnosti; MS - priemerné štvorce

Štatisticky významný vplyv ročníka ( $P < 0,01$ ) sme zaznamenali pri znakoch úroda zrna, podiel zrna nad sitom 2,5 mm, počte klasov na m<sup>2</sup>, dĺžke klasu, pri obsahu bielkovín a celkového škrobu. Hmotnosť 1000 zŕn je znak, ktorý je charakterizovaný ako najstabilnejší úrodovotný prvok s najnižšou variabilitou v závislosti od vplyvu prostredia (Sleziak, 2003). Pri tomto znaku sme zaznamenali štatisticky významný vplyv genotypu, ale aj interakcie rok x genotyp. Spolupôsobenie faktora interakcia rok x genotyp na prejav znaku sme zaznamenali aj pri znakoch podiel zrna nad sitom 2,5 mm, počet klasov na m<sup>2</sup>, obsah bielkovín a obsah celkového škrobu.

Korelačnou analýzou (Tab. 2) sme zistili lineárnu závislosť sledovaných znakov. Podľa mnohých autorov (Sleziak, 2003, Budakli Carpici at al., 2012, Grafius, 1964) závisí úroda zrna od počtu klasov na m<sup>2</sup>, počtu zŕn v klase, hmotnosti 1000 zŕn a hmotnosti zrna v klase. Zlepšovanie úrody zrna prostredníctvom zvýšenia počtu klasov pri novších odrodách potvrdil aj Grausgruber (2002).

V sledovanom súbore domácich jačmeňov sme zistili len miernu priamu lineárnu závislosť medzi úrodou zrna a počtom klasov na m<sup>2</sup> ( $r = 0,31^*$ ) a úrodou a hmotnosťou 1000 zŕn ( $r = 0,36^*$ ). Podľa Sleziaka (2003) je počet zŕn v klase najefektívnejší znak z prvkov, ktoré vplyvajú na úrodnosť klasu.

Viaceri autori, ako napr. Li a kol. (2004) a Ortiz kol. (2002) potvrdili okrem preukazného vzťahu úrody zrna jačmeňa k počtu klasov na m<sup>2</sup> aj pozitívny vzťah úrody k počtu zŕn na klas. Tento pozitívny vzťah sa však v našom súbore nepotvrdil, naopak počet zŕn v klase v súbore jačmeňov koreloval s úrodou zrna v nepriamej miernej závislosti ( $r = -0,46^*$ ), čo pravdepodobne zapríčinila slabá tvorba zrna v klase v suchom

ročníku 2012 a extrémne vlhkom ročníku 2010. Významnú priamu lineárnu závislosť ( $r=0,57^{**}$ ) sme zistili medzi dĺžkou klasu a počtom zŕn v klase. Dlhší klas, ktorý je typický pre staršie odrody, obsahoval v porovnaní s novšími genotypmi viac zŕn, avšak zrno bolo drobnejšie, následkom čoho malo menšiu hmotnosť. Potvrdila to aj negatívna korelácia medzi dĺžkou klasu a hmotnosťou 1 000 zŕn ( $r=-0,44^{**}$ ).

Z rozborov výsledkov kvalitatívnych znakov sa potvrdil známy negatívny vzťah medzi obsahom bielkovín a obsahom škrobu (Prugar, Hraška, 1989), s narastaním obsahu bielkovín klesajú aj hodnoty ďalších ukazovateľov sladovníckej kvality jačmeňa. Korelačnou analýzou bol potvrdený medzi týmito kvalitatívnymi parametrami v súbore jačmeňov štatisticky významný negatívny vzťah, s vysokým koeficientom korelácie  $r=-0,71^{**}$ . Úroda zrna s obsahom škrobu bola v kladnej korelácii ( $r=0,74^{**}$ ), naopak s obsahom bielkovín v zrne bola význačne nepriamo lineárne závislá ( $r=-0,65^{**}$ ), čo korešponduje aj s výsledkami Bulmana a kol. (1993). Podobne aj podľa Prugara a Hrašku je pri väčšine biologických materiálov jačmeňa negatívna korelácia medzi obsahom bielkovín a produktivitou úrody.

Tabuľka 2: Lineárna závislosť vybraných agro-morfologických znakov jačmeňa siateho f. jarnej

Znaky	Hmot. zrna/ klas	Dĺžka klasu	Počet klasov/ m <sup>2</sup>	HTZ	Úroda zrna	Bielkoviny	Škrob
Počet zŕn/ klas	0,23	0,57 <sup>**</sup>	0,17	-0,22	-0,46*	0,35*	-0,23
Hmot. zrna/ klas		0,28	-0,13	-0,05	-0,08	0,03	-0,17
Dĺžka klasu			0,21	-0,44 <sup>++</sup>	-0,69 <sup>**</sup>	0,60 <sup>**</sup>	-0,69 <sup>**</sup>
Počet klasov/ m <sup>2</sup>				-0,02	0,31*	0,22	0,14
HTZ					0,36*	-0,29	0,37*
Úroda zrna						-0,65 <sup>**</sup>	0,74 <sup>**</sup>
Bielkoviny							-0,71 <sup>**</sup>

štatistická významnosť <sup>\*\*</sup> P<0,01 , \* P<0,05

Pri vyhodnocovaní miery variability znakov treba brať do úvahy rôznorodosť súboru, ktorý zahrňoval genotypy vytvorené od roku 1938 až 2009. Tieto sa odlišovali hlavne na základe morfológie, skladby z hľadiska sladovníckej, resp. kŕmnej kvality, ako aj na základe vyhodnotených hospodárskych znakov. Pretože tvorba genotypov jačmeňa prešla procesom neustáleho šľachtiteľského zlepšovania, zameraného na biologicko-hospodárske znaky, ktoré splňajú podmienky intenzívneho pestovania, variabilita sledovaných znakov medzi genotypmi vytvorenými v rôznom období bola značná. Preto bol súbor 43 genotypov jačmeňa podrobený na základe agro-morfologických znakov hierarchickej zhlukovej analýze, zhlučovacími metódami. Hierarchická zhluková analýza nám umožnila hodnotené genotypy jačmeňa rozdeliť do dvoch skupín, kde prvú skupinu tvorili staršie genotypy, zahrňujúce krajové odrody a populácie a druhý zhluk bol tvorený genotypmi vytvorenými od roku 1965 až do roku 2009. Pre lepšie odlíšenie sme vytvorené skupiny vyhodnotili štatistickými charakteristikami na základe sledovaných znakov (Tab. 3).

Tabuľka 3: Základné štatistické charakteristiky

Zhuk/počet genotypov	I. (11) Staršie genotypy				II. (32) Novšie genotypy			
	priemer	Min	Max	v (%)	priemer	Min	Max	v (%)
Výška rastliny (mm)	896	850	966	4,43	713	453	880	8,26
Dĺžka klasu (mm)	95	80	106	8,49	81	72	101	8,45
Hmotnosť 1000 zŕn (g)	49,60	48,10	51,80	2,76	50,90	47,10	54,00	3,06
Počet klasov/m <sup>2</sup>	567	500	608	6,83	575	491	666	7,28
Hmotnosť zrna/klas	1,26	1,07	1,39	8,37	1,22	1,08	1,41	7,01
Počet zŕn/klas	24	21	27	9,22	22	18	26	7,97
Úroda (kg/m <sup>2</sup> )	0,59	0,49	0,66	10,35	0,73	0,54	0,85	10,12
Vegetačná doba (dni)	113	112	114	0,80	113	112	114	0,80
Podiel zrna nad sitom 2,5 mm (%)	87,5	77,9	92,3	5,65	87,5	77,9	92,3	5,65
Bielkoviny (%)	12,20	11,50	13,20	5,37	11,30	9,94	13,2	6,40
Škrob (%)	52,76	48,84	55,14	3,86	55,59	52,64	58,43	2,53

Vzniknuté skupiny sa rozlišovali hlavne v morfologických znakoch, ako je výška rastliny a dĺžka klasu, ktorých vyššie hodnoty sú typické pre pôvodné krajové odrody a populácie, ale aj na základe rozdielnych hodnôt hospodárskych znakov. Zvýšené hodnoty pri znakoch hmotnosť 1000 zŕn, počet klasov na m<sup>2</sup> sú v skupine novších odrôd samozrejme, pretože boli cielene zvyšované šľachtením k dosiahnutiu vyšších výnosov. Variačný koeficient bol nízky pri všetkých znakoch v skupinách. Vyšší variačný koeficient sme zistili len pri súhrnnom znaku úroda zrna ( $v=10,12 - 10,35$  %). Miera najnižšej variability ( $v=2,76 - 3,06$  %) pri znaku hmotnosť 1 000 zŕn potvrdila stabilitu tohto znaku, v závislosti od vplyvu prostredia.

## Záver

Analyzovaním súboru 43 genotypov jačmeňa siateho formy jarnej, slovenského pôvodu vytvoreného od roku 1938 až po súčasnosť sme zisťovali jeho hospodársku hodnotu a variabilitu vybraných znakov a závislosť znakov medzi sebou. Analyzovali sme agro-morfologické znaky, ako výška rastliny, dĺžka klasu, hmotnosť 1 000 zrn, počet klasov na m<sup>2</sup>, hmotnosť zrn na klas, počet zrn na klas, podiel zrna nad sitom 2,5 mm, úroda zrna, obsah bielkovín a obsah celkového škrobu, pri ktorých sme zistili rôznu variabilitu. Na základe analýzy rozptylu sme zistili vysoko preukazný vplyv ( $P < 0,01$ ) genotypu na všetky sledované znaky, okrem znaku hmotnosť zrn na klas. Štatisticky vysoko preukazný vplyv ročníka ( $P < 0,01$ ) sme zaznamenali pri znakoch úroda zrna, podiel zrna nad sitom 2,5 mm, počte klasov na m<sup>2</sup>, dĺžke klasu, pri obsahu bielkovín a celkového škrobu v zrne. V sledovanom súbore domácich jačmeňov sme zistili len miernu priamu lineárnu závislosť medzi úrodou zrna a počtom klasov na m<sup>2</sup> ( $r = 0,31^*$ ) a úrodou a hmotnosťou 1000 zrn ( $r = 0,36^*$ ). Znak počet zrn v klase v súbore jačmeňov koreloval s úrodou zrna v nepriamej miernej závislosti ( $r = -0,46^*$ ), čo pravdepodobne spôsobila veľmi slabá tvorba zrna v klase v suchom ročníku 2012 a extrémne vlhkom ročníku 2010. Význačnú priamu lineárnu závislosť ( $r = 0,57^{**}$ ) sme zistili medzi dĺžkou klasu a počtom zrn v klase. Medzi kvalitatívnymi parametrami obsah bielkovín a obsah škrobu bol potvrdený štatisticky významný negatívny vzťah s vysokým koeficientom korelácie  $r = -0,71^{**}$ . Úroda zrna s obsahom škrobu bola v kladnej korelácii ( $r = 0,74^{**}$ ), naopak s obsahom bielkovín v zrne bola význačne nepriamo lineárne závislá ( $r = -0,65^{**}$ ). Zhuková analýza rozdelila súbor do dvoch základných zhukov, kde prvý zhuk tvorili staršie genotypy, zahrňujúce krajové odrody a populácie a druhý zhuk bol tvorený genotypmi vytvorených od roku 1965 až do roku 2009. Vzniknuté skupiny sa rozlišovali hlavne v morfologických znakoch, ako je výška rastliny a dĺžka klasu, ktorých vyššie hodnoty sú typické pre pôvodné krajové odrody a populácie, ale aj na základe rozdielných hodnôt hospodárskych znakov, ako hmotnosť 1 000 zrn a počet klasov na m<sup>2</sup>. Rozdiely v skupinách poukázali na ciele zvyšovanie úrodotočných prvkov v šľachtení jačmenných odrôd k dosiahnutiu vyšších výnosov, ale aj na kvalitu pôvodných krajových odrôd a populácií.

**Pod'akovanie:** Toto štúdia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Implementácia výskumu genetických zdrojov rastlín a jeho podpora v udržateľnom rozvoji hospodárstva Slovenskej republiky (ITMS: 26220220097), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## Literatúra

- BUDAKLI CARPICI E. – CALIK N.: Correlation na Path Coefficient Analyses of Grain Yield and Yield Components in Two-Rowed of Barley (*Hordeum vulgare* conv. *distichon*) Varieties. In: Not Sci Biol, 2012, No. 4(2): p128-131
- BULMAN, P. - MATHER, E. - SMITH, L.: Genetic improvement of spring barley cultivars grown in eastern Canada from 1910 - 1988. In: *Euphytica*, vol. 71, 1993, p. 35-48.
- GRAUSGRUBER, H. - BOINTNER, H. - TUMPOLD, R. - RUCKENBAUER, P.: Genetic improvement of agronomic and qualitative traits of spring barley. In: *Plant Breeding*, 2002, vol.121, p. 411-416.
- IPGRI : Descriptors for barley (*Hordeum vulgare* L.). Rome : International Plant Genetic Resources Institute, 1994, 45 s.
- LEKEŠ, J. - ZEZULOVÁ, P. - BAREŠ, I. - SEHALOVÁ, J. - VLASÁK, M.: Klasifikátor, genus *Hordeum* L. ČSSR, VÚRV Praha, 1986, s. 46.
- LI, Y.CH. - KOROL, A.B. - FAHIMA, T. - NEVO, E.: Microsatellites within genes: structure, function and evolution. *Molecular Biology and Evolution*, vol. 21, 2004, no. 6, p. 991-1007.
- JAMBOROVÁ, M.: Obilniny. Situačná a výhľadová správa k 30.06.2012. VÚEPP Bratislava, roč. XX, č.2 november 2012. ISSN 1338 -483X, <http://www.vuepp.sk/>
- ORTIZ, R. - NURMINIEMI, M. - MADSEN, S. - ROGNLI, O.A. - BJØRNSTAD, Å.: Genetic gains in Nordic spring barley breeding over sixty years. In: *Euphytica*, 126: 2002, p. 283-289
- PRUGAR, J. - HRAŠKA, Š. 1989. Kvalita jačmeňa Príroda Bratislava, 1989, pp. 219. ISBN 80-07-00353-3.
- SLEZIAK, Ľ.: Šľachtenie a semenárstvo jačmeňa. In.: Jačmeň, biológia, pestovanie, využívanie. Nitra, 2003, s.51 – 71.
- StatSoft, Inc. (2003). STATISTICA Cz (Softwarový systém na analýzu dat), verze 6. StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, USA.
- Vestník MP SR, ročník XLIV, 6.september 2012, čiast. 24: Listina registrovaných odrôd 2012. Bratislava : GLASS TRADING s.r.o., Vydavateľstvo NOI., 2011, s. 22-24.

## Adresa autora:

Ing. Michaela Benková, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, e-mail: [benkova@vurv.sk](mailto:benkova@vurv.sk)

## Variabilita taxónov rodu *Thymus* L. z hľadiska zloženia silice

### Taxa variability of the genus *Thymus* L. from the essential oil composition point of view

Silvia FIALOVÁ - Iveta ČIČOVÁ - Miroslava KAMENNÍKOVÁ - Pavol ELIÁŠ - Anton ŤAŽKÝ - Daniel GRANČAI

The present work deals with the evaluation of 13 taxa of the genus *Thymus* L. from the essential oil content and composition point of view. Thymes were of different origins. The population of the species *Thymus pulegioides*, *Thymus praecox* and *Thymus pannonicus* were examined. The steam distillation according Slovak pharmacopoeia 1st edition have been used for the determination of essential oils (EO). The identification of EO components has been provided by gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). The examined samples contained a quantity of essential oil in the range from 2 to 7.5 ml/kg, representing 0.2 - 0.75 %. A high variability in the composition of EO was recorded. On the basis of the major component of EO it is possible to classify thymes in 4 chemotypes: carvacrol (T15, T16, T17, T18, T22 and T25),  $\beta$ -linalool (T19, T20, T26, T27 and T28), thymol (T21 and T24) and episonarene (T23). Episonarene has not been described as a major component of thymes EO in the past, due to this fact we can consider that episonarene presented in this sample originated from germacrene D metabolism.

Key words: essential oil, variability, composition, genus

#### Úvod

Rod *Thymus* L. je jeden z najväčších a najvýznamnejších rodov v rámci čeľade *Lamiaceae*. Počet druhov v tomto rode je diskutabilný a v rámci taxonomického pohľadu sa často líši, ale zvyčajne je odhadovaný počet druhov viac ako dvesto. Ťažkosti z hľadiska taxonomického zaradenia vyplývajú z vysokej variability morfológických a mikromorfológických aspektov, takisto ako aj z vysokej variability chemického zloženia sekundárnych metabolitov (Sostaric a kol., 2012). Rod *Thymus* je rozšírený takmer po celom svete, avšak ako centrum tohto rodu sa označuje oblasť Stredozemného mora. Na Slovensku bolo potvrdených 7 druhov a to konkrétne *Thymus pulegioides*, *Thymus alpestris*, *Thymus pannonicus*, *Thymus glabrescens*, *Thymus praecox*, *Thymus pulcherrimus* a *Thymus serpyllum* (Bertová, 1993). Najnovšie sa uvádza aj prítomnosť ôsmeho druhu rodu *Thymus* na Slovensku a tým je *Thymus alternans* KLOKOV vyskytujúci sa v Bukovských vrchoch na severovýchode Slovenska (Mártonfi, 1996). Z hľadiska obsahových látok má majoritné zastúpenie silica, ktorá má variabilné zloženie podľa druhu a lokality zberu. Ďalšími obsahovými látkami sú triesloviny, flavonoidy a horčiny. Dúšky majú veľmi široké spektrum použitia. Najmä vďaka antioxidantnému a antimikrobiálnemu pôsobeniu sa využíva v terapii a prevencii. Droga účinkuje sekrétoolyticky pri kataroch horných dýchacích ciest, chronickej bronchitíde, bronchopneumónii, chrípke, bronchiálnej astme, zápale pľúc, pri bronchiektázii. Odporúča sa aj pri ochoreniach GIT ako je chronická gastritída, pri meteorizme, podporuje trávenie. Uvádza sa pri bolestiach hlavy a reumatizme (Stahl-Biskup, 2002). Cieľom tejto práce bolo stanovenie obsahu silice a analýza jej zložiek v rôznych taxónoch rodu *Thymus* L.

#### Materiál a metódy

Rastlinný materiál bol dopestovaný v Génovej banke SR (Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany). V roku 2009 bola založená škôlka základného hodnotenia genetických zdrojov rodu *Thymus*. Hodnotenie a vegetačné pozorovania boli vykonané v roku 2010, rozmery pokusu 3 x 30 metrov, genetické zdroje boli vysadené do riadkov dlhých 3 metre. Hodnotenia boli urobené podľa medzinárodného deskriptora (klasifikátor IPGRI *Thymus vulgaris* L., 2005). Rastlinnú drogu predstavovala usušená vňať pochádzajúca z rôznych lokalít nachádzajúcich sa na území Česka a Slovenska. Bola zbieraná ručne, zarezávaním, na začiatku kvitnutia, čiže v období mesiacov jún a júl v roku 2010. Jednotlivé vzorky boli potom sušené pri teplote nepresahujúcej 35 °C. Rastlinný materiál tvorila vňať troch druhov rodu *Thymus*. (Tab. 1).

Tabuľka 1: Zoznam jednotlivých skúmaných druhov rodu *Thymus* L. a ich pôvod

	Genetický zdroj	<i>Thymus</i> sp.	Lokalita zberu
T15	CZEVRCH08-28	<i>Thymus pulegioides</i> L.	zberová expedícia Českomoravská vrchovina 2008
T16	CZEVRCH08-34	<i>Thymus pulegioides</i> L.	zberová expedícia Českomoravská vrchovina 2008
T17	CZEVRCH08-49	<i>Thymus pulegioides</i> L.	zberová expedícia Českomoravská vrchovina 2008
T18	CZEVRCH08-62	<i>Thymus pulegioides</i> L.	zberová expedícia Českomoravská vrchovina 2008
T19	CZEVRCH08-78	<i>Thymus pulegioides</i> L.	zberová expedícia Českomoravská vrchovina 2008
T20	CZEVRCH08-88	<i>Thymus pulegioides</i> L.	zberová expedícia Českomoravská vrchovina 2008
T21	CZEKRIV2005-7	<i>Thymus praecox</i> Opiz	zberová expedícia Křivoklát 15. - 19. 8. 2005

	Genetický zdroj	<i>Thymus sp.</i>	Lokalita zberu
T22	CZEKRIV2005-26	<i>Thymus praecox</i> Opiz	zberová expedícia Křivoklát 15. - 19. 8. 2006
T23	CZEKRIV2005-50	<i>Thymus pulegioides</i> L.	zberová expedícia Křivoklát 15. - 19. 8. 2007
T24	CZEKRIV2005-72	<i>Thymus pannonicus</i> Ronn. non All.	zberová expedícia Křivoklát 15. - 19. 8. 2008
T25	CZEKRIV2005-101	<i>Thymus pannonicus</i> Ronn. non All.	zberová expedícia Křivoklát 15. - 19. 8. 2009
T26	CZEVARCH08-123	<i>Thymus pulegioides</i> L.	zberová expedícia Českomoravská vrchovina 2008
T27	SVKPOVIN06-2	<i>Thymus pulegioides</i> L.	zberová expedícia Považský Inovec
T28	SVKPOVIN06-4	<i>Thymus sp.</i>	zberová expedícia Považský Inovec

#### Stanovenie obsahu silice

Obsah silice sa stanovuje pomocou destilácie s vodnou parou podľa Slovenského liekopisu, 1. vydanie.

#### Analýza zložiek silice

Na GC-MS (GC: ThermoFinnigan; MS: Trace DSQ) sa použila kolóna typu HP-20M Carbowax (0,20 $\mu$ m hrúbka, 25 m dĺžka). Na analýzu sa použil 1 $\mu$ l silice. Hmotnostné spektrá sa zaznamenávali v rozsahu od 20 do 500 m/z. Kvalitatívne hodnotenie sa vykonalo na základe získaných hmotnostných spektier, ktoré sa identifikovali pomocou databázy spektier NIST.

#### Výsledky a diskusia

V tabuľke 2 je pri jednotlivých vzorkách uvedené množstvo získanej silice, prepočet na ml/kg a na objemovo hmotnostné percentá (%).

Tabuľka 2: Obsah silice vo vzorkách *Thymus L.*

Vzorka	Objem (ml)	ml/kg	%
T 15	0,10	5	0,5
T 16	0,08	4	0,4
T 17	0,10	5	0,5
T 18	0,12	6	0,6
T 19	0,06	3	0,3
T 20	0,10	5	0,5
T 21	0,14	7	0,7
T 22	0,14	7	0,7
T 23	0,04	2	0,2
T 24	0,12	6	0,6
T 25	0,15	7,5	0,75
T 26	0,09	4,5	0,45
T 27	0,06	3	0,3
T 28	0,04	2	0,2

Najvyšší objem silice sa zaznamenal u vzorky T 25 (7,5 ml/kg t.j. 0,75 %). Naopak, nízky obsah silice sa izoloval u vzoriek T 23 a T 28, kde objem získanej silice predstavoval 2 ml/kg t.j. 0,2 %.

Najväčší obsah silice sa podarilo izolovať zo vzorky T 25, ktorá ako jediná prezentuje druh *Thymus pannonicus*. Ide o druh vyskytujúci sa v krajinách strednej a severnej Európy a takisto aj v Rusku. Na základe hlavných zložiek boli v minulosti na Slovensku popísané 4 typy silice *Thymus pannonicus* a to  $\alpha$ -terpinyl acetátový, tymolový, linalolový ap-cyménový (Mechtler, a kol., 1994).

V našej práci sme zaznamenali karvakrolový typ druhu *Thymus pannonicus*, ktorý bol v dostupnej literatúre popísaný u vzoriek pôvodom z Bukových hôr na severe Maďarska (Pluhár a kol., 2010). Vo vzorke T 25 sa zaznamenalo približne 50 % obsahu karvakrolu. Výrazne boli zastúpené i v m-cymén (16,91 %) a  $\gamma$ -terpinén (11,23 %). *Thymus praecox* predstavoval vzorky T 21 - T 23. Ide o druh rozšírený takmer v celej Európe. Pri tomto druhu je možné pozorovať vysokú variabilitu zloženia silice. Bol zaznamenaný výrazný chemický polymorfizmus, keďže každá zo vzoriek mala inú dominantnú zložku. Na Slovensku bol doteraz popísaný len jeden typ silice získanej z tohto druhu a to karvakrolový (Mechtler a kol., 1994). Karvakrolový typ sa zaznamenal aj u vzorky T 22, pričom obsah karvakrolu bol približne 39 %. Významným komponentom tejto silice bol aj  $\gamma$ -terpinén (16 %). Vzorka T 21 predstavovala tymolový typ silice, kde obsah tymolu bol 44 %. Ďalší dôležitý komponent vzorky T 21 bol  $\gamma$ -terpinén v množstve 6 %. Pri vzorke T 23 dominantnú zložku tvoril seskviterpén epizonarén. Ide o atypickú zložku nielen pre tento druh, ale celkovo pre rod *Thymus*. Je možné predpokladať, že táto zložka v silici vznikla degradáciou z germakrénu (Bülow –

KÖNIG, 2000). Germakrén D je seskviterpén, ktorý sa zaraďuje medzi 34 najvýznamnejších terpenov silice rodu *Thymus*. Aj pri ostatných zložkách silice získanej z druhu *Thymus praecox* je možné pozorovať vysokú chemickú rozmanitosť. Najväčšiu skupinu skúmaných vzoriek predstavoval druh *Thymus pulegioides*. Tento druh rastie vo väčšej časti Európy, na východ až po stred európskej časti Ruska. Na Slovensku bolo doposiaľ popísaných 5 chemotypov tohto druhu a to linalolový, citral-geraniolový, tymolový, karvakrolový a fenchónový chemotyp. V rámci skúmaných vzoriek zaznamenali 3 chemotypy. V 4 vzorkách dominantnou zložkou karvakrol (T 15, T 16, T 17, T 18), v ďalších 4 vzorkách linalol (T 19, T 20, T 26, T 27) a v 1 vzorke tymol (T 24). Ďalšími výrazne zastúpenými zložkami silice *Thymus pulegioides* boli m-cymén,  $\gamma$ -terpinén, karyofylén, tymylmetyléter, cis-geraniol. Presné zloženia jednotlivých silíc sú zaznamenané v tabuľke 3. Hlavnú zložku vzorky T 28 predstavoval linalol (27 %).

## Záver

Pri stanovení obsahu silice bola použitá destilácia vodnou parou. Následne bola vykonaná chromatografická analýza pomocou plynovej chromatografie s hmotnostnou spektrometriou. Na základe tejto chromatografickej analýzy bola zistená prítomnosť troch chemotypov silice a to karvakrolového, linalolového a tymolového chemotypu. Zo 14 skúmaných vzoriek možno zhrnúť, že karvakrol predstavoval dominantnú zložku v 6 vzorkách, v 5 vzorkách tvoril dominantnú zložku  $\beta$ -linalol a 2 obsahovali v majoritnom zastúpení tymol. Pri vzorke T 23 bola dominantná zložka epizonarén.

Tabuľka 3: Zastúpenie jednotlivých zložiek v siliciach skúmaných taxónov rodu *Thymus* L

Zložka silice	T 15	T 16	T 17	T 18	T 19	T 20	T 21	T 22	T 23	T 24	T 25	T 26	T 27	T 28
tymol		0,65				0,60	44,29	7,96	8,14	54,82	1,20	4,83	1,18	0,59
karvakrol	56,04	31,11	30,73	26,23	0,77	0,58	2,79	38,65		13,41	50,12	2,17	5,47	0,37
m-cymén	7,19	7,22	4,18	3,64	0,45		19,28		3,79	10,12	16,91		0,52	
$\beta$ -linalol	6,27				11,41	35,74	2,89	4,71		0,17		26,36	40,93	27,1
tymylmetyléter	20,76	1,82	8,2	5,59	0,41			7,10		2,03	6,25		1,08	
$\gamma$ -terpinén	4,99	6,36	3,94	8,04			5,87	16,00	1,56	7,97	11,23		0,51	
karyofylén	3,48	2,32	3,48	0,40					1,74		4,24	4,80	2,67	5,68
pačulén		2,05	5,45	1,71	1,11	8,26	1,99	0,88		1,95				
cis-geraniol			7,68			2,78						3,67	1,35	2,54
bicykloeskvifelandrén					0,50	7,97								
$\alpha$ -terpinén				0,45				1,48						
karveol						8,7								
$\beta$ -neoklovén						1,27	5,25	5,56		1,19				
2-izopropyl-4-metyl anizol							2,80	0,47		5,63			0,71	0,32
borneol							0,95	1,96	0,39		3,80			
o-cymén								13,28						
(+)-epi-bicikloeskvifelandrén								0,94				6,33	6,42	5,76
cis-2-mentenol								0,17						
epizonarén									10,40					
farnezylo bromid									2,20					
$\delta$ -kadinén									1,55					
agaruspirol									1,72					
allo-ocimén										1,21	1,08			
$\alpha$ -himachalén											3,35	11,46		
karyofylén oxid											0,13	1,52		0,53
$\beta$ -citral												9,59	3,91	8,28
citral												13,99	5,78	11,41
trans-geraniol												10,61	3,74	4,68
linalol acetát												1,65		
(-)- $\beta$ -bisabolén													19,63	23,57
$\beta$ -burbonén													1,86	1,89

**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. Štúdia bola taktiež podporená grantom VEGA 1/0059/11 („Skríning biologických aktivít vybraných druhov liečivých rastlín a identifikácia ich aktívnych konštituentov“).

### Literatúra

- BERTO VÁ, L. 1993. Flóra Slovenska 5.1. Bratislava: Veda, 1993, s. 335-367. ISBN 80-224-0349-0
- BÜLOW, N. – KÖNIG, W.A. 2000. The role of germacrene D as a precursor in sesquiterpene biosynthesis: Investigations of acid catalyzed, photochemically and thermally induced rearrangements. In: Phytochemistry. 2000, 55, (2), s. 141-168. ISSN 0031-9422
- MÁRTONFI, P. 1991. Polymorphism of Essential Oil in *Thymus pulegioides* subsp. *chamaedrysin* Slovakia. In: Journal of essential oil research. 1992, 4, s. 173-179. ISSN 1041-2905
- MÁRTONFI, P. 1996. *Thymus alternans* KLOLKO V – a new species of Slovak flora. Bratislava: Biologia, 1996 s. 27-29. ISSN 0006-3088
- MECHTLER, CH. - SCHEIDER, A. - LANGER, R. - JURENITSCH, J. 1994. Intraindividuelle Variabilität der Zusammensetzung des ätherischen Öles von Quendel-Arten. In: Scientia Pharmaceutica. 1994, 62, (117) ISSN 0036-8709
- PLUHÁR, Z. – SIMKÓ, H. – SÁROSI, S. – MARTON, B. 2010. Essential oil polymorphism of wild growing Hungarian thyme (*Thymus pannonicus*) populations in the Carpathian Basin. In Natural product communications. 2010, 5 (10), s. 1681-1686. ISSN 1934-578X
- SLOVENSKÝ LIEKOPIS, 1. vydanie (SL1), Bratislava: Herba, 2002, s. 322-323; 326-327; 2503-2504; 3577-3578; 3580-3583. ISBN 80-967994-4-4
- SOSTARIC, I. – LIBER, Z. – GRDISA, M. – PETAR, M.D. – STEVANOVIC, Z.D – SATOVIC, Z. 2012. Genetic diversity and relationships among species of the genus *Thymus* L. (section *Serpyllum*). In Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants. 2012, 207(9), s. 654 – 661. ISSN 0367-2530
- STAHL-BISKUP, E. 2002. Thyme The Genus *Thymus*. New York: Taylor & Francis Inc, 2002, 345s. ISBN 0-415-28488-0

### Adresa autorov:

PharmDr.Silvia Fialová, PhD., Silvia Fialová, Miroslava Kamenníková, Daniel Grančai, Univerzita Komenského, Farmaceutická fakulta, Katedra farmakognózie a botaniky, Odbojárov 10, 832 32 Bratislava, e-mail: [fialova@fpharm.uniba.sk](mailto:fialova@fpharm.uniba.sk), Iveta Čičová, Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 01 Piešťany, email: [cicova@vurv.sk](mailto:cicova@vurv.sk), Pavol Eliáš, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra botaniky, Anton Ľazký, Univerzita Komenského, Farmaceutická fakulta, Toxikologické a antidopingové centrum, Odbojárov 10, 832 32 Bratislava



## Reakcie inokulovaných genetických zdrojov sóje v podmienkach vodného stresu

### Reactions of inoculated soybean genetic resources in the water stress conditions

Eleonóra KRIVOSUDSKÁ – Angelika FILOVÁ – Jana FERENCOVÁ

*During the experiments were monitored the following varieties: Impala (South African Republic), Maverick (USA), Rankoshi No.1h (Japan) and their reactions to the water supply at the beginning of the growth stage R1 and R2 – blooming in an interaction with the Nitrazon inoculation of the seeds before a sowing. Mentioned genetic resources were provided for our research purposes by the Plant Production Research Center Piešťany, Gene Bank of the Slovak Republic. Seeding of the particular soy genotypes was made into the containers whilst 50% of seed corn from each genotype was before the sowing inoculated by the usage of Nitrazon inoculant (supplier: Agrokomp, spol. s.r.o., Modra). Water stress was secured by an irrigation interruption for a 7-day period in the mentioned growth stage. This stress had a negative impact on the relative water content in RWC plants, proline content, osmotic potential, as well as an amount of nodules on the roots by the all monitored varieties. According to an evaluation of the mentioned indicators more significant proline accumulation was confirmed by the genotype Maverick especially by the variant exposed to water deficit ( $3,25 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$  FW according to the calculations on 100% RWC) without the inoculant Nitrazon use and inoculating variant  $2,99 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$  FW according to calculations on 100% RWC. Variety MAVERICK had got the best reaction to water stress and even more noticeable resistance to the stress was monitored in the variant with Nitrazon application in the foregoing seed treatment of soybean seeds. The opposite response to the inoculation was monitored by IMPALA genotype when RWC had dropped to 41.77% in the comparison with the variant without inoculation where RWC had dropped to 61.86%.*

*Key words: soybean, water stress, inoculation, osmotic potencial, relative water content*

#### Úvod

Sója fazuľová je jednou z najstarších kultúrnych rastlín, patrí medzi štyri najviac rozšírené plodiny (po kukurici, pšenici a ryži) a je zároveň najviac pestovanou strukovinou a olejninou vo svete. Pre vysoký obsah lipidov (18 až 22 %) je zaraďovaná z hľadiska využitia taktiež medzi olejliny. Semená obsahujú vysoké percento bielkovín (36 až 40 %) a iných hodnotných látok, napr. glycidov (22 až 26 %), vitamínov, čo zaraďuje sóju medzi jednu z najvhodnejších surovín pre potravinársky a krmivársky priemysel. Okrem týchto dvoch hlavných uplatnení sa využíva i v nepotravinárskej sfére, napr. vo farmaceutickom použití, kozmetike a iných odvetviach. K významným prednostiam patrí vyššie uvedené zloženie semien s možnosťou všestranného využitia, relatívne dobrý výnos pri dodržaní pestovateľských zásad a použitie vhodných odrôd, s pozitívnym odrazom do ekonomiky, nižšie náklady na výživu a ochranu rastlín v porovnaní s inými druhmi rastlín, rozloženie poľných prác v poľnohospodárskom podniku, pričom sa sója vysieva v neskoršom jarnom období a podobne je na tom aj pri zbere (Houba et al., 2009).

V posledných rokoch vstupujú do popredia otázky premenlivosti podmienok prostredia a zraniteľnosti rastlín, ktoré môžu byť zdrojom zmien ich produktivity. Premennivosť podmienok prostredia sa dostáva do súvislosti s tzv. globálnymi klimatickými zmenami (Brestič et al., 2008). V dôsledku vyšších teplôt v stredných zemepisných šírkach sa v uplynulom storočí evidoval pokles zrážkových úhrnov. Súčasne ročné úhrny zrážok sú v porovnaní so zrážkovými úhrnmi na začiatku uplynulého storočia v priemere o 90 mm nižšie. Pre budúcnosť v časovom horizonte roku 2075 sa predpokladá v južných častiach Slovenska pokles ročných zrážkových úhrnov o 2 %, v severných častiach Slovenska sa predpokladá zvýšenie ročného zrážkového úhrnu asi o 7 % (Líška et al., 2008). Hlavnou úlohou vody v produkčnom procese plodín je zabezpečiť prirodzené vlhkostné prostredie koreňom, ktoré potom dodávajú nadzemným orgánom vodu potrebnú pre realizáciu produkčného potenciálu plodín (Pospíšil, Dančák, 2007).

Čo sa týka sóje fazuľovej v požiadavkách na vlahu má pomerne vysoké nároky, ktoré sú preto často obmedzujúcim faktorom pri rozširovaní jej pestovania do potenciálnych oblastí. V oblastiach s nevhodne rozloženými zrážkami aj za vhodnej teploty je produktivnosť sóje fazuľovej nízka a voda sa stáva limitujúcim faktorom jej pestovania (Švihra, Rodriguez, 1993). Sója je rastlina krátkeho dňa, tzn. že s predlžujúcim sa dňom sa predlžuje dĺžka vegetačnej doby. Severnejšie oblasti alebo kraje s vyššou nadmorskou výškou môžu byť rizikové. Platí tu pravidlo: čím je sója pestovaná vo väčšej zemepisnej šírke, tým musí byť nižšia nadmorská výška a opačne. Pre naše podmienky sú vhodné odrody, ktoré menej reagujú na dĺžku dňa. Sója je náročná na teplotu, čo však nie je treba podceňovať. Priemerná teplotná konštanta počas vegetačného obdobia tvorí 2300 °C. Okrem teploty je sója taktiež náročná na vlahu, a to hlavne vo fáze kvitnutia a nasadzovania struku. Pri nedostatku pôdnej alebo vzdušnej vlahy dochádza k opadávaniu kvetu a strukov. Táto skutočnosť býva často podceňovaná. Optimálne vlhkové podmienky (ročný úhrn 550 mm) majú významný vplyv na množstvo produkcie. Preto ani príliš teplé a suché podmienky nie sú pre pestovanie sóje vhodné (Moudry et al., 2011).

Z uvedených dôvodov bolo cieľom nášho výskumu zamerať sa na testovanie genetických zdrojov sóje rôzneho pôvodu v podmienkach vodného stresu.

## Materiál a metódy

Sledovanie účinku vybraných genetických zdrojov sóje (poskytnuté z CVRV Piešťany, Génová banka SR): Impala (Juhoafrická republika), Maverick (USA), Rankoshi No.1h (Japonsko) na zmeny vodného zásobenia na začiatku rastovej fázy R1 a R2 – kvitnutia v interakcii s inokuláciou semien Nitrazonom pred sejbou. Uvedenú očkovaciu látku Nitrazon nám pre výskumné účely poskytol Agrokomp, spol. s r.o. v Modre. Vyrába sa v ČR a je pripravovaná z kmeňov hrčkovitých baktérií, vybraných vo Výskumnom ústave rastlinnej výroby v Prahe. Bola dlhodobo overovaná v experimentoch aj v praxi v Čechách i na Slovensku. Pripravuje sa z vyselektovaných baktérií osobitne pre jednotlivé druhy plodín čelade bôbovítých (*Fabaceae*). Má vysoký obsah živých baktérií (až  $3,08 \times 10^9$ ). Priamo zvyšuje obsah bielkovín u pestovaných plodín, prospieva ku zvýšeniu výnosov a lepšej mikrobiálnej činnosti pôdy. Uvedené genetické zdroje boli vysiate do nádob s objemom 15 litrov.

Na stresovaných aj kontrolných rastlinách boli sledované nasledovné parametre: relatívny obsah vody v listoch, obsah voľného prolínu v listoch a osmotický potenciál. Relatívny obsah vody (RWC) v % bol stanovený gravimetricky a obsah voľného prolínu v listoch metódou podľa Bates et al. (1973) spektrofotometricky ninhydrínovou metódou. Osmotický potenciál ( $\Psi_s$ ) bol stanovený psychrometrickou metódou (Wescor, Logan, Utah, USA). V rámci experimentálnych sledovaní bol na rastlinách sóje stanovený počet hrčiek na jednotlivých koreňoch rastlín. Hrčky sme rozlišovali taktiež podľa veľkosti a farby.

## Výsledky a diskusia

Sucho je meteorologický termín a enviromentálny jav, ktorý je definovaný ako vodný stres vyplývajúci z nedostatku zrážok alebo zavlžovania. Stres zo sucha je ovplyvnený klimatickými, edafickými a agronomickými faktormi. Strukoviny majú rôzny rozsah mechanizmov adaptácie na podmienky sucha (Pratap, 2011).

V experimentálnom období 2012 boli sledované fyziologické reakcie vybraných genetických zdrojov sóje rôzneho pôvodu: Impala (ZAF), Maverick (USA), Rankoshi No.1h (JPN). Výsev jednotlivých genotypov sóje sa realizoval do nádob, pričom rovnaký podiel osiva z každého genotypu bol pred sejbou inokulovaný použitím inokulantu Nitrazon. Na začiatku rastovej fázy R1 a R2 – kvitnutia bol simulovaný vodný stres pozastavením zálievky a zabránením akémukoľvek prístupu zrážok. Počas vodného stresu bol sledovaný obsah vody v listoch (RWC), obsah prolínu, osmotický potenciál ako aj počet hrčiek na koreňoch.

Pri hodnotení uvedených ukazovateľov sa výraznejšia akumulácia prolínu potvrdila pri genotype Maverick pri variante vystavenom vodnému deficitu ( $3,25 \mu\text{mol.g}^{-1}\text{ČH}$  v prepočte na 100 % RWC) bez použitia inokulantu Nitrazon a pri variante s Nitrazonom  $2,99 \mu\text{mol.g}^{-1}\text{ČH}$  v prepočte na 100 % RWC. Akumulácia prolínu je reakciou rastlín na vodný deficit, aj keď niektoré druhy reagujú syntézou iných metabolitov, predovšetkým cukrov, betaínu zložitejších alkoholov. Schopnosť akumulovať tieto skupiny komponentov je viac – menej druhovo špecifická. Dominantná organická molekula akumulovaná v mnohých organizmoch, vrátane vyšších rastlín, eubaktérií, morských rias ako odpoveď na environmentálne stresy ako je sucho, zasolenosť, vysoké teploty, mráz, UV-žiarenie (Tokihiko et al. 1999).

Relatívny obsah vody v liste (RWC v %) je základným parametrom popisujúcim stav vody v rastline, ktorý vyjadruje vzťah medzi celkovým obsahom vody v rastline a obsahom vody pri plnej turgescencii (Brestič, Olšovská, 2001). V rámci vodného režimu je tiež signálom deficitu vody pre rastlinu aj pokles osmotického potenciálu, čo sa potvrdilo v našich experimentoch. Uvedený genotyp reagoval tiež výraznejším poklesom osmotického potenciálu ( $-3,75 \text{ MPa}$ , resp.  $-2,32 \text{ MPa}$ ), ktorý súvisí s deficitom vody. Genotyp bez inokulácie reagoval výraznejšie na vodný stres.

Reakcia genotypu Impala (Juhoafrická republika) na inokuláciu preukázala opačný efekt. RWC pokleslo na 41,77 % (obsah prolínu  $3,22 \mu\text{mol.g}^{-1}\text{ČH}$  v prepočte na 100 % RWC) v porovnaní s variantom bez inokulácie, kde RWC pokleslo na 61,86 % (obsah prolínu  $2,60 \mu\text{mol.g}^{-1}\text{ČH}$  v prepočte na 100 % RWC). Prolín slúži aj ako alternatívny elektrónový donor pre fotosystém II (PS II) ak dôjde k inhibícii alebo disociácii komplexu uvoľňujúceho kyslík (OEC) vplyvom vysokých teplôt alebo iných stresových faktorov. Táto zvýšená akumulácia prolínu prispieva k ochrane pred fotoinhibíciou a vylepšuje aj energetický stav rastlinných buniek pri ich regenerácii po uplynutí stresu (De Ronde et al., 2004).

Pri genotype Rankoshi (Japonsko) sa prolín akumuloval menej výrazne pri oboch variantoch, vystavených vodnému stresu (bez inokulantu  $1,56 \mu\text{mol.g}^{-1}\text{ČH}$  v prepočte na 100 % RWC, inokulovaný variant  $1,34 \mu\text{mol.g}^{-1}\text{ČH}$  v prepočte na 100 % RWC). Počas osmotického stresu slúži prolín ako mediátor osmotického adjustácie, stabilizér subcelulárnych štruktúr, zberač voľných radikálov a ako signál o strese. Mnoho výskumov poukázalo na pozitívnu koreláciu medzi akumuláciou prolínu a osmotoleranciou rastlín tým, že stúpajúca hladina prolínu je výsledkom stresu (Tokihiko et al., 1999). U testovaného genotypu Rankoshi bol v tomto období, t. j. na 7. deň dehydratácie zaznamenaný už výraznejší pokles RWC (54,28 %, resp. 54,78 %), pričom pokles RWC pod 70 % často už predstavuje významný zásah do metabolizmu základných fyziologických procesov (Brestič, Olšovská, 2001).

Na základe získaných poznatkov možno konštatovať, že deficit vody negatívne ovplyvnil sledované fyziologické parametre, pričom najlepšie na vodný stres reagoval genotyp Maverick (USA) s inokulovaným

variantom, kde bol zároveň pozorovaný aj najvyšší počet a hmotnosť hrčiek na koreňoch rastlín (v priemere o 26 %).

Po odobratí rastlín z pôdy a následnom vymytí pod prúdom vody sme stanovili počet a zdravotný stav hrčiek na koreňoch rastlín. Aktívne hrčky majú ružovú farbu, pri ich zozelenaní hovoríme o strate aktivity. Hnedé a čierne hrčky sú mŕtve (Dubach – Russelle, 1994). Na koreňoch sóje mali zdravé hrčky na reze načervenalú farbu (98 % u všetkých odrôd), nezdravé mali farbu zelenočiernu alebo žltobielu (iba 2 %). Sója fazuľová sa vyznačuje schopnosťou viazať atmosferický dusík prostredníctvom hrčkotvorných baktérií druhu *Bradyrhizobium japonicum*, ktoré sú špecifické len pre ňu. V podmienkach, kde sa nepredpokladá výskyt voľných rizóbií v pôde, sa pristupuje k inokulácii osiva. Na využitie symbiotického efektu pri pestovaní strukovín je potrebné inokulovať osivo príslušným druhom rizóbií a to najmä na pôdach, na ktorých sa dlhší čas daná strukovina nepestovala. Prednosťou očkovaných rastlín je dlhšia doba využitia asimilačnej plochy listov a fixácia vzdušného dusíka. Odráža sa to na tvorbe väčšieho počtu strukov a semien na rastline, a tým i v celkovej vyššej produkcii na hektár (Šariková, 2012). V našich pokusoch sa vplyvom inokulácie Nitrazonom zvýšil počet a hmotnosť hrčiek na koreňoch rastlín v priemere o 26 % u odrody Maverick (obr. A), o 18 % u odrody Rankoshi a najmenej u odrody Impala o 13 %. Tento fakt sa prejavil aj na stratégii odolnosti jednotlivých odrôd voči stresu z nedostatku vody. Vyšší počet hrčiek na koreni sóje môže priaznivo ovplyvniť odolnosť rastlín, vystavených deficitu vody v pôde.

## Záver

U hlavných strategických plodín ako je aj sója je potrebné študovať pravdepodobný efekt klimatických zmien a to najmä sucha na svetové zásobovanie potravinami, ale taktiež ich produkciu na regionálnej úrovni. Nevyhnutné je prispôsobiť celú poľnohospodársku výrobu zmenám, ako je zavádzanie nových technológií obohacovania pôd a šľachtenia nových odrôd, tolerujúcich environmentálne stresy.

**Pod'akovanie:** Práca bola podporená prostredníctvom finančnej podpory APVV- 0197 - 10.

## 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, 39: 150 - 158.
- BATES, L.S. - WALDREN, R.P. - TEARE, J.D., 1973: Rapid determination of proline for water stress studies. In: Plant and Soil, roč. 39: 205 – 207.
- BRESTIČ, M. et al., 2008: Život rastlín v meniacich sa podmienkach prostredia: evolučná perspektíva pre 21. storočie. 1. vyd. – Brno: Tribun EU, 131 s. ISBN 978 – 80 – 7399 – 566 -9.
- BRESTIČ, M. - OLŠOVSKÁ, K., 2001: Vodný stres rastlín – príčiny, dôsledky, perspektívy. Nitra: SPU, 2001. 149 s. ISBN 80-7137-902-6.
- DE RONDE, J.A. – SPREETH, M.H. - CRESS, W.A., 2000: Effect of antisense L- $\Delta$ 1-pyrroline-5- carboxylate reductase transgenic soybean plants subjected to osmotic and drought stress. Plant Growth Regul., 32: 13 - 26.
- DUBACH, M.D. - RUSSELLE, M.P., 1994: Forage legume roots nodules and their role in nitrogen transfer. Agron. J., 86: 259 - 266.
- HOUBA, K., 2009: Luskoviny : pěstování a užití . České Budějovice. Kurent, 133 s. ISBN 978-80-87111-19-2
- LÍŠKA, E. et al., 2008: Všeobecná rastlinná výroba : Nitra. Slovenská poľnohospodárska univerzita, 452 s ISBN 978-80-552-0016-3.
- MOUDRY, J. et al. 2011: Alternatívni plodiny. Praha : Profi Press , 142 s. ISBN 978-80-86726-40-3 .
- PRATAP, A. 2011: Biology and breeding of food legume. CAB International, ISBN 978-1-84593-766-9.
- ŠARIKOVÁ, D. 2008: Pestovanie sóje v našich podmienkach: Oblastný výskumný ústav agroekológie Michalovce. Dostupné na: [http://www.agroporadenstvo.sk/rv/soja/soja\\_pod.htm](http://www.agroporadenstvo.sk/rv/soja/soja_pod.htm).
- ŠVIHRA, J. - RODRIGUEZ, V., 1993: Reakcia sóje na vodný stres. Rastlinná výroba, 39: 627 – 632.
- TOKIHIKO, N. - MASATOMO, K. - YOSHU, J. - YUKIKA, S., 1999: Biological functions of proline in morphogenesis and osmotolerance revealed in antisense transgenic Arabidopsis thaliana L. In: The Plant Journal, Vol. 18: 185 – 193.
- 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, 41: 77 - 88.



Obr. A a B:  
Koreňový systém rastliny sóje genotyp Maverick  
A.: ošetrené inokulantom Nitrazon s výrazným počtom hrčiek a  
B: neošetrené v kontrole bez prítomnosti hrčiek

**Adresa autorov:** Ing. Eleonóra Krivosudská, PhD., Ing. Angelika Filová, PhD., Ing. Jana Ferencová, Katedra fyziológie rastlín, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, SR, +421 37 641 4456, e-mail: [eleonora.krivosudska@uniag.sk](mailto:eleonora.krivosudska@uniag.sk)

## Hodnotenie krajových populácií maku siateho (*Papaver somniferum* L.)

### Evaluation of population of poppy landraces (*Papaver somniferum* L.)

Jozef FEJÉR

In 2012 were evaluated seven genetic resources of poppy obtained in collecting expedition in Bardejov region, Slovak Republic. The experiment was realized on experimental field belonging to Prešov University by the methods of blocks, with the plot area 2.5 m<sup>2</sup>, in three repetitions. Selected morphological and production characters were evaluated on 15 selected plants from each genetic source. We observed 14 characters: stem branching, stem length, number of capsules, shape of capsule, shape of the capsule basis, capsule ribs, open of capsules, shape of stigma, the numbers of stigma rays, surface of stigma rays, peak of stigma rays, weight of full capsules per plant, weight of the seed per plant, weight of the capsule per plant. They were determined high coefficient of variations in the mentioned last four signs. After calculation of arithmetic average and standard deviation were selected individual productive types of plants.

Key words: descriptors, genetic resource, poppy landrace, *Papaver somniferum* L., evaluation

#### Úvod

Hlavným cieľom zhromažďovania genetických zdrojov rastlín je predchádzať genetickej erózii a trvalej strate spôsobenej ich nadmerným alebo nekontrolovaným využívaním. Zhromažďovaný genofond rastlinných druhov slúži taktiež ako východiskový materiál pre proces tvorby nových odrôd so zlepšenými hospodárskymi znakmi a vlastnosťami. Hlavným zdrojom získavania genetických zdrojov rastlín a rozširovania prírastkov do kolekcii sú výmeny s iným génovými bankami, získavanie vzoriek od množiteľov, šľachtiteľov a iných prípadných darcov (donorov). Významným zdrojom nových genotypov sú aj zberové expedície uskutočňované doma a v zahraničí (Benediková, a kol., 2009). Kvalita makového semena je v posledných rokoch diskutovaná ako významný ukazovateľ pre tzv. bezpečné a funkčné potraviny. Preto výskum v rámci projektu APVV-0248-10, „Rastliny maku siateho produkujúce semeno s lepšími vlastnosťami pre potravinársky priemysel“, je zameraný na získavanie miestnych, krajových, či endemických genotypov maku siateho (*Papaver somniferum* L.), s cieľom ich uplatnenia pri tvorbe nových odrôd s lepšími vlastnosťami, ktoré požaduje potravinárstvo. Pre využitie krajových populácií tohto rastlinného druhu v šľachtiteľskom procese je potrebné získané materiály prvotne zhodnotiť a následne vyselektovať genotypy, ktoré by slúžili ako východiskový zdroj pre túto prácu, so zameraním na zlepšenie kvality makového semena. Cieľom príspevku bolo zhodnotenie variability morfológických znakov a hospodárskych vlastností siedmich krajových populácií maku siateho získaných zo zberových expedícií realizovaných v oblasti Bardejova.

#### Materiál a metódy

Na založenie a hodnotenie pokusov boli použité krajové populácie maku siateho zozbierané v roku 2010 z oblasti Bardejova, obec Beloveža. Zemepisné koordináty zberovej lokality: N 49 ° 29.406, E 21 ° 36.858. Z uvedenej lokality boli získané všetky genotypy maku zaradené do pokusu (jedna plocha s viacerými záhumienkami). Po prvotnom zhodnotení získaných genetických zdrojov v roku 2011, boli na Školskom pozemku Prešovskej univerzity v Prešove v roku 2012 zakladané pokusy za účelom ich podrobnejšej charakterizácie a posúdenia variability (biodiverzity). Vysiatych a hodnotených bolo sedem genotypov. Pokusné stanovište sa nachádza v severnej časti Košickej kotliny (N 48°59.382'; E 21°13.576', n. v. 253 m). Reliéf územia tvorí antropogénne premodelovaná rovina alúvia rieky Torysa a jej prítokov. Pôdny typ stanovišťa je fluvizem typická, tvorená aluviálnymi naplaveninami blízkej rieky Torysa. Pôda je stredne ťažká s neutrálnou až alkalickou reakciou (pH 7,3). Obsah humusu v pôde je 2,22 % (stredný). Obsah prístupných živín P 90 mg.kg<sup>-1</sup> (dobrý), K 88 mg.kg<sup>-1</sup> (nízky), Mg 239 mg.kg<sup>-1</sup> (dobrý). Z klimatického hľadiska (podľa BPEJ 0506002) patrí pokusné miesto do oblasti pomerne teplej, suchej, kotlinovej, kontinentálnej, s teplotnou sumou (TS ≥ 10 °C) 2800 – 2500. Priemerná teplota vzduchu za vegetačné obdobie (IV. – IX., T veget.) je 14 - 15 °C. Prehľad meteorologických údajov za vegetačné obdobie 2012, meteorologická stanica Malý Šariš je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Charakteristika poveternostných podmienok vegetačného obdobia maku siateho v pokusnom roku 2012 (meteorologická stanica Malý Šariš).

Mesiac	Priemerná mesačná teplota vzduchu °C	Rozdiel mesačnej teploty - dlhodobý priemer	Mesačný úhrn zrážok mm	Rozdiel mesačný úhrn -dlhodobý priemer	Dlhodobý priemer teploty vzduchu °C	Dlhodobý priemer zrážok mm
Marec	4,70	1,66	10,9	-15,8	3,04	26,7
Apríl	9,89	1,17	48,1	-1,64	8,72	49,74
Máj	15,06	1,11	69,0	-9,40	13,95	78,40
Jún	18,85	1,98	76,9	-9,05	16,87	85,95
Júl	21,08	2,41	136,2	37,12	18,67	99,08

Experiment bol založený blokovou metódou v troch opakovaníach. Pokusné parcelky mali veľkosť 2,0 m x 1,25 m, s plochou 2,5 m<sup>2</sup> (pre jeden experimentálny variant). Variantmi pokusu bolo 7 genetických zdrojov maku. Sejba sa uskutočnila ručne 21. marca 2012 na medziriadkovú vzdialenosť 250 mm. V riadku sa vzdialenosť rastlín upravila ručne jednotným na vzdialenosť 100 mm vo fáze 6 – 8 pravých listov. Zber pokusov sa uskutočnil 24.07.2012. V jednom opakovaní sa izolovali tobolky za účelom samoopelenia a získania osiva, aby sa zachoval pôvodný genetický základ. Z dvoch opakovaní pokusu boli vybrané typické rastliny. Tieto sa zbierali celé, vytrhnutím z pôdy. Následne sa prirodzene dosušali. Jednotlivé hodnotenia a merania vybraných znakov boli uskutočnené po vysušení v pracovni.

Vybrané morfológické, biologické a hospodárske znaky (deskriptory) sa hodnotili podľa klasifikátora UPOV TG166/3 (UPOV = International Union for the Protection of New Varieties of Plants, Medzinárodná organizácia pre ochranu práv k novým odrodám rastlín). Na zhodnotenie údajov získaných rozborom rastlinného materiálu v laboratóriu (vybrané morfológické a hospodárske znaky) boli použité základné matematicko – štatistické výpočty. Pre posúdenie hospodárskej cennosti sa pri úrode makového semena z jednej rastliny použila metóda zonálnej analýzy.

## Výsledky a diskusia

Hodnotenie variability znakov a vlastností medzi jednotlivými populáciami a genotypmi patrí medzi základné štúdiá genofondu rastlín (Brindza, 1998). Jedinci vnútri populácie sa od seba v rôznej miere geneticky odlišujú. Táto genetická diverzita sa správne nazýva genetická variabilita (Primack et al., 2011).

Rozbormi 15 priemerne vyvinutých rastlín maku siateho (*Papaver somniferum* L.) z každého genetického zdroja (okrem genotypu č. 7, pri ktorom bolo analyzovaných 9 rastlín) z oblasti Bardejova (obec Beloveža) v roku 2012, sa celkovo zhodnotilo 14 znakov charakterizujúcich morfológické znaky a úrodové prvky rastlín (Tab. 2). V hodnotenom súbore genetických zdrojov maku bola zistená najnižšia variabilita pri znakoch: blizna povrch lalokov (0,00 %), dĺžka stonky (5,65 %), a počet bliznových lalokov (8,27 %). To poukazuje na malú premenlivosť týchto znakov v sledovanom súbore genetických zdrojov. Pri počte toboliek, tvare toboliek, tvare blizny a pukavosti bola zistená vyššia variabilita (v rozmedzí 25,34 – 48,08 %). Celkovo najvyššia variabilita bola zistená pri počte toboliek (48,08 %), (Tab. 2).

Fejér a Šalamon (2006) popisuje nasledovné údaje získané rozbormi rastlín maku siateho (*Papaver somniferum* L.). Celkovo zhodnotili 19 znakov charakterizujúcich morfológické a úrodové prvky rastlín a toboliek. Pri dĺžke stonky zistili variabilitu 9,10 %, počte toboliek 22,59 %, tvare toboliek 9,57 %, tvare blizny 11,72 %, počte bliznových lalokov 6,55 %, hmotnosti plných toboliek 22,22 %, hmotnosti semena 22,09 % a hmotnosti toboliek rastliny 23,89 %.

Pri hodnotení genetických zdrojov maku siateho z oblasti Bardejova sme zistili vyššiu variabilitu pri počte toboliek 48,08 %, hmotnosti plných toboliek 41,84 %, hmotnosti semena jednej rastliny 45,39 % a hmotnosti toboliek rastliny 45,11 %. Zistené variačné koeficienty sú dvojnásobne resp. takmer dvojnásobne vyššie, ako popisuje Fejér a Šalamon (2006). To poukazuje na vyššiu variabilitu týchto znakov v hodnotenom súbore.

Tabuľka 2: Hodnotenie vybraných znakov 7 genotypov maku siateho

Hodnotený znak	x	s	s <sub>x</sub>	Min.	Max.	Variačné rozpätie	V %
Vetvenie	1,06	0,24	0,02	1,00	2,00	1,0	22,61
Stonka dĺžka v mm	1326	74,9	0,75	1120	1520	400	5,65
Počet toboliek ks	2,41	1,16	0,12	1,00	5,00	4,0	48,08
Tvar tobolky	3,52	1,25	0,13	1,00	6,00	5,0	35,51
Tvar bázy tobolky	2,2	0,53	0,05	1,00	3,00	2,0	24,26
Rebrovanie tobolky	6,86	1,41	0,14	3,00	9,00	6,0	20,52
Otvorenosť tobolky	1,08	0,27	0,03	1,00	2,00	1,0	25,34
Tvar blizny	2,78	0,78	0,08	1,00	5,00	4,0	27,96
Počet lalokov blizny	14,32	1,19	0,12	10,00	17,00	7,0	8,27
Povrch lalokov blizny	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,0	0,00
Vrchol lalokov blizny	2,65	0,48	0,05	2,00	3,00	1,0	18,03
Hmotnosť plných toboliek rastliny g	9,59	4,01	0,40	2,57	23,55	20,98	41,84
Hmotnosť semena rastliny g	4,57	2,07	0,21	0,58	11,24	10,66	45,39
Hmotnosť toboliek rastliny g	5,02	2,26	0,23	1,99	12,31	10,32	45,11

Za najvhodnejší tvar tobolky sa pokladá tvar guľovitý (alebo okrúhly). Pri takomto tvare bola zistená najvyššia úroda semien (Bechyně a kol., 2001). Vašák a kol. (2010) uvádza, že najviac plnohodnotných a veľkosťne vyrovnaných semien je v tobolkách široko oválnych alebo guľovitých. Pri našich genotypoch maku prevládala tvar tobolky guľovitý až eliptický.

Výška rastlín je taktiež jedným zo znakov, ktorý koreluje napr. s úrodou makového semena. Bajpai et al. (2000) zistil pozitívnu koreláciu medzi úrodou semena a výškou rastliny. Tento znak je založený geneticky a do určitej miery ovplyvnený podmienkami prostredia. Pri výške rastlín sme zistili nižší variačný koeficient 5,65 % v porovnaní s výsledkami Fejér a Šalamon (2006), ktorí uvádzajú 9,10 % variačný koeficient.

Pre posúdenie hospodárskej hodnoty, na základe úrody makového semena, sú dôležitými parametrami priemerná hmotnosť semena rastliny a jej smerodajná odchýlka. Produkčné typy rastlín sa hľadajú ťažko, pretože selektovať na produkčný znak znamená robiť výber na variabilný znak. Boháč a kol. (1990) považuje pri selekcii na úrodu za vhodné použiť metódu zonálnej analýzy, ktorou je možné posúdiť celkovú variabilitu znaku (genetickú a modifikačnú), pri súčasnom porovnaní selektovaného materiálu a rešpektovaní genetických princípov. Pri hodnotení genetických zdrojov maku siateho je možné týmto spôsobom posúdiť úrodu semena z jednej rastliny a vyselektovať najúrodnejšie genotypy. Po pripočítaní smerodajnej odchýlky (vypočítanej z hodnôt hmotnosti semena jednej rastliny z celého hodnoteného súboru rastlín) k aritmetickému priemeru je možné vyselektovať rastliny zóny tzv. kladných transgresíí, t.j. najúrodnejšie rastliny. Pre overenie tohto tvrdenia je však potrebné ďalšie hodnotenie potomstiev týchto selektovaných rastlín.

Tabuľka 3: Vyselektované najúrodnejšie individuálne rastliny (škôlka základného hodnotenie 2012) – rastliny zóny kladných transgresíí  $\geq 6,64$  g (priemer hmotnosti semena rastliny hodnoteného súboru 4,57 g + smerodajná odchýlka tohto znaku 2,07 g = 6,64 g).

Genetický zdroj	Číslo rastliny	Hmotnosť semena rastliny (g)
GZ 1	1	8,17
	6	7,22
	17	7,89
	18	11,24
GZ 2	1	7,17
	2	8,3
	6	7,38
	11	9,43
GZ 3	12	6,86
	18	7,36
GZ 4	19	8,77
GZ 5	5	8,08
	10	7,16
GZ 6	3	7,43
	13	7,16
	16	10,23
GZ 7	4	7,37

Priemerná hmotnosť semena jednej rastliny dosiahla 4,57 g ( $\pm 2,07$  g). Vyselektované rastliny v tzv. zóne kladných transgresíí dosahovali hmotnosť semena v rozsahu od 7,16 g, do 11,24 g (Tab. 3). Fejér a Šalamon (2006) zistili hodnotením kolekcie genetických zdrojov maku priemernú hmotnosť semena z jednej rastliny vyššiu 6,74 g ( $\pm 1,49$  g). Hodnotením kolekcie genotypov maku siateho z Ázie (208 indických a dva thajské genotypy) zistil Bapai et al. (2000) podobné hodnoty hmotnosti semena z jednej rastliny 4,0 g ( $\pm 0,7$  g), s rozpätím minimálnej hodnoty 1,4 g a maximálnej hodnoty 7,4 g.

Priemerná úroda makového semena je daná genotypom a ovplyvnená ekologickými faktormi prostredia. V pokusnom roku 2012 dosiahli hodnotené genotypy maku pomerne nízku hmotnosť semien z rastliny v porovnaní s domácimi výsledkami. Je predpoklad, že genetické zdroje nedokázali realizovať svoj genetický potenciál v daných podmienkach pokusného roku. Mesiace marec až jún sa vyznačovali deficitom zrážok a výrazne vyššími priemernými mesačnými teplotami v porovnaní s dlhodobým priemerom (Tab. 1). Aj napriek deficitu vlhky po sejbě (marec – 15,8 mm) pokusy vzišli vďaka zásobe zimnej vlhky a zrejme aj vplyvu vyššej hladiny spodnej vody pokusného pozemku. Je predpoklad, že kritickým obdobím počas vegetácie bol mesiac jún, kedy bol zaznamenaný deficit zrážok 9,05 mm a priemerná mesačná teplota vyššia o 1,98 °C, čo zrejme spôsobilo redukcii počtu semien a teda aj celkovú úrodu semena.

## Záver

Zhodnotením siedmich genetických zdrojov krajových populácií maku siateho z oblasti Bardejova boli získané poznatky o variabilite vybraných morfológických znakov a hospodárskych vlastností. Získané dáta budú využité pri tvorbe popisnej databázy pred uložením hodnotených genotypov do Génovej banky SR.

Sledované znaky sa vyznačujú rozdielnym stupňom variability. Tá je daná genotypom a vo veľkej miere je ovplyvnená podmienkami prostredia, ako aj agrotechnickými opatreniami. Väčšia variabilita je predpokladom pre získanie vhodných genotypov pre zlepšenie znakov a vlastností nových odrôd.

Prínosom predloženej práce je, že získané údaje produkčnej schopnosti individuálnych rastlín budú slúžiť pre výber na úrodné typy rastlín makového semena. Z hodnoteného súboru 99 rastlín, siedmich genotypov maku siateho metódou zonálnej analýzy, bolo vyselektovaných 17 rastlín v tzv. zóne kladných transgresíí, ktoré mali priemernú úrodou semena rastliny 7,16 g až 11,24 g. Pre overenie ich produkčnej schopnosti bude potrebné ďalšie testovanie potomstiev založením nových pokusov s porovnaním na referenčné odrody (Major a Opal), ktoré sú pre tento druh plodiny stanovené Ústredným kontrolným a skúšobným ústavom poľnohospodárskym.

Výskum v rámci vyššie spomínaného projektu je zameraný na kvalitu makového semena. Preto je potrebné v ďalšej práci uskutočniť analýzy makového semena hodnotených genotypov na obsah oleja a zloženie mastných kyselín. Tieto údaje, spolu s úrodou semena budú tvoriť základ pre selekciu do ďalšej práce.

**Pod'akovanie:** Príspevok bol vypracovaný v rámci projektu APVV-0248-10, „Rastliny maku siateho produkujúce semeno s lepšími vlastnosťami pre potravinársky priemysel“.

## Literatúra

- BAJPAI, S. et al. 2000. Inter – relation between descriptions and morphine yield in Asian germplasm of opium poppy *Papaver somniferum*. In: Genetic Resources and Evolution, 2000, Vol. 47, p. 315-322.
- BECHYNĚ, M. a kol. 2001. Mák. vyd. Praha: Semafor, 2001. 127s.
- BENEDIKOVÁ, D. – BENKOVÁ, M. – DROBNÁ, J. – ČIČOVÁ, I. – HAUPTVOGEL, P. – HAUPTVOGEL, R. – MENDEL, L. – PASTIRČÁK, M. – BELUSKÝ, J. 2009. Ochrana a využitie agrobiodiverzity pre výživu a poľnohospodárstvo – princípy, legislatíva, dokumentácia. Piešťany, november 2009. 98 s. ISBN 978-80-89417-070.
- BOHÁČ, J. – ANDONOV, I. – ČERMÍN, L. – VLK, J. 1990. Šľachtenie rastlín. Príroda Bratislava, s. 54 – 58. ISBN 80-07-00231-6.
- BRINDZA, J. 1998. Hodnotenie genofondu rastlín z pohľadu teórie chaosu. In: Hodnotenie genetických zdrojov rastlín. 1998, s. 16-20.
- FEJÉR, J. – ŠALAMON, I. 2006. Variabilita úrodových a morfológických znakov rastlín a toboliek genetických zdrojov maku siateho (*Papaver somniferum* L.). In: Acta Fakultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis. Zborník, Prírodné vedy, biológia - ekológia, roč. XLI., 2006, s. 14-20. ISSN 1336-6149, ISBN 80-8068-475-8.
- PORTAL, Praha, 472 s. ISBN 978-80-7363-595-0.
- PRIMACK, R.B. – KINDLMANN, P – JERSÁKOVÁ, J. 2011. Úvod do biologie ochrany přírody.
- UPOV: Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stabilityg/166/3, (1999): Poppy, UPOV *Papaver somniferum* L. 32 p.
- VAŠÁK, J. a kol. 2010. Mák. 1 vyd. Praha: Powerprint. 2010. 352 s. ISBN 978-80-904011-8-1.

## Adresa autora:

Ing. Jozef Fejér, PhD. Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, 17. Novembra 1, 081 16 Prešov, Slovenská republika, [jozef.fejer@unipo.sk](mailto:jozef.fejer@unipo.sk).

## Genotypovo špecifické reakcie jarných pšeníc podmienené vysokou teplotou

### Genotype specific responses of spring wheat determined by high temperature

Zuzana BALÁTOVÁ – Marián BRESTIČ – Katarína OLŠOVSKÁ - Marek ŽIVČÁK -  
Elena HUNKOVÁ – Jana FERENCOVÁ

*The fluorescence OJIP transitions and parameters derived from them manifested their availability for testing of plants' tolerance to high temperature. The genotype specific responses of spring wheats to high temperature were documented. Even though the specific leaf weight and the assimilation pigments content were in favour to the Slovak genotype IS Jarissa, the German genotype Line 1-96 showed higher resistance against heat stress. From that reason we can advise genotype Line 1-96 as a perspective gene donor of higher thermo stability of photosynthetic apparatus into breeding process.*

*Key words: spring wheat genotypes, heat stress, specific leaf weight, assimilation pigments*

#### Úvod

Genetické zdroje predstavujú pre človeka unikátne a nenahraditeľné zdroje génov a génových komplexov, ktoré sú potrebné pre neustále zlepšovanie biologického a produkčného potenciálu rastlín (Švec et al., 2010). S meniacimi sa podmienkami prostredia narastá potreba využívania takých druhov a odrôd, ktoré budú schopné tolerovať nepriaznivé podmienky prostredia. Šľachtenie rastlín pre abiotické stresy je veľmi komplikovaný a časovo náročný proces, preto sa do popredia čoraz viac dostáva skrining genotypov na toleranciu k nepriaznivým faktorom prostredia. Intenzívna práca fyziológov sa zameriava na adaptáciu rastlín na abiotické stresy, ale aj spôsoby zvýšenia úrod. Tieto fyziologické postupy môžu byť následne využiteľné v šľachtiteľských programoch (Araus et al., 2008). Hľadanie súvislostí pri štúdiu vplyvov vysokej teploty nám umožňuje pochopiť, ako si rastliny v podmienkach stresu udržiavajú fyziologickú aktivitu a produkčné schopnosti, ako aj určiť kritériá, vďaka ktorým by bolo možné šľachtiť rezistentný biologický materiál.

V súčasnosti sa v ekofyziologickom výskume rastlín vo veľkej miere využíva metóda fluorescence chlorofylu *a*. Vďaka tejto metóde je možné rýchlo a nedeštruktívne determinovať úroveň citlivosti na stresy ako aj toleranciu rastlín k nim. Výsledkom merania sú fluorescenčné prechody s typickým polyfázovým charakterom OJIP, ktoré veľmi citlivo odrážajú pôsobenie akéhokoľvek environmentálneho stresu (Strasser et al., 2004).

Cieľom nášho experimentu bolo pomocou tejto metódy kvantifikovať vlastnosti vybraných genotypov jarnej pšenice z hľadiska ich tolerance na vysokú teplotu.

#### Materiál a metódy

Merania fluorescence chlorofylu *a* ako aj obsahu asimilačných farbív a špecifickej listovej hmotnosti sme realizovali na dvoch druhoch pšenice jarnej a to: *Triticum aestivum* zastúpenú slovenským genotypom IS Jarissa a *Triticum turgidum* zastúpenú genotypom Line 1-96 pochádzajúcim z Nemecka. Rastliny boli pestované na pokusných parcelách v CVRV - VÚRV Piešťany. Termotest bol realizovaný na najmladších plne vyvinutých zdravých listoch, oddelených od hlavného stebľa priamo v poľných podmienkach, ktoré sme v chlade a plne hydratovanom stave následne premiestnili do laboratórnych podmienok.

Segmenty listov pšenice boli po 30 minútovej adaptácii na tmu ponorené do kontrolovaného vodného kúpeľa (Julabo F10-UC, Germany) v uzavretých PVC obaloch po dobu 20 min. pri teplote 42°C. Pred a po aplikácii teploty sme merali fluorescenciu chlorofylu *a* fluorometrom Handy PEA (Hansatech Instrument Ltd., UK). Vzorky listov v temnostne adaptovanom stave boli ožiarené neprerušovaným červeným svetlom (650 nm). Intenzita svetelného pulzu bola 3500  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  s trvaním pulzu 1s. Signál fluorescence bol zaznamenávaný maximálnou frekvenciou 10<sup>5</sup> bodov/s<sup>-1</sup> (každých 10  $\mu\text{s}$ ) medzi 0 až 0,3 ms (Brestič et al., 2012). Získané indukčné krivky fluorescence chlorofylu *a* boli analyzované pomocou JIP testu (Strasser et al., 2004), ktorý poskytuje ďalšie charakteristiky bioenergetického stavu PS II.

Na dokreslenie charakteristiky oboch druhov jarných pšeníc ako genetických zdrojov sme použili spektrofotometrickú metódu merania obsahu asimilačných farbív (chlorofylu *a*, *b*, a karotenoidov) v acetónovom extrakte (Lichtenhaler, 1987). Špecifickú listovú hmotnosť (SLW,  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) sme vypočítali zo vzťahu 1/SLA (SLA = špecifická listová plocha  $\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ ; SLA = A/W, A = plocha listu rastliny ( $\text{m}^2$ ), W = hmotnosť suchej hmoty listu (g)). Veľkosť listovej plochy sme zisťovali počítačovým skenovaním.

#### Výsledky a diskusia

Fluorescenčné prechody boli merané za účelom posúdenia vplyvu vysokej teploty na fotochemickú efektívnosť fotosystému II (PS II). Jednotlivé fázy prechodu OJIP sú výsledkom série reakcií vedúcich



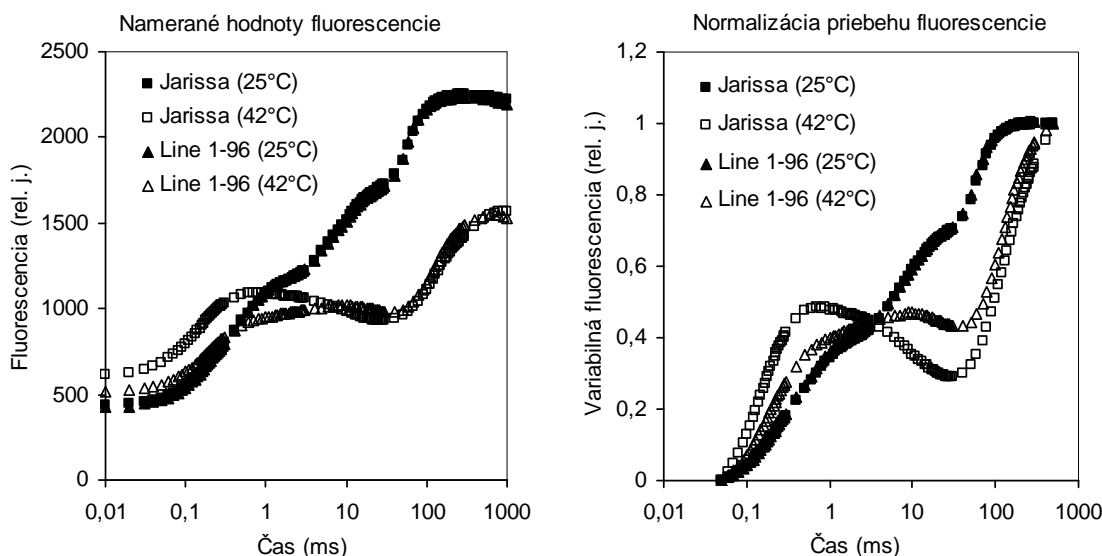
k plnej redukcii molekúl  $Q_A^-$  lokalizovaných na akceptorovej strane PS II. Podľa viacerých autorov je prechod OJIP (Mathur et al., 2011; Strasser et al., 2004; Chen, Cheng, 2009) citlivý na pôsobenie environmentálnych stresov, hlavne na vysokú teplotu, čo potvrdzujú aj naše výsledky.

Na obrázku 1 je vidieť fluorescenčné prechody OJIP typické pre plne vyvinuté kontrolné a stresované rastliny dvoch genotypov jarnej pšenice. Po ožiarení vzoriek saturačným pulzom došlo k rýchlemu nárastu intenzity fluorescence z kroku O na krok J v cca 2 ms. Tento nárast (OJ) je spôsobený redukciou elektrónového akceptora  $Q_A$  na  $Q_A^-$  a spája sa s primárnymi fotochemickými reakciami PS II (Strasser et al., 2004). Kinetika fázy OJ je veľmi rýchla a silno závisí od svetelnej intenzity (Stirbet, Govindjee, 2012). Po tejto fáze nasledoval ďalší nárast na prostredný krok I v cca 30 ms a nakoniec nárast do kroku P v čase cca 500 ms s prevahou redoxných reakcií.

Sekundárny nárast JIP je pomalší, prezentuje tepelnú fázu menej závislú na svetle, no viac na teplote. Prostredný krok I a koncový P poukazuje na rýchlo a pomaly sa redukujúce plastochinónové centrá, rovnako ako na redoxný stav reakčných centier PS II (Strasser et al., 2004). I-P fáza závisí od aktivity PSI reprezentujúcej redukcii feredoxínu (Fd) za účasti neaktívnej feredoxín – NADP<sup>+</sup> reduktázy (FNR, Schansker et al., 2005). Oba genotypy kontrolných rastlín mali podobný priebeh jednotlivých fáz OJIP.

Teplotný stres na úrovni 42°C spôsobil významné zmeny JIP kriviek, zahŕňajúce nárast bazálnej fluorescence ( $F_0$ ) a pokles maximálnej fluorescence ( $F_M$ ). Obe tieto zmeny sa vo väčšej miere prejavili pri slovenskom genotype IS Jarissa (obr. 1a). Okrem toho sme spozorovali aj objavenie sa nového vrcholu okolo 300  $\mu$ s známeho ako K – krok. Objavenie tohto kroku je špecifickou odpoveďou na pôsobenie vysokej teploty, pričom vždy sa spája s poškodením donorovej strany PS II (Chen, Cheng, 2009) a inhibíciou kyslík vyvíjajúceho komplexu (OEC, Strasser et al., 2004).

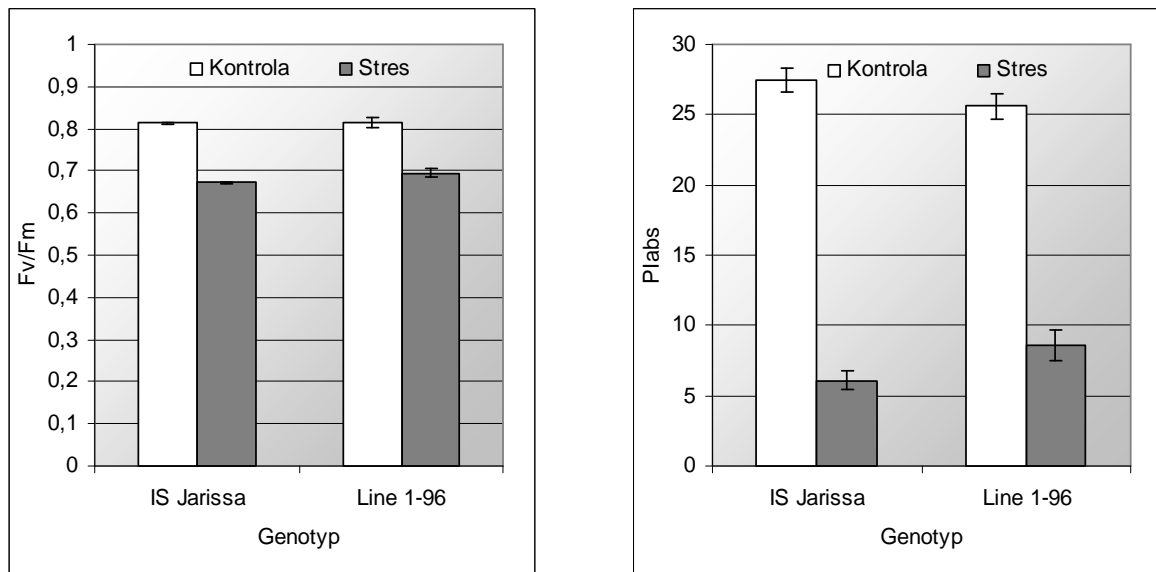
Za účelom analýzy zmien priebehu fluorescenčných kriviek počas pôsobenia vysokej teploty sme využili aj dvojité normalizáciu  $F_0-F_m$  (obr. 1b). Ide v podstate o hodnoty relatívnej variabilnej fluorescence, vďaka ktorým je možné určiť proporcionalitu jednotlivých fáz krivky. Vysoká teplota sa vo fluorescenčných prechodoch prejavila potlačením J a I ako aj značným poklesom P kroku. Podľa Mathur et al. (2011) je táto zmena dôsledkom postupnej redukcie strany donora reakčných centier PS II následkom čoho ostáva elektrónový transportný reťazec oxidovaný. Výraznejší nárast intenzity fluorescence v čase objavenia sa K kroku sa prejavil pri genotype IS Jarissa, čo naznačuje, že OEC tohto genotypu bol na pôsobenie vysokej teploty citlivejší v porovnaní s genotypom Line 1-96.



Obrázok 1: a) Polyfázový nárast intenzity fluorescence (OJIP)-vľavo; 1 b) Relatívna variabilná fluorescencia (normalizácia  $F_0$  a  $F_m$ ) pri vybraných odrodách pšenice jarnej pre kontrolné a stresované rastliny-vpravo

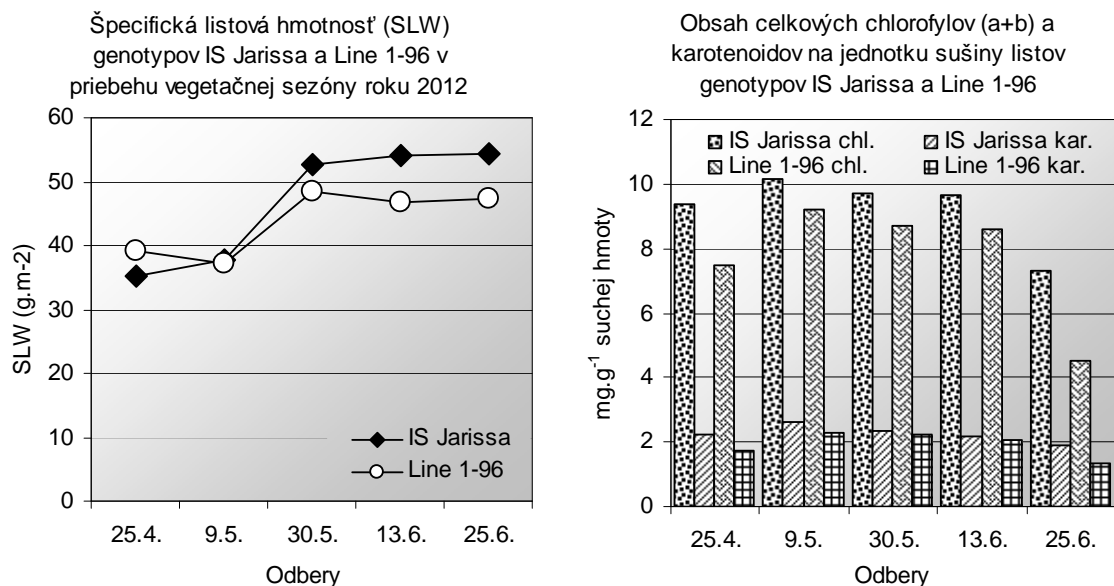
Reakcie PS II jednotlivých genotypov na pôsobenie vysokej teploty sme kvantifikovali aj pomocou parametrov získaných z fluorescenčných prechodov (OJIP) podľa JIP - testu (Strasser, 2004). Z parametrov JIP testu sme sa zamerali hlavne na  $F_v/F_m$  a  $PI_{abs}$ , ktoré sú všeobecne využívanými pri posúdení teplotnej tolerance rastlín (Brestič et al., 2010). Parameter  $F_v/F_m$ , ktorý predstavuje maximálny kvantový výťažok primárnej fotochemie fotosystému II je klasickým parametrom odrážajúcim celú jeho funkciu. Po aplikácii teplotného stresu sme zaznamenali jeho pokles pri oboch genotypoch, čo indikuje, že ich fotosystémy II boli vplyvom teploty poškodené (obr. 2a). Podobné výsledky sme zistili aj pri parametri performance index ( $PI_{abs}$ ), ktorý odráža funkčnosť oboch fotosystémov (PS I, PS II) a poskytuje nám informácie o aktuálnej výkonnosti rastlín počas stresových podmienok (Strasser et al., 2004). Ide o parameter (obr. 2b), ktorý kombinuje 3 základné funkčné kroky odohrávajúce sa v PS II, a to: absorpciu svetelnej energie, jej

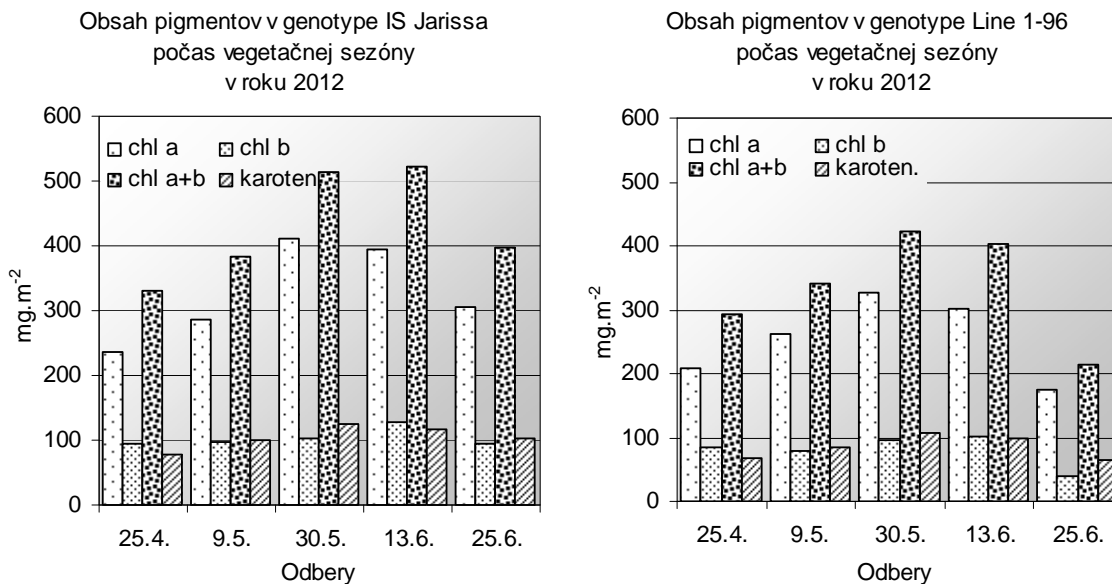
zachytenie a následne konverziu excitačnej energie do elektrónového transportu. Oba sledované parametre klesli vo väčšej miere pri genotype IS Jarissa, čo naznačuje, že jeho fotosyntetický aparát bol na pôsobenie vysokej teploty citlivejší a teda prejavil menšiu toleranciu na pôsobenie teplotného stresu v porovnaní s genotypom Line 1-96.



Obrázok 2: Porovnanie vybraných parametrov JIP- testu pri 25°C a 42°C; a) Maximálny kvantový výťažok fotochémiie PS II ( $F_v/F_m$ ) - vľavo; b) Performance index ( $PI_{abs}$ ) - vpravo

Počas vegetačnej sezóny v roku 2012 sme zaznamenali vyššiu špecifickú listovú hmotnosť ako aj vyšší obsah asimilačných pigmentov v listoch genotypu IS Jarissa. Na obr. 3 vidno ich dynamiku počas jednotlivých odberov. Vyšší obsah asimilačných pigmentov v genotype IS Jarissa však nebol postačujúci na ochranu jeho fotosyntetického aparátu v podmienkach teplotného stresu. Metóda rýchlej fluorescence chlorofylu *a* sa ukázala byť efektívnejšia v posudzovaní odolnosti fotosyntetického aparátu jarných pšeníc voči stresu vyvolanému vysokou teplotou.





Obrázok 3: Špecifická listová hmotnosť (SLW) a obsah pigmentov vyjadrený v  $\text{mg.m}^{-2}$  a v  $\text{mg.g}^{-1}$  suchej hmoty v listoch kontrolných rastlín genotypov IS Jarissa a Line 1-96.

### Záver

Fluorescenčné prechody OJIP a z nich odvodené parametre sa prejavili ako vhodné pri testovaní tolerancie rastlín na vysokú teplotu. Boli preukázané genotypové rozdiely v reakciách jarných pšeníc na vysokú teplotu. I keď špecifická listová hmotnosť a obsah asimilačných farbív svedčili v prospech odrody IS Jarissa, odroda Line 1-96 prejavila vyššiu rezistenciu voči teplotnému stresu. Preto môžeme odrodu Line 1-96 odporučiť ako perspektívneho donora génov vyššej termostability fotosyntetického aparátu do procesu šľachtenia.

**Pod'akovanie:** Práca bola podporená projektom APVV – 0197 – 10 a APVV-0770-07

### Literatúra

- ARAUS, J.L. - SLAFER, G.A. - ROYO, C. - SERRET, M.D. 2008. Breeding for Yield Potential and Stress Adaptation in Cereals. In *Critical Reviews in Plant Sciences*, roč. 27, 2008, s. 377- 412.
- BRESTIČ, M. – OLŠOVSKÁ, K. – PIVKOVÁ, J. 2010. Bioindikácia termotolerance fotosyntetického aparátu pšenice ozimnej (*Triticum aestivum* L.). In: *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 13, 2010, č. 3, s. 67-71.
- BRESTIČ, M. - ŽIVČÁK, M. - KALAJI, H.M. - CARPENTIER, R. - ALLAKHVERDIEV, S.I. 2012. Photosystem II thermostability *in situ*: environmentally induced acclimation and genotype specific reactions in *Triticum aestivum* L. In: *Plant Physiology et Biochemistry*, roč. 57, 2012, s. 93-105.
- CHEN, L.S. - CHENG, L. 2009. Photosystem 2 is more tolerant to high temperature in apple (*Malus domestica*) leaves than in fruit peel. In: *Photosynthetica*, roč. 47, 2009, č. 1, s. 112–120.
- LICHTENTHALER, H.K. 1987. Chlorophyll and Carotenoids : Pigments of Photosynthetic Biomembranes. In: *Methods in Enzymology*, roč. 148, s. 350–382.
- MATHUR, S. - JAJOO, A. - MEHTA, P. - BHARTI, S. 2011. Analysis of elevated temperature-induced inhibition of photosystem II using chlorophyll a fluorescence induction kinetics in wheat leaves (*Triticum aestivum*). In: *Plant Biology*, roč. 13, 2011, s. 1–6.
- SCHANKER, G. - STRASSER, R.J. 2005. Quantification of non-QB-reducing centers in leaves using a far-red pre-illumination. In: *Photosynthetic Research*, roč. 84, 2005, č. 1-3, s. 145–151.
- STIRBET, A. - GOVINDJEE. 2012. Chlorophyll a fluorescence induction: a personal perspective of the thermal phase, the J–I–P rise. In: *Photosynthetic Research*, roč. 113, 2012, č. 1-3, s. 15–6.
- STRASSER, R.J. - TSIMILLI-MICHAEL, M. – SRIVASTAVA, A. 2004. Analysis of chlorophyll a fluorescence transient. In: *Papageorgiou G.C., Govindjee (eds.) Chlorophyll a fluorescence: a signature of photosynthesis*. Dordrecht : Springer, 2004, s. 321–362.
- ŠVEC, M. - HAUPTVOGEL, P. - BRESTIČ, M. - MIKULOVÁ, K. 2010. Vyhľadávanie a identifikácia genetických zdrojov pšenice (*Triticum* L.). Brno: Tribun EU, 2010. 139 s. ISBN 978-80-7399-966-7.

### Adresa autorov:

Ing. Zuzana Balátová, Prof. Ing. Marián Brestič, CSc., Doc. Ing. Katarína Olšovská, PhD., Ing. Marek Živčák, PhD., Ing. Elena Hunková PhD., Ing. Jana Ferencová, Katedra fyziológie rastlín, agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, [zuzana.balatova@uniag.sk](mailto:zuzana.balatova@uniag.sk); [marian.brestic@uniag.sk](mailto:marian.brestic@uniag.sk); [katarina.olsovska@uniag.sk](mailto:katarina.olsovska@uniag.sk); [marek.zivcak@uniag.sk](mailto:marek.zivcak@uniag.sk); [elena.hunkova@uniag.sk](mailto:elena.hunkova@uniag.sk); [jana.ferencova@uniag.sk](mailto:jana.ferencova@uniag.sk)

## Mapovanie biotopov v okolí prírodnej rezervácie Katarína

### Habitat mapping in a nature reserve near Catherine

Norbert ŠNAJDAR

*The Slovak Republic, to solve in the past several projects for habitat mapping issues. In recent years, the threat of domestic habitats of invasive plant species, and therefore the EU has developed a Strategy of the EU biodiversity to 2020. In the surrounding Nature Reserve Catherine, in the western Slovakia were mapped by standard methods habitats, the species abundance and mapped the presence of invasive plant species.*

*Overall, we mapped the surface of 119 ha, were identified 6 types of habitats. The most widespread type of habitat was Pontic-Pannonian thermophiles oak forests and their species diversity reached 3.12. At least widespread type of habitat was blackthorn and hazel scrub, which occupied an area 0.24 ha. The highest species diversity had oak-ash-elm floodplain forests, which occupied an area 3.69 ha. Most precious plants identified as species of the family Orchidaceae and family Liliaceae. Has been reported two invasive species, *Impatiens parviflora* with a maximum coverage 88% and *Robinia pseudoacacia* with 14% coverage. Invasive species are a threat to the habitat of the area of interest and the need to pay attention to them.*

*Key words: Nature Reserve Catherine, mapping, habitat, invasive species*

#### Úvod

Problematika mapovania biotopov v rámci regiónu Slovenska sa začala programom „Genofond, biodiverzita a ekologická stabilita“, ktorého cieľom bolo prispieť k trvalo udržateľnému rozvoju ľudskej spoločnosti, cez poznanie stavu a diverzity živej zložky krajiny a podmienok na jej zachovávanie. V roku 1991 sa začal riešiť projekt „Systém ekologicky stabilných biotopov Slovenska“, popri ktorom, bol spracovaný aj katalóg biotopov Slovenska (1992).

Ružičková et al. (1996) považuje za cieľ mapovania biotopov zistenie terajšieho stavu biotopov Slovenska, výskyt a rozšírenie jednotlivých typov biotopov, ich stav, štruktúru, kvalitu, významnosť a ohrozenosť. Ambros (1994) považuje za zmysel a cieľ dostupnosť informácií o biotopoch, v ktorých sa jednotlivé typy biotopov a ich zložky vyskytujú. Ružička (1994) uvádza ako ciele: vypracovanie zoznamu vzácnych a ohrozených druhov, postupné upresňovanie a dopĺňanie údajov a tiež mapovanie a zachytenie do databáz biotopy, ktoré sú v projekte evidované ako celoeurópsky, prípadne regionálne ohrozené a vzácne druhy.

V posledných rokoch sú hrozbou domácich biotopov invázne druhy rastlín. Hrozbou sú najmä v uniformizácii, alebo v zjednodušovaní rastlinných spoločenstiev, tým že vytláčajú pôvodné druhy zo svojich stanovišť, čím dochádza k zníženiu diverzity rastlinných spoločenstiev. Otázkou invázných druhov sa zaoberá aj Európska komisia v dokumente Stratégia EÚ v oblasti biodiverzity do roku 2020. V dokumente sa navrhuje potreba identifikácie druhov a trás po ktorých sa presúvajú a stav ich prenikania tak spravovať aby sa predišlo preniknutiu a udomácneniu sa nových invázných druhov.

Definovanie biotopu: samotný pojem biotop má niekoľko definícií, pričom prvú zaviedol Dahl (1908, in Ružička 1994) ako pomenovanie priestorového vymedzenia biocenózy. Samotný pojem biotop však sám naráža na neucelené chápanie autorov, kde jedny ho chápu ako synonymum pre ekotop a druhá skupina autorov ekotop ešte rozširuje o biotické vplyvy. S ďalšou definíciou prichádza Jeník (1981), ktorý chápe biotop ako „súbor fyzikálnych a biotických činiteľov, ktoré na určitom mieste tvoria životné prostredie uvažovaného konkrétneho jedinca, populácie či spoločenstva“. Zlatník (1975) biotop definuje ako „biocenózu, ktorá na segmente typu ekotopu vytvára svoj špecifický biotop“ (in Ambros 1994).

Poslednou a zároveň najvýstižnejšou definíciou, je tá ktorá sa nachádza v publikácii Biotopy Slovenska (Ružičková et al. 1996), kde biotop je najmenšia priestorová jednotka určitého zákonitého zoskupenia bioty, ktorá môže byť, ale nemusí byť viazaná na určitý ekotop alebo fyziotop. Obsah biotopu tvoria živé organizmy a zložky, ktoré tvoria jeho prostredie.

Cieľom predkladaného príspevku je poskytnúť informácie o mapovaní biotopov v okolí PR Katarína, druhovej diverzite rastlín na danom území a mapovať výskyt invázných druhov rastlín, ktoré predstavujú hrozbu pre domáce biotopy v tejto prírodnej rezervácii.

#### Materiál a metódy

Terénne práce mapovania územia prebiehali počas vegetačného obdobia od mája do polovice augusta 2011 vo vymedzenom území o veľkosti 119 ha. Hlavnou úlohou tejto fázy bolo mapovanie typov lesných biotopov. Skúmané územie sa nachádza na úpätí Malých Karpát, v blízkosti obcí Naháč a Dechtice. Väčšia časť plochy patrí do katastrálneho územia obce Dechtice a menšia časť územia sa nachádza v katastri obce Naháč. Reliéf plochy mapovaného územia prechádzal od pomerne rovinných plôch cez svahovité partie až po miesta s výskytom roklín. Nadmorská výška sa pohybovala v rozmedzí od 300 do 375 m n. m.

Z celkovej plochy mapovania bola vyčlenená prírodná rezervácia Katarína ktorej mapovanie lesných biotopov sme spracovali v našej práci.

Získané výsledky z terénneho výskumu boli spracované do tabuliek v programe Microsoft® Excel 2007. Riadky tabuľky predstavovali samostatné floristické záznamy a pre každý druh je uvedené číslo plochy, etáž, dominancia, ohrozenosť, pôvodnosť a ich „inváznosť“. Ohrozenosť, pôvodnosť a inváznosť sme zisťovali podľa Zoznamu nižších a vyšších rastlín Slovenska (Marhold, Hindák 1998). Na základe zoznamu druhov pre každý polygón a podľa ich charakteristík sme polygóny zaradili do typov biotopov.

Pri inváznych druhoch rastlín sme hodnotili ich pokryvnosť, na čo sme použili vzťah v ktorom sme násobili priemernú pokryvnosť a rozlohu polygónu, na ktorom sa druh nachádzal. Po vypočítaní pokryvnosti pre jednotlivé mapovacie polygóny sme spočítali polygóny, ktoré spadali do jednej vegetačnej jednotky. Výsledné hodnoty sú pre celú jednu vegetačnú jednotku.

Aby sme získali predstavu o druhovej diverzite rastlín na mapovanom území použili sme modifikovaný Shannonov index diverzity, ktorý sa počíta na základe hodnoty  $P_i$ , ktorá sa získava podielom počtu jedincov  $i$ -tého druhu a celkového počtu jedincov daného spoločenstva. Naša modifikácia spočívala vo výmene počtu jedincov  $i$ -druhu za priemernú pokryvnosť  $i$ -druhu a podielom súčtov priemerných pokryvností danej vegetačnej jednotky. Po tejto modifikácii sme mohli vypočítať druhovú diverzitu spoločenstva, ktorá odzrkadľuje „silu“ spoločenstva voči negatívnym vplyvom a tiež aj mieru zjednodušovania rastlinného spoločenstva pri šírení inváznych rastlín.

$$\text{Shannonov index } H = - \sum P_i \times \ln P_i \quad P_i = \frac{n_i}{N} \text{ diverzity:}$$

$n_i$  – priemerná pokryvnosť druhu  
 $N$  – celková pokryvnosť

Zistením priemerného počtu jedincov na 1 ha biotopu sme chceli poukázať na početnosť druhov pre každý polygón s rovnakou plochou, použili sme na to nasledovný vzorec:

$$\text{Vzorec počtu druhov na 1 ha: } \text{počet druhov na 1 ha} = \left( \frac{\text{počet druhov}}{\ln(\text{výmera polygónu v m}^2)} \right) \times 10$$

## Výsledky a diskusia

### Mapovanie biotopov

Počas mapovania sme na celkovom území 119 ha vymedzili 28 polygónov, ktoré sme zaradili do nasledovných jednotiek na úrovni zväzov a podzväzov uvedených v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Prehľad zistených jednotiek a ich rozšírenia.

Kód biotopu	Typ biotopu	Počet plôch	Rozloha [ha]
Ls3.2	Teplomilné ponticko-panónske dubové lesy ( <i>Aceri tatarici-Quercion</i> )	16	95,25
Ls1.2	Dubovo-brestovo-jaseňové nížinné lužné lesy ( <i>Ulmion</i> )	4	3,69
Ls4	Lipovo-javorové sutinové lesy ( <i>Tilio-Acerion</i> )	3	1,86
Kr7	Trnkové a lieskové kroviny <i>Berberidion</i>	1	0,24
X1	Rúbaniská s prevahou bylín a tráv ( <i>Atropion</i> )	2	1,78
X9	Kultúrne ihličnany <i>Aceri tatarici-Quercion</i>	3	16,19

### Opis zistených biotopov

Na základe rozlohy sú na sledovanom území najdominantnejším biotopom teplomilné ponticko-panónske dubové lesy (16 plôch o rozlohe 95,25 ha). Na najmenšej ploche sa rozkladali trnkové a lieskové kroviny (1 plocha na rozlohe 0,24 ha). Za pomerne rozšírený biotop môžeme považovať ešte kultúrne ihličnany (3 plochy s rozlohou 16,19 ha) a ostatné biotopy sú zastúpené len v malej miere. V okolí Dubovského potoka sme ďalej zaznamenali 4 plochy s celkovou výmerou 3,69 ha dubovo-brestovo-jaseňových nížinných lužných lesov.

Zo stromov boli najdominantnejšími drevinami dub zimný (*Quercus petraea*) a dub cerový (*Quercus cerris*) vyskytujúce sa na väčšine mapovaných plôch. Ďalej, nie však s takou pokryvnosťou a dominatnosťou sme zaznamenali hrab obyčajný (*Carpinus betulus*), buk lesný (*Fagus sylvatica*) a jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*). Zo vzácných druhov stromovej etáže bola zaznamenaná jarabina mukyňova (*Sorbus aria*), ktorá patrí do kategórie menej ohrozených druhov (LR).

Pri mapovaní boli zistené aj nepôvodné, alochtónne druhy. Boli to najmä pagaštan konský (*Aesculus hippocastanum*) a agát biely (*Robinia pseudoacacia*). Agát biely je považovaný na Slovensku za silne invázny druh, ale postupom času u nás už zdomácnieva. Z ihličnatých druhov drevín sme zaznamenali

výskyt borovice lesnej (*Pinus sylvestris*), smreku obyčajného (*Picea abies*) a smrekovca opadavého (*Larix decidua*).

V etáži E2, čo je krovinná vrstva boli dominantnými javor poľný (*Acer campestre*), ktorý bol zaznamenaný na 15 plochách a hloh (*Crataegus* sp.) na 14 plochách. Ďalej sa pomerne často ešte vyskytovali, jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*), ostružina (*Rubus* sp.), baza čierna (*Sambucus nigra*) a vtačí zob (*Ligustrum vulgare*). Všetky spomenuté druhy sú domácimi druhmi. Aj v tejto vrstve sme zaznamenali alochtónne druhy: pagaštan konský (*Aesculus hippocastanum*), orech kráľovský (*Juglans regia*), orech čierny (*Juglans nigra*) a invázny agát biely (*Robinia pseudoacacia*). Obdobne ako v stromovej vrstve aj v tejto krovinej bol zaznamenaný výskyt menej ohrozeného druhu jarabiny mukyňovej (*Sorbus aria*).

Najbohatšou vrstvou bola samozrejme bylinná vrstva, ktorá býva najbohatšia v mesiacoch máj a jún, kedy stromy nie sú ešte naplno olistené a rastliny pod nimi rastúce využívajú dopadajúce svetlo. Najdominantnejšími druhmi boli: mednička jednokvetá (*Melica uniflora*), lipkavec marinkový (*Galium odoratum*), pŕhl'ava dvojdomá (*Urtica dioica*), papraď samčia (*Dryopteris filix-max*) a lipkavec obyčajný (*Galium aparine*). Už menej sa vyskytovali čistec lesný (*Stachys sylvatica*), netýkavka nedotklivá (*Impatiens noli-tangere*), kuklík mestský (*Geum urbanum*), cesnačka lekárska (*Alliaria petiolata*), lipnica hájna (*Poa nemoralis*) a pľúcnik lekársky (*Pulmonaria officinalis*). Z inváznych druhov sme zaznamenali výskyt netýkavky malokvetej (*Impatiens parviflora*) a to až na 14 plochách, kde často vytvárala súvislé plochy a mala pokryvnosť 34,7 %.

V bylinnej vrstve sme zaznamenali aj najväčší počet vzácnych a zákonom chránených rastlinných druhov. Medzi ne patria hviezdovka hlístová (*Neottia nidus-avis*), konvalinka voňavá (*Convallaria majalis*), ľalia zlatohlavá (*Lilium martagon*) a pakost okrúhlostý (*Geranium rotundifolium*). Menované druhy patria do kategórie menej ohrozených druhov (LR). Pri monitorovaní sme zaznamenali aj druhy z kategórie zraniteľných druhov (VU). Boli to vstavač purpurový (*Orchis purpurea*) a prilbovka dlholistá (*Cephalanthera longifolia*). Medzi alochtónne druhy bylinnej vrstvy môžeme zaradiť, spomínaný kuklík okrúhlostý, lastovičník väčší (*Chelidonium majus*), hluchavku purpurovú (*Lamium purpureum*), hviezdicu prostrednú (*Stellaria media*), rod lopúch (*Arctium* sp.), inváznu netýkavku malokvetú (*Impatiens parviflora*), krkošku mámivú (*Chaerophyllum temulum*), vratič obyčajný (*Tanacetum vulgare*), pohánkovec ovíjavý (*Fallopia convolvulus*) a stoklas jalový (*Bromus sterillis*). Všetky spomínané druhy sú už trvalo zdomácnené a tvoria súčasť prvotných alebo druhotných rastlinných spoločenstiev.

Druhovú diverzitu vegetačných jednotiek

Pri porovnaní drubovej diverzity (Tab. 2) sme zistili najvyššiu diverzitu (3,41) pri dubovo-jaseňovo-brestových lužných lesoch, ktoré zaberali plochu 3,69 ha. U ostatných biotopov je druhová bohatosť relatívne vyrovnaná. Najnižšiu druhovú bohatosť dosahovali lipovo-javorové sutinové lesy.

Tabuľka 2: Druhovú diverzitu vegetačných jednotiek mapovaného územia

	Teplomilné ponticko- panónske dubové lesy	Dubovo- jaseňovo- brestové lužné lesy	Lipovo- javorové sutinové lesy	Trnkové a lieskové kroviny	Rúbaniská s prevahou bylín a tráv	Kultúrne ihličnany
Počet druhov	106	77	29	39	58	69
Druhovú diverzita H	3.12	3.41	2.13	3.05	3.13	3.09

Mapovanie inváznych rastlín

Najvyššiu pokryvnosť z inváznych druhov mala netýkavka malokvetá (*Impatiens parviflora*) v biotope rúbaniská s prevahou bylín a tráv (Tab.3), kde dosahovala pokryvnosť až 88,0 %. Netýkavka bola zaznamenaná vo všetkých typoch biotopov, ktoré sme vyčlenili na skúmanej ploche. Nachádzala sa tak na miestach kde bol substrát vlhký a korunový zápoj veľký, ale aj na miestach s presušeným substrátom a skoro žiadnym korunovým zápojom. Túto výnimku tvorilo rúbanisko, avšak bolo medzi dvoma porastmi, ktoré poskytovali dostatočné zatienenie aby sa tam netýkavke darilo. Agát biely (Tab. 3) sme zaznamenali iba v biotope trnkové a lieskové kroviny, a jeho pokryvnosť bola 14,0 %. Celkovo bol agát zaznamenaný na v štyroch mapovacích polygónoch, pričom celkovo ich bolo až 28. V tejto lokalite zatiaľ nie je veľmi rozšírený a skôr na okrajoch rastlinných spoločenstiev pričom do zapojených porastov sa nešíri, čo bude spôsobené najmä tým, že neznáša zatienenie. Oba druhy, agát biely aj netýkavku malokvetú sme zaznamenali iba v biotope teplomilné ponticko-panónske dubové lesy, kde spoločne dosahovali pokryvnosť iba 6.42 %. Môžeme sa domnievať, že tieto lesné spoločenstvá nie sú zatiaľ silne ovplyvnené inváznymi rastlinami, ale nemožno ani podceňovať výskyt inváznych druhov.

Tabuľka 3: Početnosť a pokryvnosť invázných druhov

	Teplomilné ponticko-panónske dubové lesy	Dubovo-jaseňovo-brestové lužné lesy	Lipovo-javorové sutinové lesy	Trnkové a lieskové kroviny	Rúbaniská s prevahou bylín a tráv	Kultúrne ihličnany
Celkový počet invázných druhov	2	1	1	1	1	1
Celkový počet alochtónnych druhov	8	3	1	6	6	4
Pokryvnosť invázných druhov (%)	6.42	40.0	0.26	14.0	88.0	40.8
Pokryvnosť <i>Impatiens parviflora</i> (%)	6.0	40.0	0.26	0.0	88.0	40.8
Pokryvnosť <i>Robinia pseudoacacia</i> (%)	0.42	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0

Najviac alochtónnych druhov sme, naopak zaznamenali v biotope teplomilné ponticko-panónske dubové lesy, ktorých bolo 8. Množstvo druhov odvodzujeme najmä rozlohou tohto biotopu. Najmenej sme zaznamenali u lipovo-javorových sutinových lesov, kde alochtónne druhy zastupovala netýkavka, ktorá je aj invázna.

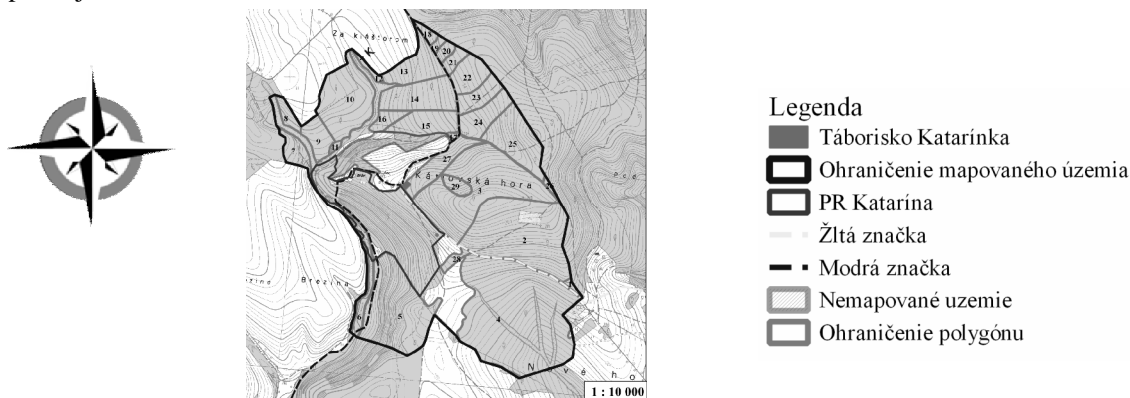
### Záver

Celkovo sme na mapovanej ploche zistili 6 typov biotopov. Najviac rozšíreným typom biotopu sú teplomilné ponticko-panónske dubové lesy a ich druhová diverzita dosiahla hodnotu 3,12. Najmenej rozšíreným typom biotopu boli trnkové a lieskové kroviny, ktoré zaberali plochu 0,24 ha. Najvyššiu druhovú diverzitu mali dubovo-jaseňovo-brestové lužné lesy, ktoré zaberali plochu 3,69 ha. Najvzácnejšími bylinami zistenými sú druhy čeľade *Orchidaceae*, prilbovka dlholistá a vstavač purpurový, hniezdovka hlístová a ľalia zlatohlavá, ktorá patrí do čeľade *Liliaceae*. V stromovej aj krovinej vrstve to je jarabina mukuňova. Stromovej vrstve dominovali dub zimný, dub cerový, hrab obyčajný, buk lesný a jaseň štíhli. Pri mapovaní sme zaznamenali aj výskyt 2 invázných druhov, konkrétne netýkavky malokvetej s maximálnou pokryvnosťou 88 % a agáta bieleho s pokryvnosťou 14 %. Problematike invázných druhov je potrebné venovať zvýšenú pozornosť tak, aby nedochádzalo k ich nekontrolovateľnému šíreniu.

### Literatúra

- AMBROS, Z. 1994. Prístup k mapovaniu biotopov na lesnom pôdnom fonde. In Mapovanie biotopov. Brno: Edičné stredisko VŠZ, 1994. s 5 – 56.
- HALADA, L. 1999. Mapovanie biotopov Slovenska. In Daphne – časopis pre aplikovanú ekológiu., 1999, roč. 4, s. 41 – 43.
- MARHOLD, F. - HINDÁK, K. 1998. Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska Vyd. VEDA, SAV, <http://ibot.sav.sk/checklist/>
- RUŽIČKA, M. 1994. Mapovanie biotopov. In Mapovanie biotopov. Brno: Edičné stredisko VŠZ, 1994. s 63 – 66.
- RUŽIČKOVÁ, H. a kol. 1996. Biotopy Slovenska: Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov. 2. vyd. Bratislava: Ústav krajinej ekológie SAV, 1996. 192 s.
- Stratégia EU v oblasti biodiverzity do roku 2020, EU COM (2011) 244 , Brusel  
www 1: <http://www.katarinka.sk/>. cit. 5.3.2012) .  
www2: [http://www.forestportal.sk/ForestPortal/zdroj\\_poznania/zaujímavosti\\_les/agat\\_biely/agat\\_biely.html](http://www.forestportal.sk/ForestPortal/zdroj_poznania/zaujímavosti_les/agat_biely/agat_biely.html)

### Mapa záujmového územia



### Adresa autora:

Ing. Norbert Šnajdar, Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, e-mail: [norbertaindar@gmail.com](mailto:norbertaindar@gmail.com)

## Diverzita genetických zdrojov tritikale formy ozimnej v podmienkach kukuričnej výrobnjej oblasti

### Diversity of genetic resources of winter triticale in maize growing area conditions

Ľubomír MENDEL

*In the paper were studied genotypic differences in the set of 26 winter triticale (*XTriticosecale* Witt.) genotypes. Genotypes were evaluated at the PPRC Piešťany in maize growing area. This set contained 7 genotypes from Slovakia, 5 from Germany and France, 3 from Poland and Sweden, 1 from Czech Republic, Switzerland and Hungary. The variety Benetto was used as the Standard. During vegetation making mechanical analyses of 30 plants, the values of the following quantitative traits were studied: vegetation period, plant height, health status (*Blumeria*, *Puccinia*, *Septoria*), lodging, uniformity, number of spikes/m<sup>2</sup>, weight 1000 seeds, volume weight and grain yield. Extensive variability was observed for all characters studied. The results obtained were evaluated by summary statistics and ANOVA, where genotypes were significant source of variance.*

*Key words: XTriticosecale, genetic resources, genotypes, variety trials*

#### Úvod

Tritikale (*XTriticosecale* Witt.) sa vyznačuje dobrou adaptabilitou k pôdno-ekologickým podmienkam prostredia. Vo všeobecnosti má aj lepší zdravotný stav ako väčšina v súčasnosti komerčne pestovaných odrôd pšenice. Vysoká úložná kapacita klasu a dobrá ekologická adaptabilita ho predurčuje k vysokým a stabilným úrodám. Pre vysokú produkciu biomasy a vysoký obsah rozpustných frakcií bielkovín v súčasnosti nachádza uplatnenie predovšetkým ako krmná obilnina. Neprítomnosť D chromozómu zabraňuje dosiahnuť pekársku kvalitu porovnateľnú s pšenicou (Kazman et al., 1996). Známe sú však línie so zlepšenou pekárskou kvalitou (Lukaszewski, 2000). Primárnym kritériom v šľachtení ozimného tritikale rovnako ako pri ostatných obilninách predstavuje stabilný výnos. Formovanie výnosu je závislé od príspevku jednotlivých výnosových prvkov, kde významnú úlohu zohráva predovšetkým štúdium genetického pozadia. V zásade je možné predpokladať, že morfológicky rôzne odrody tritikale sa zásadným spôsobom podieľajú na úrovni konečného formovania výnosu zrna (Giunta et al., 1999). Genotypická variabilita odrôd tritikale a príspevok jednotlivých výnosových prvkov bola predmetom početných štúdií genofondu tritikale predovšetkým poľských autorov (Rozbicki, 1997, Kozdoj, 2003, Kozak et al., 2007).

#### Materiál a metódy

Poľné pokusy boli zakladané v CVRV Piešťany - VSŠ Borovce. Pokus bol založený metódou znáhodnených blokov, s veľkosťou parcelky 5m<sup>2</sup>, v dvoch opakovaníach. V ročníkoch 2008/2009-2009/2010 v škôlke základného hodnotenia s jednou kontrolnou odrodou Benetto, sa uskutočnilo hodnotenie súboru 26 genotypov tritikale formy ozimnej. V hodnotenom súbore boli zastúpené genotypy z Českej republiky (1), Maďarska (1), Švajčiarska (1), Poľska (3), Švédska (3), Francúzska (5), Nemecka (5) a Slovenska (7), (Tab. 4). Hodnotenie morfológických, biologických a hospodárskych znakov sa uskutočnilo podľa klasifikátora pre tritikale: *Descriptors for rye and triticale* (IPGRI, 1985). Jednotlivé znaky a vlastnosti boli hodnotené v príslušných rastových fázach. Mechanické rozborov boli realizované z 30 rastlín. Počas vegetácie a pri mechanických rozboroch z odobratých rastlín bolo hodnotených 11 fenologických, biologických, morfológických a hospodárskych znakov: počet dní do klasenia (dni), dĺžka rastlín (cm), odolnosť k poliehaniu (9-1), odolnosť k *Blumeria* sp. (9-1), odolnosť k *Puccinia* sp. (9-1), odolnosť k *Septoria* sp. (9-1), vyrovnanosť porastu (9-1), hmotnosť 1000 zrn (g), počet klasov /m<sup>2</sup>, objemová hmotnosť (g.l<sup>-1</sup>) a úroda zrna (t.ha<sup>-1</sup>). Získané výsledky z poľných experimentov a laboratórnych rozborov boli vyhodnotené základnými popisnými štatistickými charakteristikami variačného radu (aritm. priemer, minimum, maximum a variačný koeficient) a dvojfaktorovou analýzou rozptylu, kde sa uvažovalo s rokmi a genotypmi ako so zdrojmi premenlivosti pomocou štatistického balíka Statistica 6 (Statsoft, Inc. 2003).

#### Výsledky a diskusia

V ročníkoch 2008/2009-2009/2010 v škôlke základného hodnotenia bol zhodnotený súbor 26 genotypov tritikale (*XTriticosecale* Witt.) formy ozimnej. Priemerné hodnoty a variabilitu sledovaných hospodárskych významných znakov a vlastností uvádza tabuľka 1. V hodnotenom súbore genetických zdrojov tritikale mali genotypy priemernú dobu do klasenia 203 a 201 dní, hodnoty sa pohybovali v rozsahu 200-208 dní (2009) a 199-206 dní (2010). V tomto znaku bola zaznamenaná veľmi nízka variabilita, medziročne len 1,0% a 0,9%. Hodnotenie dĺžky rastlín ukázalo, že hodnotený sortiment má v tomto znaku nízku variabilitu 7,5% (2009) a 6,7% (2010) a poskytuje aj v šľachtení žiadané materiály s krátkym stebлом PS-TC-3/06 - 94 cm, SW Midelo - 97 cm, Largus - 100 cm. Dĺžka stebľa je v našich agro-klimatických podmienkach negatívnym javom spôsobujúcim každoročné poľahnutie porastov a s tým spojené hospodárske škody na výnose a kvalite. Výsledky hodnotenia odolnosti k nepriaznivým biotickým a abiotickým faktorom uvádza Tab. 1.



Najvyššia variabilita bola medziročne pozorovaná v hodnotení na odolnosť k *Puccinia* sp. 25,2 % a 43,1% a v roku 2010 v hodnotení na odolnosť k *Blumeria* sp. až extrémnych 51,2 %. Z dosiahnutých výsledkov je zrejme, že slovenské genotypy v priemernej odolnosti k *Blumeria* sp. a *Puccinia* sp. prekonávajú všetky hodnotené zahraničné genotypy.

Tabuľka 1: Základné popisné štatistické ukazovatele súboru 26 genetických zdrojov ozimného tritikale vo vegetačnom ročníku 2008/2009 - 2009/2010

Znaky	Priemer		Min.	Max.	v (%)	Priemer		Min.	Max.	v (%)
	pokusu	Benetto				pokusu	Benetto			
Ročník	2008/2009					2009/2010				
Počet dní do klasenia (dní)	203	204	200	208	1,0	202	201	199	206	0,9
Dĺžka rastlín (cm)	110	122	92	125	7,5	116	125	93	130	6,7
Odolnosť k poliehaniu (9-1)	8	8	3	9	15,0	9	9	6	9	7,5
Vyrovnanosť porastu (9-1)	7	9	6	8	8,7	8	9	7	9	6,9
Odolnosť k <i>Blumeria</i> sp.(9-1)	8	9	5	9	12,2	3	8	1	5	51,2
Odolnosť k <i>Puccinia</i> sp. (9-1)	7	7	2	9	25,2	3	6	1	5	43,1
Odolnosť k <i>Septoria</i> sp. (9-1)	6	7	4	7	14,5	8	8	6	8	8,0
Počet klasov /m <sup>2</sup>	825	808	664	848	19,1	830	803	680	863	18,7
Objemová hmotnosť (g.l <sup>-1</sup> )	726,4	733,0	681,0	771,0	2,8	677,5	701,4	625,0	729,2	3,9
Hmotnosť 1000 zrn (g)	52,0	52,6	37,7	60,5	10,4	43,8	45,4	35,0	57,2	11,8
Úroda (t.ha <sup>-1</sup> )	8,08	9,00	6,80	9,50	7,6	8,00	8,45	4,48	9,73	14,0

Benetto - kontrolná odroda; v (%) - variačný koeficient

V našich agro-klimatických podmienkach za problematickú možno označiť priemernú odolnosť francúzskych genotypov k *Blumeria* sp. (2-5 bodov) ako aj priemernú odolnosť poľských genotypov k *Puccinia* sp. (1-6 bodov), vyhovujúca rezistencia bola zaznamenaná pri slovenských, nemeckých a švédskych genotypoch v oboch znakoch (6-9 bodov). Variabilita súboru genotypov tritikale v HTZ bola 2009-10,4 % a 2010-11,8 % v porovnaní ročníkov nižšia o 1,4 %, ale v absolútnom porovnaní výrazne nižšia, vyplýva to z výrazného nedostatku zrážok v jarých mesiacoch. Výraznejšie zrážky po dlhšom období sucha boli zaznamenané až takmer pred zberom, kde už genotypy neboli schopne utilizovať tieto zrážky. Hodnoty sa pohybovali v roku 2009 v rozmedzí 37,7-60,5 g s priemerom 52,0 g a roku 2010 v rozsahu 35,0-57,2 g s priemerom 43,8 g. Z celého hodnoteného súboru až 14 genotypov malo HTZ nad 50 g čo predstavovalo 54 % genotypov. Najvyššiu HTZ dosiahol genotyp IS Flavius zo všetkých hodnotených genotypov a to 60,5 g. Objemová hmotnosť mala už tradične len veľmi nízku variabilitu 2,8 % a 3,9 %, ktorá medziročne kolíše do 4 %. Hodnoty objemovej hmotnosti sa pohybovali v rozmedzí 681-771 g.l<sup>-1</sup> s priemerom v pokuse len 726 g.l<sup>-1</sup> a 625-729 g.l<sup>-1</sup>, čo sú hodnoty nevyhovujúce z hľadiska mlynskeho spracovania zrna.

Priemerná úroda zrna ozimného tritikale za oba hodnotené roky z 26 hodnotených genotypov bola 8,16 t.ha<sup>-1</sup> s úrodami jednotlivých genotypov v roku 2009 v rozsahu 6,80-9,50 t.ha<sup>-1</sup>, s variačným koeficientom 7,6 % a v roku 2010 v rozsahu 4,49-9,73 t.ha<sup>-1</sup>, s variačným koeficientom 14,0 %. Priemerná úroda zrna kontrolnej odrody Benetto za oba hodnotené roky bola mierne vyššia 8,73 t.ha<sup>-1</sup>. Najvyššiu priemernú úrodu zrna v oboch hodnotených rokoch spomedzi 26 hodnotených genotypov dosiahol nemecký genotyp Cosinus 9,35 t.ha<sup>-1</sup>. Priemerné úrody pokusov v jednotlivých rokoch boli 8,18 t.ha<sup>-1</sup> a 8,13 t.ha<sup>-1</sup>, dosiahlo ich zhodne 14 genotypov – 54 % genotypov v oboch ročníkoch.

Tabuľka 2: Priemerné úrody zrna genetických zdrojov ozimného tritikale vo vegetačnom ročníku 2008/2009 - 2009/2010

Genotyp	Úroda zrna (t.ha <sup>-1</sup> )					v (%)	Poradie úrod
	2008/2009	2009/2010	Spolu	Min.	Max.		
Agrano	7,95	8	7,98	7,24	8,76	8,57	18.
Agrilac	8,4	9,45	8,93	7,9	9,64	8,37	3.
Alimac	7,85	8,15	8	7,38	8,92	8,29	16.
Cosinus	9,5	9,19	9,35	8,12	10,26	10,5	1.
Dorena	7,4	7,2	7,3	6,4	8	9,36	24.
IS Flavius	7,8	8,28	8,04	7,52	9,04	8,69	14.
Hortenso	7,6	8,28	7,94	7,38	9,18	10,54	19.
Innoval	8,55	8,84	8,7	7,6	9,5	9,17	6.
Kandar	8,9	8,41	8,66	7,68	9,4	8,96	7.
Kinerit	8,6	8,97	8,79	8,6	8,98	2,43	5.

Genotyp	Úroda zrna (t.ha <sup>-1</sup> )					v (%)	Poradie úrod
	2008/2009	2009/2010	Spolu	Min.	Max.		
Korpus	8,4	9,73	9,07	7,7	10,58	13,04	2.
Largus	7,55	7,13	7,34	6,64	7,7	6,59	23.
Madilo	8,05	6,43	7,24	5,14	8,4	19,85	25.
Magistral	7,2	6,79	7	6,24	7,8	10,09	26.
Mungis	8,45	9,4	8,93	8,1	9,94	8,51	4.
Pingpong	7,6	8,85	8,23	7,4	8,92	9,02	11.
Pletomax	8,3	8,1	8,2	7,8	8,8	5,31	12.
Presto	8	7,43	7,72	7,2	8,8	9,5	22.
PS-TC-3/06	8,5	7,47	7,99	6,88	8,6	9,64	17.
Radko	7,45	8,18	7,82	7,2	8,4	6,42	20.
SW Falmoro	8,05	8,06	8,06	6,56	9,56	15,41	13.
SW Midelo	8,35	7,17	7,76	7,12	8,9	10,53	21.
SW Morado	8,75	8,14	8,45	7,54	8,9	7,29	8.
Tatra	8,2	8,41	8,31	7,6	8,8	6,89	9.
Triptic	8,85	7,22	8,04	6,64	9,3	13,89	15.
Versus	8,5	8,11	8,31	7,2	9,4	12,87	10.
Benetto	9	8,45	8,73	7,62	9,4	8,19	
Priemer	8,18	8,13	8,16	5,14	10,58	11,3	

v (%) - variačný koeficient

Tabuľka 3: Dvojfaktorová ANOVA pre úrodu zrna 26 genetických zdrojov ozimného tritikale

Zdroj variability	Suma štvorcov	df	Priemerné štvorce	F
Genotyp	34,868	25	1,395	2,04*
Rok	0,071	1	0,071	0,10
Chyba	52,622	77	0,683	
Spolu	87,561	103		

\* štatistická významnosť p&lt;0,05; df - stupne voľnosti; n=104

Tabuľka 4: Homogénne skupiny priemerných úrod zrna genetických zdrojov tritikale na základe Fisherovho LSD testu

Genotyp	Pôvod	Úroda zrna (t.ha <sup>-1</sup> ) <sup>A)</sup>	-95 %	+95 %	% na kontrolu Benetto
Magistral	FRA	7,00 a	6,17	7,82	80,4
Madilo	POL	7,24 ab	6,42	8,06	83,2
Dorena	CHE	7,30 abc	6,48	8,12	83,9
Largus	SVK	7,34 abc	6,52	8,16	84,4
Presto	POL	7,72 abcd	6,89	8,54	88,7
SW Midelo	SWE	7,76 abcd	6,94	8,58	89,2
Radko	SVK	7,82 abcde	6,99	8,64	89,8
Hortenso	POL	7,94 abcdef	7,12	8,76	91,3
Agrano	DEU	7,98 abcdef	7,15	8,80	91,7
PS-TC-3/06	SVK	7,99 abcdef	7,16	8,81	91,8
Alimac	FRA	8,00 abcdef	7,18	8,82	92,0
Triptic	FRA	8,04 abcdef	7,21	8,86	92,4
IS Flavius	SVK	8,04 abcdef	7,22	8,86	92,4
SW Falmoro	SWE	8,06 abcdef	7,23	8,88	92,6
Pletomax	SVK	8,20 bcdefg	7,38	9,02	94,3
Pingpong	SVK	8,23 bcdefg	7,40	9,05	94,5
Versus	DEU	8,31 bcdefg	7,48	9,13	95,5
Tatra	HUN	8,31 bcdefg	7,48	9,13	95,5
SW Morado	SWE	8,45 cdefg	7,62	9,27	97,1
Kandar	SVK	8,66 defg	7,83	9,48	99,5
Innoval	FRA	8,70 defg	7,87	9,52	99,9
Kinerit	CZE	8,79 defg	7,96	9,61	101,0
Agrilac	FRA	8,93 efg	8,10	9,75	102,6
Mungis	DEU	8,93 efg	8,10	9,75	102,6

Genotyp	Pôvod	Úroda zrna (t.ha <sup>-1</sup> ) <sup>A)</sup>	-95 %	+95 %	% na kontrolu Benetto
Korpus	DEU	9,07 fg	8,24	9,89	104,2
Cosinus	DEU	9,35 g	8,52	10,17	107,4
LSD <sub>0,05</sub>		0,46			
LSD <sub>0,01</sub>		0,61			

<sup>A)</sup> - priemerné hodnoty v stĺpci označené rovnakým písmenom nie sú štatisticky významne rozdielne  $p > 0,05$ ;

LSD - minimálna preukazná diferenciacia na hladine významnosti  $p = 0,05$  o ktorú sa musia genotypy líšiť, aby bol ich rozdiel štatisticky významný

Z výsledkov analýzy rozptylu (Tab. 3) vyplýva, že variabilita výšky úrody zrna bola štatisticky významne ( $p < 0,05$ ) ovplyvnená genotypom. Výsledky ukazujú, že rozdiely medzi experimentálnymi ročníkmi v úrode zrna neboli štatisticky významné ( $p > 0,05$ ). Očakávané priemery a odchýlky od priemerov umožňujú konštatovať, že rozdiely vo výške úrody zrna boli reálne viac závislé od výkonnosti jednotlivých genotypov než od podmienok ročníka. Reakcia genotypov na ročníkové diferencie vyjadrené variačným koeficientom ukázala, že jednotlivé genotypy reagujú rozdielne. Ako najstabilnejšie sa javili genotypy domácej proveniencie Kinerit (CZE) 2,43 %, Pletomax (SVK) 5,31%, Radko (SVK) 6,42 %, IS Flavius 8,69% a Kandar 8,96 % (SVK) alebo blízkej proveniencie Tatra (HUN) 6,89 %, podrobne uvádza (Tab. 2). V úrode zrna medziročnicové variačné koeficienty genotypov slovenského pôvodu neprekonali hranicu 10%. Mnohonásobným porovnávaním genotypov Fisherovým LSD testom sme získali 7 homogénnych skupín (Tab. 4). Kontrolná odroda Benetto dosahovanými úrodami patrila v podmienkach Piešťan do spoločnej skupiny s najvýkonnejšími genotypmi spomedzi 26 hodnotených genotypov, kde úroda zrna kolísala v rozsahu 8,66 - 9,35 t.ha<sup>-1</sup> (Tab. 2. a 4.). Z celkového počtu 324 kontrastov bolo 51 párov štatisticky významných. Logicky najväčšie diferencie boli zistené medzi genotypom Cosinus a Magistral až - 2,35 t/ha. Obdobne je možné z tabuľky dopočítať všetky ďalšie diferencie.

## Záver

Vo vegetačných ročníkoch 2008/2009 - 2009/2010 bolo vo VÚRV Piešťany zhodnotených v 11 hospodársky významných znakoch 26 genetických zdrojov ozimného tritikale pre potenciálne využitie v šľachtení a v pestovateľskej praxi. Získali sme poznatky o variabilite znakov a vlastností v našich domácich agro-ekologických podmienkach. Najväčšiu skupinu v hodnotenom súbore tvorili slovenské genotypy, ktoré sa vyznačujú vysokými úrodami a dobrým zdravotným stavom. Najvyššie a najstabilnejšie priemerné hektárové úrody zrna medziročne v podmienkach Slovenska poskytujú prevažne poľské, nemecké, ale aj naše domáce genotypy, čoho dôkazom sú aj ročníky 2008/2009 a 2009/2010, keď v prvej polovici z hodnoteného súboru 26 genetických zdrojov tritikale formy ozimnej sa umiestnili 4 slovenské genotypy. Nemecký genotyp Cosinus dosiahol najvyššiu priemernú úrodu zrna 9,35 t.ha<sup>-1</sup> zo všetkých genotypov v dvoch hodnotených rokoch. Najintenzívnejšie sú však genotypy, ktoré kumulujú celý komplex hospodársky významných znakov. Na základe maloparcelkových pokusov v kukuričnej výrobnnej oblasti medzi najkvalitnejšie genotypy tritikale v našich agroklimatických podmienkach, ktoré kumulujú celý komplex hospodársky významných znakov možno zaradiť Cosinus, Korpus, Mingis (DEU), Innoval, Triptic (FRA), Kinerit (CZE), IS Flavius, Kandar, Pinpong a Pletomax (SVK), ako aj kontrolné Benetto (POL). Hodnotenie 26 genetických zdrojov ozimného tritikale potvrdilo význam vlastného domáceho šľachtenia vlastných materiálov adaptovaných na pôdno-klimatické podmienky Slovenska.

## Literatúra

- GIUNTA, F. - MOTZO, R. - DEIDDA, M.: Grain yield analysis of a triticale (*XTriticosecale* Wittmack) collection grown in Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 1999; 63: 199-210.
- KAZMAN, E. M. et al.: Can breakmaking quality be introduced into hexaploid triticale by whole-chromosome manipulation? *Triticale: today and tomorrow*. Vol. 5, „Developments in Plant Breeding“, 1996, s. 141-148.
- KOZAK, M. - SAMBORSKI, S. - ROZBICKI, J. - MADRY, W.: Winter triticale grain yield, a comparative study of 15 genotypes. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 2007; 57: 263-270.
- KOZDOJ, J.: Generative organogenesis in winter triticale. *IHAR Radzikow*, 2003, Poland, 22.
- LUKASZEWSKI, A. J.: Manipulation of the 1RS.1BL translocation in wheat by induced homoeologous recombination. *Crop Sci*. 2000; 40: 216-225.
- ROZBICKI, J.: Agronomic determination of winter triticale growth, development and yielding. *Fundacja „Rozwoj SGGW“*, Warszawa, 1997, 94.

## Adresa autora:

Ing. Ľubomír Mendel, PhD., CVRV Piešťany, Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, e-mail: [mendel@vurv.sk](mailto:mendel@vurv.sk)

## Využitie SSR analýzy na predikciu nízkej akumuláčnej schopnosti voči kadmium v semenách sóje

### Prediction of low cadmium accumulation capacity in soybean seeds using SSR analysis

Peter SOCHA – Marína MAGLOVSKI – Patrik MÉSZÁROS – Jaroslav MICHALKO – Zuzana GREGOROVÁ – Ildikó MATUŠÍKOVÁ – Jana LIBANTOVÁ – Jana MORAVČÍKOVÁ – Pavol HAUPTVOGEL – Ľubomír RYBANSKÝ

*Cadmium is one of the most polluting heavy metal in the environment therefore soybean breeding programs put the emphasis on production of low cadmium accumulated cultivars. For this purpose we screened 8 soybean cultivars using SSR analysis which revealed that 4 soybean cultivars (namely Borostyán, Evans, Kyivska-98 and Ustyá) have potential to accumulate cadmium in very low concentration with its limiting distribution to seeds. We suggest that all SSR markers applied to this screening could be utilized in MAS for selection soybean cultivars with low cadmium accumulation capacity.*

*Key words: cadmium accumulation, SSR markers, Cda1 gene, QTL, soybean seeds*

#### Introduction

Cadmium accumulation in plants is regulated by multiple genes, which have also effect on uptake, translocation and sequestration of Cd. Several quantitative trait loci (QTLs) for Cd accumulation have been identified in rice (Ueno et al., 2010), whilst a single dominant gene (designated as *Cdu1*) control low Cd concentration in durum wheat (Knox et al., 2009). In soybean seeds, low Cd accumulation is under the control of a major gene *Cda1* (Jegadeesan et al., 2010) localized in linkage group K which corresponds to the chromosome 9 where few newly developed SSR markers were mapped. Cultivar selection is an important method to limit Cd uptake and accumulation (Benitez et al., 2010) therefore the molecular markers linked to a desired gene could be an alternative tool for selecting cultivars with low Cd accumulation.

#### Materials and Methods

Seeds of diverse soybean (*Glycine max* L.) cultivars were used for molecular marker validation: Alma-ata, Borostyán, Boróka, BS-31, Chernyatka, Evans, Kyivska-98 and Ustyá. Seeds were surface-sterilized with 0.5 % (v/v) sodium hypochloride for 10 min., then rinsed 5-times in distilled water. The seeds were germinated in Petri dishes lined with two layers of water-moistened filter paper (Whatman No. 1) in the dark at 25 °C for 2-3 days.

DNA isolation was performed according to DNeasy Plant Mini Kit following the manufacturer's instructions (Qiagen). DNA from each soybean cultivars was quantified using BioSpec-nano Spectrophotometer (Shimadzu, Japan), and then diluted to 50 ng/μl. Three simple sequence repeat (SSR) markers (*SatK147*, *SacK149* and *SaatK150*) for low Cd accumulation were used for cultivar's screening as was described by Jegadeesan et al. (2010). Final amplicons were separated in 3% (w/v) high-resolution agarose gels.

#### Results and Discussion

In our study we evaluated the usefulness of SSR markers for determining different Cd accumulation capacity in soybean seeds. In contrast to chemical analysis which is more expensive and time consuming, microsatellite analysis could serve as appropriate and high effective alternative. Genetic map of SSR markers linked to a major gene *Cda1* and QTL controlling low Cd accumulation was generated and described in previous study by Jegadeesan et al. (2010). SSRs used in this study detected clearly allele for low Cd accumulation in 4 soybean cultivars (Tab. 1). In the remaining four cultivars the low Cd allele was not observed, which means that these cultivars have potential to accumulate and distribute Cd to edible parts of plants in higher concentrations. Despite the different location of SSR markers in *Cda1* locus the variability in the presence of low Cd allele within cultivar was not found. Low Cd accumulation, as well as Cd tolerance in soybean play important role for cultivar selection not only from a point of view of limitation Cd uptake through food chain but also in achieving maximum soybean production. There are other SSR markers associated with heavy metal and abiotic stresses in soybean improving cultivar attributes, for instance Kassem et al. (2004) identified SSRs for resistance to manganese toxicity or Wang et al. (2012) utilized SSR technique to identify QTL controlling the drought tolerance.

Cd uptake in vascular plants depends on its concentration in the soil and its bioavailability. Concentration of Cd can be influenced by roots uptake, transport from roots to the shoots via the xylem and translocation to seeds via the phloem. Sugiyama et al. (2007) found that soybean cultivars with low seed Cd concentrations accumulate low Cd levels in shoots and much higher Cd levels in roots than in cultivars with a high Cd concentration in the seeds. However, Cd accumulation and tolerance are more complex than we expected and

might be controlled by multiple genes. *Cda1* region for seed Cd accumulation in soybean is very consistent which was confirmed by previous studies (Benitez et al., 2010; Jegadeesan et al., 2010) and may be useful for breeding and selecting low Cd accumulated soybean cultivars.

Our screening indicates that SSR markers *SatK147*, *SacK149* and *SaatK150* are very suitable for differentiating soybean cultivars with high and low Cd accumulation capacity and could be used in MAS for low Cd concentration in soybean seeds.

Table 1: Presence of specific allele responsible for low (+) or high (-) Cd accumulation in seeds of analyzed soybean cultivars

	Soybean cultivar	SSR markers		
		<i>SatK147</i>	<i>SacK149</i>	<i>SaatK150</i>
1.	Alma-ata	-	-	-
2.	Borostyán	+	+	+
3.	Boróka	-	-	-
4.	BS-31	-	-	-
5.	Chernyatka	-	-	-
6.	Evans	+	+	+
7.	Kyivska 98	+	+	+
8.	Ustya	+	+	+



Figure 1: 3 % agarose gel of PCR product amplified using SSR primers for tested soybean cultivars: lane M (100 bp DNA marker), lane 1-8 (1. Boróka; 2. BS-31; 3. Evans; 4. Borostyán; 5. Chernyatka; 6. Ustya; 7. Kyivska 98; 8. Alma-ata), vertical arrow indicates the presence of low Cd accumulated allele.

**Acknowledgements:** This work was supported by the Operational Programme Research and Development for the project: “Implementation of the research of plant genetic resources and its maintaining in the sustainable management of Slovak republic” (ITMS: 26220220097), co-financed from the resources of the European Union Fund for Regional Development.

## References

- BENITEZ, E. R. – HAJIKA, M. – YAMADA, T. – TAKAHASHI, K. – OKI, N. – YAMADA, N. – NAKAMURA, T. – KANAMARU, K. 2010. A major QTL controlling seed cadmium accumulation in soybean. In *Crop Sci.*, 50, p. 1728-1734.
- JEGADEESAN, S. – YU, K. – POYSA, V. – GAWALKO, E. – MORRISON, M. J. – SHI, C. – COBER, E. 2010. Mapping and validation of simple sequence repeat markers linked to a major gene controlling seed cadmium accumulation in soybean [*Glycine max* (L.) Merr]. In *Theor. Appl. Genet.*, 121, p. 283-294.
- KASSEM, MY. A. – MEKSEM, K. – KANG, C. H. – NJITI, V. N. – KILO, V. – WOOD, A. J. – LIGHTFOOT, D. A. 2004. Loci underlying resistance to manganese toxicity mapped in a soybean recombinant inbred line population of ‘Essex’ x ‘Forrest’. In *Plant and Soil*, 260, p. 197-204.
- KNOX, R. E. – POZNIAK, C. J. – CLARKE, F. R. – CLARKE, J. M. – HOUSHMAND, S. – SINGH, A. K. 2009. Chromosomal location of the cadmium uptake gene (*Cdu1*) in durum wheat. In *Genome*, 52, 741-747.
- SUGIYAMA, M. – AE, N. – ARAO, T. 2007. Role of roots in differences in seed cadmium concentration among soybean cultivars – proof by grafting experiment. In *Plant Soil*, 295, p. 1-11.
- UENO, D. – YAMAJI, N. – KONO, I. – HUANG, C. F. – ANDO, T. – YANO, M. – MA, J. F. 2010. Gene limiting cadmium accumulation in rice. In *PNAS*, 107, p. 16500-16505.
- WANG, M. – YANG, W.-M. – DU, W. - J. 2012. Construction of a molecular marker linkage map and its use for quantitative trait locus (QTLs) underlying drought tolerance at germination stage in soybean. In *Afr. J. Biotechnol.*, 11, p. 12830-12838.

## Author's address:

Ing. Peter Socha, PhD. Institute of Plant Genetics and Biotechnology, SAS, Akademická 2, P.O.Box 39 A, 950 07 Nitra, Slovak Republic, e-mail: [peter.socha@savba.sk](mailto:peter.socha@savba.sk)

# Charakteristika genofondu odrôd pšenice českého a slovenského pôvodu

## Characteristics of gene-pool wheat Czech and Slovak origin

Pavol HAUPTVOGEL – Jiří HERMUTH – Zdeněk STEHNO – Václav DVORÁČEK – Ladislav DOTLAČIL

*With the aim to evaluate bread wheat varieties was collected one set origin Czech a Slovak variety. The set consisted of two hundred and seventy one bread wheat and we were evaluated selected traits significant differences were among varieties. The samples were landraces, varieties improvement bulk or individual selection, modern varieties or important genetic lines from the results is clearly, that landraces could be a good source of important traits also for modern wheat improvement mainly due to characters of harvest and crude protein content of winter bread wheat varieties.*

**Key words:** common wheat, registered variety, landraces, evaluation

### Úvod

Štúdiu genetických zdrojov sa venuje pozornosť na území Českej republiky a Slovenskej republiky už od začiatku 19. storočia. Po roku 1900 boli introdukované zahraničné odrody, ktoré sa spolu s miestnymi krajovými materiálmi uplatnili v šľachtení. Štúdium genofondov pšenice bolo v bývalom Československu od začiatku riešenia decentralizované na jednotlivých pracoviskách kolekcii a riešilo sa v rámci ich výskumných úloh, pričom koordinačnú úlohu zabezpečoval Výskumný ústav rastlinnej výroby Praha-Ruzyně a Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany. Vznik československej kolekcie pšenice sa uvádza od roku 1931, kedy vo Výskumnej stanici Uhřetěves zhromaždili viac ako 600 vzoriek pšenice z Čiech, neskôr z Moravy a Slovenska. Najcennejšia časť kolekcie pšenice je predstavená domácimi genotypmi pri ktorých sa predpokladá dobrá adaptabilita k našim klimatickým podmienkam. Práve z tohto aspektu sa pozornosť sústreďuje na primitívne, krajové a staré šľachtené odrody. Bareš a Sehnalová (1981) poukazujú na ich vysokú adaptabilitu a zimovzdornosť, určité špecifické vývojové charakteristiky (dlhá a stála fotoperiodická reakcia).

Dlhoročnou snahou VÚRV – Génovej banky v Prahe Ruzyně bola vytvorená špeciálna sub-kolekcia európskych krajových odrôd. Krajovou odrodou sa spravidla rozumie populácia, ktorá sa vyvíjala v určitej oblasti po dlhú dobu, pod trvajúcim vplyvom podnebia, pôdy a hospodárskych praktík a postupov v danej oblasti. Krajové odrody a staré šľachtené odrody predstavujú veľmi cennú súčasť genetických zdrojov (Zou, Yang, 1995), lebo reprezentujú maximálnu šírku vnútro druhovej diverzity. Krajové odrody nemôžu konkurovať moderným šľachteným odrodám v úrode zrna, avšak majú rad cenných znakov a vlastností, pre ktoré si zaslúžia pozornosť. Zaujímavé rozdiely v skorosti medzi krajovými a šľachtenými odrodami, spočívajú vo veľmi krátkom období potrebnom pre tvorbu zrna ako to zistili Tahir a Pashayani (1988). Zvláštnu pozornosť si zaslúži kvalita zrna krajových odrôd, kde môžeme nájsť širšiu variabilitu znakov než v súčasných sortimentoch. Ide najmä o obsah proteínov, ktorý je u niektorých krajových odrôd pšenice letnej vyšší, ako u súčasných odrôd a blíži sa parametrom bežným u tetraploidných druhov. V rámci našich vykonaných experimentov vybrané krajové odrody česko-slovenského pôvodu mali nielen vysoký obsah hrubého proteínu, ale i priaznivé parametre niektorých ďalších znakov kvality zrna (Hermuth a kol. 2011). Z poznatkov v oblasti ochrany a využívania genetických zdrojov rastlín u nás doma i v zahraničí jednoznačne vyplýva potreba zastavenia trendov súčasnej straty diverzity rastlín, postupne zvyšovanie rastu tvorby a podpory princípov manažmentu ochrany v šľachtiteľských programov a vytvorenie lepších podmienok pre udržateľný rozvoj, k prístupu a spravodlivému rozdeleniu prínosov z využívania genetických zdrojov rastlín.

Genetická diverzita zahrnutá v kolekciiach genetických zdrojov prispieva k rozšíreniu variability nových odrôd a ovplyvňuje šľachtenie pšenice. Predpokladá sa, že zber, uchovávanie, udržovanie a študovanie genetických zdrojov pšenice môže vo veľkej miere ovplyvniť pestovanie a rozšírenie nových komerčných odrôd. Pšenica zaberá prvé miesto z celkového množstva vzoriek uchovávaných v génových bankách na celom svete (Ortiz, R. et al. 2008). Významnosť doterajšieho štúdia kolekcie genetických zdrojov pšenice vo svojich prácach zdôrazňovalo viacero autorov: Zaharieva, M. et al., 2007, Stehno, Z. a kol., 2010 a ďalší.

Dlhodobé skúsenosti ukazujú, že výsledky štúdia genofondu môžeme spoľahlivo využiť len sčasti – predovšetkým pri znakoch s nízkou interakciou s prostredím. Pri časti biologických znakov, z ktorých niektoré spolu určujú hospodársky charakter a význam odrody, je potrebné využívať výsledky hodnotenia z domácich ekologických podmienok, najlepšie z oblastí, kde sa zdroje šľachtiteľsky využívajú, alebo sa predpokladá ich využitie pre praktické pestovanie. Proces zlepšovania úrodovej schopnosti odrôd pšenice letnej f. ozimnej je náročný výskumno-šľachtiteľský proces, ktorý sa stáva zvlášť náročným pri tvorbe materiálov s vysokým úrodovým potenciálom a zároveň s vysokou technologickou kvalitou. Z poznatkov v oblasti ochrany a využívania genetických zdrojov rastlín u nás doma i v zahraničí jednoznačne vyplýva potreba zastavenia trendov súčasnej straty diverzity rastlín, postupne zvyšovanie rastu tvorby a podpory princípov manažmentu ochrany v šľachtiteľských programov, vytváranie expertných a informačných systémov v manažmente ochrany genofondu a rekonštrukčnej genetiky. Okrem toho bude potrebné v ďalšom

období vytvoriť lepšie podmienky pre udržateľný rozvoj genetických zdrojov, vrátane prístupu k nim a spravodlivého rozdelenia prínosov z ich využívania.

Cieľom bola charakterizácia a hodnotenie variability genetických zdrojov pšenice letnej českého a slovenského pôvodu a ich využitie v poľnohospodárstve a vo výžive.

## Materiál a metódy

Pre analýzu variability niektorých znakov a vlastností sme vytvorili excelentný experimentálny súbore z odrôd pšenice letnej. Škôlky základného hodnotenia pšenice letnej boli založené na CVRV Piešťany a VÚRV Praha-Ruzyně v rokoch 2009 až 2012 a hodnotili sme v nich 271 odrôd pšenice letnej f. ozimnej a slovenského a českého pôvodu. Odrody pšenice letnej sme vysievali sejacím strojom Oyord v blokoch s výsevom 4,5 mil. klíčivých zrn na parcely o zberovej ploche 2,5 m<sup>2</sup> v pokusnom súbore v dvoch opakovaníach, s náhodným usporiadaním. V pokusoch sme v súlade s klasifikátorom pre rod *Triticum* a *Aegilops* hodnotili fenologické, morfológické a hospodárske znaky a vlastnosti. Hodnotili sme dĺžku vegetačnej doby v počte dní od 1.1. do začiatku klasenia (DVD-KLAS), začiatku kvitnutia (DVD-KVIT), začiatku zrelosti (DVD-ZREL), výšku porastu v cm (VR-POR), prezimovanie podľa bodového hodnotenia 9-1 (STAV-JAR), poliehanie v bodoch 9-1 (POL), výskyt múčnatky na listoch v bodoch 1-9 (MUC-L), hmotnosť tisíc zrn v g (HTZ), dĺžku klasu v cm (DL-KLAS), počet kláskov v klase (P-KLAS-KL), počet zrn v klase (P-ZRN-KLAS), počet zrn v klásku (P-ZRN-KL), hmotnosť zrna z klasu v g (HM-KL) a obsah bielkovín v sušine v % (BIEL). Morfológické analýzy sme vykonali rozborom a hodnotením 30 klasov náhodne odobratých z parcely (počet kláskov klase, počet zrn z klásku a dĺžka klasu). Technologickú kvalitu sme stanovili na prístrojoch LEKO CNS, pričom bol stanovený obsah bielkovín v homogenizovanej vzorke zrna pšenice Dumasovou metódou s prepočtom koeficientu 5,7 podľa americkej normy AOAC. Výsledky boli štatisticky hodnotené softvérovým balíkom MS Office a štatistickým softvérom STATISTICA Cz 9.0.

## Výsledky a diskusia

V rámci spolupracujúcich inštitúcií Výzkumného ústavu rastlinnej výroby v Prahe - Ruzyně a Centra výskumu rastlinnej výroby Piešťany bolo doteraz zhromaždených celkovo 340 odrôd českého a slovenského pôvodu. Tieto predstavujú kolekciu, ktorá je zložená z autochtónnych krajových odrôd, starých a reštrikovaných a v súčasnosti registrovaných odrôd, rôznych významných genetických kmeňov a línii. Tak ako pri iných plodinách aj pri pšenici v minulosti vznikali nové odrody hlavne metódou výberu z krajových odrôd. Napr. odroda „Moravská běloklasá“ bola získaná z neznámej krajovej odrody, „Pavlovická červená vouska“ z Banatskej, „Slovenska 2“ selekciou krajovej odrody z Vrbového, „Dobrovická 10“ a „Chlumecká 12“ z krajovej odrody „Česká červenka“, „Diosecká 1013“ výberom krajovej odrody z oblasti Vrbového a „Trebišovská 76“ z krajovej odrody zo Zemplínskej Rusavy. Nové odrody vznikali neskôr metódou kríženia, pre ktorú je pšenica vynikajúcou plodinou. Z hľadiska pasportizácie odrôd rastlín rozoznávame odrody podľa metód šľachtania. Podľa toho ich rozdeľujeme a nešľachtené odrody, odrody ktoré boli vyšľachtené využitím hromadného výberu, individuálneho výberu, rôznych spôsobov kríženia, mutačného šľachtania, polykrosu, heterózneho šľachtania a polyploidizácie.

Keďže rozdelenie odrôd podľa metód šľachtania pre pasportizáciu genetických zdrojov rastlín v databázach je viacstupňové a k tomuto rozdeleniu sa nezachovalo dostatok informácií o metódach šľachtania rozdelili sme súbor odrôd českého a slovenského pôvodu na nešľachtené odrody, alebo krajové populácie a odrody (1), odrody vyšľachtené hromadným výberom (2), individuálnym výberom (3) a krížením (4).

Z hľadiska fenologických údajov sme zistili, že priemer celého súboru v dĺžke vegetačnej doby bol v dobe klasenia 147,04 a s rozsahom od 130 do 160 dní, v dobe kvitnutia bol priemer 151,09 a rozsah sa pohyboval od 135 do 178 dní a v dobe zrelosti bol priemer 192,84 a rozsah sa pohyboval od 174 do 211 dní. Z týchto výsledkov vyplýva, že rozdiel medzi najskoršou a najneskoršou odrodou sa pohyboval až 37 dní v dobe zrelosti. Okrem toho sme pri hodnotení miery variability dĺžky vegetačnej doby zistili, že odhad smerodajnej chyby bol vyšší pri nešľachtených odrodách, ako pri odrodách, ktoré vznikli výberom alebo krížením. Variačný koeficient v hodnotenom súbore preukázal, že relatívna miera variability sa pohybovalo v rozmedzí 3,58 a 5,06 % (Tab. 1).

Z hľadiska ďalších výberových kritérií v šľachtení nových odrôd je dĺžka vegetačnej doby a výška rastlín. V hodnotenom súbore bola priemerná výška porastu 112,18 cm a pohybovala s rozsahom od 60 do 169,66 cm, pričom odhad smerodajnej chyby bol nízky (0,55) a variačný koeficient bol vysoký (19,75). Optimálna výška rastlín má veľký význam nielen na stabilitu úrody, ale aj na výšku produkcie, pričom výška rastlín je v značnej miere ovplyvnená prítomnosťou tzv. dwarfing génov, ktoré však boli inkorporované až do novších odrôd. Vysokou výškou porastu sa vyznačovali najmä nešľachtené odrody (131,61±4,89 cm), odrody vytvorené hromadnou alebo individuálnou selekciou mali priemernú výšku 126,67 až 127,08 cm a odrody, ktoré boli vytvorené metódou kríženia mali priemernú výšku 107,09 cm. Stav odrôd pšenice tj. hodnotenie ich prezimovania bolo v rozsahu 7,92 až 8,2 a rozdiel medzi spôsobom šľachtania sme nezistili.

Tabuľka 1: Základné charakteristiky variability odrôd pšenice letnej českého a slovenského pôvodu v rokoch 2010-2012

Charakteristika/znak	1 (n=6) Nešľachtené odrody		2 (n=78) Hromadný výber		3 (n=336) Individuálny výber		4 (n=1203) Krížené odrody	
	$\bar{x} \pm SE$	$V_k$	$\bar{x} \pm SE$	$V_k$	$\bar{x} \pm SE$	$V_k$	$\bar{x} \pm SE$	$V_k$
DVD-KLAS	145,33±2,87	4,84	149,88±0,69	4,05	149,86±0,34	4,20	146,08±0,19	4,60
DVD-KVIT	149,83±2,56	4,19	153,68±0,65	3,74	153,79±0,32	3,76	150,18±0,19	4,27
DVD-ZREL	193,67±3,99	5,06	194,1±0,79	3,63	194,24±0,38	3,58	192,37±0,21	3,78
STAV-JAR	7,92±0,33	10,10	8,2±0,13	14,32	8,14±0,064	14,36	7,97±0,03	13,93
VR-POR	131,61±4,89	9,10	127,08±1,35	9,39	126,67±0,72	10,475	107,09±0,65	20,94
POL	5,75±0,83	35,50	3,92±0,29	64,22	5,04±0,15	52,94	7,26±0,07	34,61
MUC-L	3,33±0,42	31,00	3,76±0,14	32,73	3,67±0,07	33,84	4,3±0,037	30,175
HTZ	43,36±1,08	6,12	41,51±0,56	11,83	41,33±0,30	13,13	44,8±0,15	11,74
DL-KLAS	10,21±0,521	12,50	9,76±0,168	15,17	9,51±0,087	16,86	9,29±0,037	13,79
P-KLAS-KL	17,21±0,534	7,61	18,18±0,242	11,73	18,64±0,114	11,19	18,64±0,051	9,49
P-ZRN-KLAS	2,46±0,19	18,95	2,35±0,056	21,08	2,42±0,031	23,58	2,55±0,017	23,21
P-ZRN-KL	36,58±2,23	14,92	36,97±0,789	18,84	37,78±0,392	19,01	40,31±0,225	19,39
HM-KL	1,6±0,08	12,32	1,56±0,038	21,34	1,59±0,021	23,88	1,8±0,012	22,87
BIEL	15,53±1,03	16,25	14,69±0,19	11,32	14,81±0,1	12,32	13,67±0,06	14,61

Medzi významné problémy pri pestovaní pšenice letnej patrí odolnosť voči poliehaniu, ktorá bezprostredne súvisí s výškou rastlín. Výraznejšie poliehanie porastu odrôd pšenice sme zistili najmä pri odrodách získaných hromadným výberom ( $3,92 \pm 0,29$  cm), individuálnym výberom ( $5,04 \pm 0,15$  cm) a pri nešľachtených odrodách ( $7,5 \pm 0,83$ ). Najvýraznejšie skrátenie stebiel a následne zamedzenie poliehanie bolo pri odrodách, ktoré boli krížené ( $7,26 \pm 0,07$ ). Dôležité je však podotknúť, že dôležitú úlohu pri poliehaní má fyziologická funkcia dusíka a pri nadbytku sú rastliny pšenice náchylné na poliehanie.

V jarnom období sa upriamuje pozornosť najmä na zvyčajne prvú vážnu hubovú chorobu listov, a to múčnatku trávovú (*Blumeria graminis*). Trend poklesu výskytu tejto choroby potvrdzujú aj výsledky z nášho hodnotenia, kde nešľachtené odrody a odrody získané hromadným alebo individuálnym výberom boli hodnotené v priemere od 3,67 do 3,76 a odrody pri ktorých bolo uplatnené cieľné kríženie boli v priemere hodnotené 4,3 a ich odhad smerodajnej chyby bol iba 0,037.

V hmotnosti tisíc zŕn sme medzi jednotlivými odrodami v hodnotenom súbore nezistili významnejšie rozdiely. Priemerná hodnota hmotnosti tisíc zŕn odrôd pšenice bola 43,36 g a rozsah sa pohyboval od 26,20 do 58,71 g. Úroda je komplexný kvantitatívny znak kontrolovaný veľkým počtom génov, ktoré významne ovplyvňuje prostredie, a preto má tento znak malú dedivosť. Úroda ako celok je súčet komponentov ktoré ho ovplyvňujú. Hlavnými komponentmi úrody sú: priemerná hmotnosť zrna (hmotnosť tisíc zŕn), počet zŕn na klas a počet klasov na  $m^2$ .

Širokú variabilitu pri pšenici je možné zreteľne pozorovať práve na klasoch. Výskyt osín, počet kvetov v klásku, množstvo kláskov na klase, krehkosť klasového vretena, prítomnosť ochranných obalov zrna a ďalšie charakteristiky vypovedajú o vlastnostiach a pôvode rastlín. Pre primitívnejšie formu pšeníc je typická prítomnosť lámavého klasového vretena a zrno s plevou. Dĺžka klasu hodnotených odrôd pšeníc bola v rozsahu od 5,56 do 15,13 cm, pričom medzi odrody s najdlhším klasom patrili nešľachtené odrody (10,21 cm). Počet kláskov v klase bol v priemere 18,61 cm a variačný koeficient bol najnižší pri nešľachtených odrodách (7,61) a vyššie hodnoty bol pri odrodách z hromadného a individuálneho výberu (11,19-11,73). Počet zŕn v klase bol v priemere hodnoteného súboru 2,51 a rozsah bol od 1,18 do 4,20. Pri tvorbe úrody má dôležitú úlohu úložná kapacita (sink) klasu, ktorá stimuluje prísun asimilátov do zrna v období po anteze. Z tohto dôvodu v našej práci vyhľadávame genetické zdroje, ktoré by prispeli k zvýšeniu počtu reprodukčných orgánov, ako je počet kláskov v klase, počet zŕn v klásku. Počet zŕn v klásku bol v priemere 39,62 a rozsah bol od 15,67 do 70,40. Vyšší počet zŕn v klásku bol pri odrodách, ktoré vznikli krížením ( $40,31 \pm 0,225$ ) a nešľachtené odrody dosahovali v priemere  $36,58 \pm 2,23$ . Podobne sme zistili, že hmotnosť zrna z klasu bola vyššia pri odrodách z kríženia. Vysoký počet klasov na jednotky plochy a počet kláskov v klase mali najmä genotypy vyšľachtené medzivojnovom období a počet zŕn v klásku a počet zŕn v klase mali najmä genotypy pšenice vyšľachtené v posledných troch desaťročiach. Odlišnosť medzi morfológiou klasu je najčastejšie používaným kritériom pre rozlišovanie druhov a je častým objektom výskumu. Zvýšením dĺžky klasu by mohla byť zvýšená úrodnosť klasu a tiež úroda zŕn (Sourdille et al., 2000).

Obsah bielkovín podľa klasifikátora sa pohybuje v hodnotách menej ako 9,0 %, kde je obsah veľmi nízky až viac ako 18,0 %, kde je obsah veľmi vysoký. V hodnotenom súbore odrôd pšenice českého a slovenského pôvodu bol obsah bielkovín v priemere 13,96 % a rozsah sa pohyboval od 9,00 do 18,84 %. Zreteľne vyšším obsahom bielkovín sa preukázali nešľachtené odrody ( $15,53 \pm 1,03$ ) a v priemere najnižší obsah bol pri odrodách z kríženia.

Z hľadiska vývojových etáp v bývalom Československom šľachtení sa rozdeľuje na 6 podskupín. Tieto sú rozdelené na (I.) krajové odrody pestované od konca 19. storočia a krajové odrody získané výberom z českých červeniek a presievok, (II.) odrody šľachtené výberom z krajových odrôd, (III.) odrody šľachtené



zložitým krížením s vysokým podielom krajových odrôd, (IV.) odrody vytvorené krížením so zahraničnými zdrojmi, (V.) odrody vytvorené zložitým krížením, s využitím najmä zahraničných odrôd alebo z nich vytvorených kmeňov a (VI.) moderné odrody vyšľachtené po roku 1970. Ku zvýšeniu intenzity pestovania sa využívali najmä anglické, nemecké a holandské zdroje a pre zlepšenie kvality a odolnosti voči biotickým stresom najmä sovietske odrody.

### Záver

V spolupráci VÚRV v.v.i. Praha-Ruzyně a CVRV Piešťany bolo zhromaždených 340 odrôd českého a slovenského pôvodu a tieto predstavujú kolekciu zloženú z autochtónnych krajových odrôd, registrovaných odrôd, rôznych významných genetických kmeňov a línií. Odrody pšenice rozdeľujeme na nešľachtené, vyšľachtené využitím hromadného a individuálneho výberu a krížením. Z výsledkov vyplýva, že rozdiel medzi najskoršou a najneskoršou odrodou sa pohyboval až 37 dní v dobe zrelosti a vysokou výškou porastu sa vyznačovali najmä nešľachtené odrody. Širokú variabilitu pri pšenici je možné zreteľne pozorovať práve na klasoch. Vysoký počet klasov na jednotku plochy a počet kláskov v klase mali najmä genotypy vyšľachtené medzivojnovom období a počet zŕn v klásku a počet zŕn v klase mali najmä genotypy pšenice vyšľachtené v posledných troch desaťročiach.

### Literatúra

- BAREŠ, I., SEHNALOVÁ, J. Preservation of Land-races of Cultivated Plants in Czechoslovakia. Kulturpflanze XXIX., Gatersleben, 1981.,67-77.
- HERMUTH, J., et al. Diverzita genetických zdrojů pšenice českého a slovenského původu. Úroda 2/2011, 32 – 37, 161-164.
- ORTIZ, R. et al. Wheat genetic resources enhancement by the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT): Genetic Resources Crop Evolution 2008, 55.7: 1095–1140.
- SOURDILLE, P. et al. Location of genes involved in ear compactness in wheat (*Triticum aestivum*) by means of molecular markers. Molecular Breeding, 2000, 6.3: 247-255.
- STEHNO, Z. et al. Hodnocení a využití genetických zdrojů pšenice, tritikale a ozimého ječmene soustředěných v české genové bance. In: Hodnotenie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo : zborník zo 6. vedeckej konferencie s medz. účasťou, 26.-27. máj 2010. - Piešťany : CVRV, 2010, 95-97.
- TAHIR, M.; PASHAYANI, H. Characteristics of cultivated landraces and improved varieties of wheat (*T. aestivum* L.) in high altitude areas. 1988. Proceedings of the seventh international wheat genetics symposium, held at Cambridge, UK, 13-19 July 1988, Miller, T.E.Koebner, R.M.D. (eds.).- Cambridge (UK): Institute of Plant Science Research, 1988.- ISBN 0-7084-0483-9. 895-900.
- ZAHARIEVA, M. et al. Exploiting untapped wild genetic diversity for CIMMYT wheat improvement. In: Hauptvogel, P. - Benediková, D. - Hauptvogel, R. Plant Genetic Resources and their Exploitation in the Plant breeding for Food and Agriculture. 18<sup>th</sup> Eucarpia Genetic Resources Section Meeting, May 23 -26, 2007, Piešťany, Slovak Republic. Book of abstracts. SARC-VÚRV Piešťany, 2007, 48.
- ZOU Z. T., YANG W. Y. Development of wheat germplasm research in Sichuan province. Crop Genetic Resources 1995, 2: 19 – 20.

**Pod'akovanie:** 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 a bola tiež podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0770-07 a APVV-0197-10.

### Adresa autorov:

Ing. Pavol Hauptvogel, PhD., CVRV Piešťany, Bratislavská 122, 921 01 Piešťany, Ing. Jiří Hermuth, Ing. Zdeněk Stehno, PhD., Ing. Václav Dvořáček, PhD., Ing. Ladislav Dotlačil, PhD., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507/73, 161 06 Praha 6 – Ruzyně. e-mail: [hauptvogel@vurv.sk](mailto:hauptvogel@vurv.sk), [hermuth@vurv.cz](mailto:hermuth@vurv.cz).

## Využití genetických zdrojů čiroků, jejich potenciálu pro možný šlechtitelský program v České republice

### Utilization of *Sorghum* genetic resources - their potential possibilities in breeding programme in the Czech Republic

Jiří HERMUTH - Dagmar JANOVSÁ

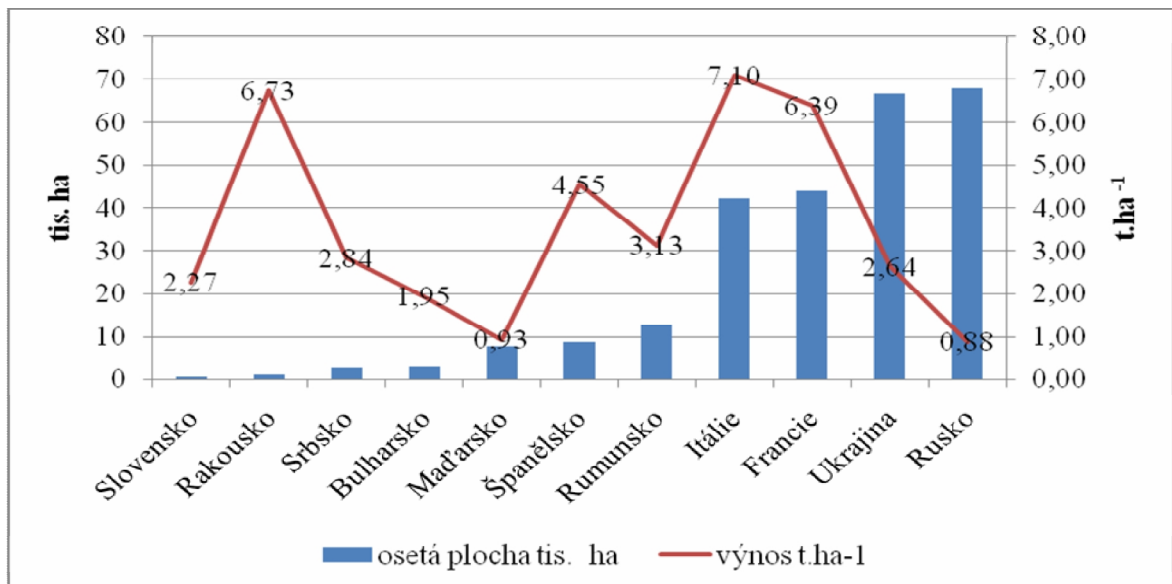
*Sorghum is one of the oldest grown crops. At present, it is one of the five most cultivated cereals in the world for human nutrition. For the temperate climate, there are necessary to find out suitable genetic materials for breeding programmes with short vegetative period, low content of anti-nutritive compounds and short culm. The best way how to do it, is evaluation of genetic resources of sorghum in temperate climate conditions to select suitable materials for breeding purposes with required traits.*

*Key words: sorghum, genetic resources, breeding possibilities, new variety*

#### Úvod

Čirok je jednou z nejdéle pěstovaných plodin, který se v současnosti pěstuje ve všech světadílech. V celosvětové produkci zaujímá páté místo v pěstovaných obilovinách hned za pšenicí, kukuřicí, rýží a ječmenem a sedmé místo ve všech pěstovaných plodinách ještě po sóje a bramborách. Celková světová produkce v roce 2011 činila 54 198 010 t a to na celkové rozloze 35 482 800 ha (FAO, 2013). V současné době je nejvíce ploch osetých čirokem v Indii, Súdánu a Nigerii. Pěstování čiroků ve světovém měřítku je velmi významné jak pro lidskou výživu, krmné účely a v také jako materiál vhodný pro výrobu bioplynu. Jako potravina jsou čiroky nejvíce využívány v Africe a Asii, pro krmné účely v Evropě, USA a Austrálii.

Již v roce 1958 profesor Špaldon uvádí: „že celková plocha zasetého čiroku v tehdejší Československu je malá, bohužel potřeba této plodiny se z velké části musí krýt dovozem.“ Pro ilustraci jsou uvedeny plochy pěstovaného čiroku v tomto období. Rok 1951 – 400 ha, 1952 – 1800 ha, 1953 – 2400 ha. V roce 2012 plocha pěstovaného čiroku v České republice, především na produkci zelené biomasy, činila odhadem několik set hektarů. Osivo je nutné dovážet ze zemí, kde se čirok šlechtí. Tyto odrůdy mohou být ale do našich podmínek méně vhodné z důvodu brzkých podzimních mrazů, které způsobují ukončení vegetace a nedozrání zrna.



Obrázok 1: Oseté plochy čirokem a výnosy zrna v Evropě (FAO, 2013)

Čirok je tropická krátkodenní rostlina využívající C4 systém fotosyntézy. Zralost je ovlivněna délkou dne a teplotou. Šlechtěním čiroku v mírném pásmu se nejvíce zabývaly a zabývají USA. Problematika šlechtění čiroků v podmínkách mírného pásma je zaměřena na odolnost proti nízkým teplotám, necitlivost k délce dne a zkrácení stébla pro lepší mechanizovanou sklizeň. V Evropě je v posledních letech patrný posun pěstování čiroku i do severnějších oblastí (Francie, Maďarsko), kde existují programy šlechtění hybridů čiroků. Šlechtí se zejména na chladuvzdornost, ranost a snížení obsahu antinutričních látek v obilkách (Rajki-Siklósi, 1993). Čirok zrnový se většinou pěstuje na zrno, které se používá pro potravinářské účely k přímému konzumu nebo k výrobě šrobu a nebo piva. Může se používat také jako krmivo, buď v zeleném stavu, nebo jako siláž. Zrnové čiroky mají pro naše poměry dlouhé vegetační období; některé mohou obsahovat i antinutriční látky,

zejména tanin. Proto jeden z důležitých cílů v rámci šlechtění zrnových čiroků je získání materiálů bez těchto látek.

Šlechtění je pro jednotlivé druhy čiroků rozdílné a provádí se podle užitkového směru jednotlivých druhů. Je nutné předeslat, že v současné době šlechtění čiroků v České republice neprobíhá, máme zde pouze introdukce materiálů ze zemí, kde jsou šlechtitelské programy čiroku podporovány.

Genetické zdroje čiroku se vyvinuly jako výsledek domestikace, intenzifikace, diversifikace a šlechtění vědomé nebo nevědomé selekce mnoha generací zemědělců. Tyto materiály mohou poskytnout základní a strategický materiál pro zlepšování kulturních plodin v současnosti i v budoucnu (Rai, 2002). Krajové odrůdy a plané příbuzné druhy čiroku jsou významným zdrojem různých vlastností, jako jsou rezistence k chorobám a škůdcům i k jiným stresorům jako jsou nedostatek vláhy nebo nízká teplota (Reddy, 2006). Celosvětově se v různých genových bankách uchovává cca 168 tisíc položek čiroku. V USA se používají genetické zdroje z genových bank k vytváření nových linií, které potom soukromé šlechtitelské společnosti používají k výrobě nových hybridních odrůd. V tomto se ukazuje, jak klíčovou roli hraje provázanost soukromého a veřejného sektoru při tvorbě nové odrůdy (Rooney, 2007).

## Materiál a metody

### Hodnocení genetických zdrojů čiroku

V roce 2010 a 2011 bylo na pracovišti Genové banky VÚRV, v.v.i. v Praze Ruzyni hodnoceno více než 320 nových materiálů čiroku podle mezinárodního deskriptoru pro rod *Sorghum*, původem z genových bank nebo univerzit (Evropa, USA, Austrálie, Asie atd.). Jednalo se o nehybridní materiály. Výsledkem těchto pozorování je získání nových originálních dat o materiálech, které mohou být vhodné do zeměpisných a pěstitelských podmínek ČR. Tyto nově odzkoušené a popsání genetické zdroje čiroků, jsou následně hodnoceny po tři roky a pak uloženy v genové bance za definovaných podmínek, kde se stávají genetickým rezervoárem pro potencionální šlechtitelské programy.

### Pokus s komerčními odrůdami čiroku

V roce 2009 a 2010 pracovníci Genové banky ve VÚRV, v.v.i. uskutečnili polní experimenty s vybranými materiály čiroku. Pokus byl vyset na parcelách o celkové ploše 4,5 m<sup>2</sup> ve třech opakováních. Odrůdy čiroku jsou komerční materiály a byly vybrány na základě doporučení firmy SeedService, která se zabývá introdukcí čiroků do ČR. Další materiály byly dodány osivářskými firmami SaatbauLinz a Syngenta. Některé genotypy čiroků byly získány z genové banky - kolekce genetických zdrojů čiroků.

## Výsledky a diskuse

### Hodnocení genetických zdrojů čiroku

Výsledky hodnocení genetických zdrojů čiroku jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 1: Přehled odzkoušených zrnových genotypů čiroků ve VÚRV Praha – Ruzyně

Dopěstované nové genotypy čiroků	Nevzešlé genotypy čiroků	Nevyjetané genotypy čiroků	Nedozrálé genotypy čiroků	Celkem vysetých položek
<sup>2010</sup> 59 (34,8 %)	38 (22,3 %)	7 (4,1 %)	66 (38,8 %)	170 (100 %)
<sup>2011</sup> 58 (38,4 %)	7 (4,6 %)	8 (5,3 %)	78 (51,7 %)	151 (100 %)

Z přehledu je patrné, že propad materiálu je značný. Každý rok se podařilo dopěstovat cca 30 – 40 %, ale jsou to genotypy, které prokázaly životaschopnost v pěstitelských podmínkách dané lokality. Tyto materiály je dále potřeba zkoušet, rajonizovat a propracovávat jejich agrotechniku.

### Pokus s komerčními odrůdami čiroku

Tabulka 2: Morfologicko-fenologické hodnocení vybraných odrůd čiroku. Hodnoty označené shodným písmenem nebyly statisticky průkazně odlišné na  $P \leq 0,05$

	Vzcházení (dny)	Metání (dny)	Plná zralost (dny)	Zapojení (%)	Výška (cm)	Výnos (t suš.ha <sup>-1</sup> )
K - 81	18,00±0,00a	80,00±0,00c	161,00±0,00a	100,00±0,00a	291,00±4,58a	26,08±1,97a
Kecskemeti	19,00±0,00ab	93,00±0,00d	169,00±0,00a	91,67±7,64a	314,67±4,51a	26,24±5,84a
SO - 29	21,33±0,58c	74,67±1,53b	170,00±0,00a	26,67±7,64b	302,33±7,02a	26,61±2,74a
GK 4 Zsofia	19,33±0,58ab	70,33±0,58a	163,00±0,00a	76,67±2,89a	308,67±7,57a	24,07±4,41a
6 - bez taninu (cukrový)	19,00±0,00ab	69,00±0,00a	160,00±0,00a	86,67±18,93a	304,00±19,70a	20,04±3,39a
21/00	19,33±0,58ab	69,00±1,00a	161,00±0,00a	91,67±7,64a	308,00±14,00a	29,51±7,21a
56/01	19,67±0,58abc	69,33±0,58a	159,00±0,00a	78,33±7,64a	317,00±7,00a	28,25±4,51a
GK 5 Zsofia	20,00±1,00bc	70,33±1,15a	159,00±0,00a	76,67±7,64a	294,67±12,66a	20,25±1,83a
Latte	20,00±1,00bc	95,00±0,00d	-	31,67±5,77b	312,67±9,07a	28,51±3,51a

Prvním slibným výsledkem je podání žádosti o registraci odrůdy a žádosti o udělení ochranných práv k odrůdě, která byla na pracovišti genové banky vyšlechtěna na základě řady pozitivních a negativních

výběrů z populace. Je to zrnový čirok, který je veden pod označením ECN 01Z1800017 (449 Holubec). Tato odrůda byla vyšlechtěna jako výsledek využívání genetických zdrojů, a bude po 2 roky hodnocena ve zkouškách DUS, které organizuje ÚKZÚZ Brno.

Tabuľka 3: Seznam podaných přihlášek k registraci na UKZUZ (UKZUZ, 2012)

Odrůda	Ochrana práv (OP)	Registrace (REG)
KSH6022		Podání žádosti: 11-01-2011
Návrh názvu: KWS Tarzan		
KSH8701		Podání žádosti: 11-01-2011
Návrh názvu: KWS Zerberus		
KSH8901		Podání žádosti: 11-01-2011
Návrh názvu: KWS Freya		
DSM 13-950		Podání žádosti: 27-01-2012
Návrh názvu: SweetCaroline		
DSM 14-535		Podání žádosti: 27-01-2012
Farmsorgho		Podání žádosti: 27-01-2012
Návrh názvu: Farmsorgho		
449 (Holubec)	Podání žádosti: 21-12-2011	Podání žádosti: 21-12-2011
Návrh názvu: Ruzrok		

Na základě zkoušek užitné hodnoty ze sklizně 2012, které provádí ÚKZÚZ – Národní odrůdový úřad se jeví tento materiál jako perspektivní. Odrůda po prvním roce zkoušení byla bez připomínek, vyhověla požadavkům na odlišnost a uniformitu a bez problémů pokračuje do druhého roku zkoušek.

### Závěr

Genová banka má nezastupitelnou roli jako pracoviště, které shromažďuje, zkouší a eviduje genetické zdroje. Genetické zdroje mají pro lidstvo mimořádnou hodnotu, ať již jsou využívány v tradičním zemědělství, tradičním či moderním šlechtění nebo v genovém inženýrství a v biotechnologiích obecně. GZ jsou jedinečným a nenahraditelným zdrojem genů pro další zlepšování biologického a hospodářského potenciálu odrůd zemědělských plodin a zachování agrobiodiverzity. V ČR a v celé EU se dnes, alespoň u významných plodin, pěstují téměř výhradně moderní šlechtěné odrůdy. U mnoha plodin dochází ke zužování genetického základu odrůd, ale i ke snižování diversity pěstovaných plodin. To může mít za následek zvýšená rizika poškození stresy a výkyvy ve stabilitě a kvalitě produkce. Řešením je vyhledávání nové genetické diversity plodin v rámci studia a hodnocení genofondů a využití nové genetické diversity ve šlechtění a prostřednictvím nových odrůd v pěstitelské praxi.

**Poděkování:** Tato práce vznikla za podpory projektů MZe ČR Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agro-biodiversity MZeč.j.: 20139/2006-13020 a MZE0002700604

### Literatura

- FAO., 2012. Production database. Dostupné na URL: <http://faostat.fao.org/default.aspx>. [ 8-3-2012 ]
- ICRISAT., 2004. Sorghum, a crop of substance. (In Ed.) Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 97 pp.
- RAI, M. 2002. Genetic resources and intellectual property rights in agricultural perspective. Indian Journal of Pulses Research. 15:1-18
- RAJKI-SIKLÓSI, E. 1993. Grain sorghum and silage sorghum breeding objectives. XVI. Maize and Sorghum. Eucarpia Conf. Bergamo, s. 173-188
- REDDY, B.V.S. - Ramesh, S. Sanjana Reddy, P. 2006. Sorghum genetic resources, cytogenetics, and improvement. In: Singh R.J. & Jauhar P.P. Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement. Volume 2. Cereals. CRC Taylor & Francis Boca Raton, USA
- ROONEY, W. 2007. Breeding sorghum. In: Acquah G. Principles of Plant Genetics and Breeding. Blackwell publishing USA
- SINGHFAUJDARRAI, K.N. - REDDYBELUM V.S. - DIWAKAR B. 1997. Development of cultivars and seed production techniques in sorghum and pearl millet. Training manual. Training and Fellowships Program and Genetic Enhancement Division, ICRISAT Asia Center, India. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 118 pp.

### Adresa autorov:

Ing. Jiří Hermuth, Ing. Dagmar Janovská, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, e-mail: [hermuth@vurv.cz](mailto:hermuth@vurv.cz), [janovska@vurv.cz](mailto:janovska@vurv.cz)

## Možnosti FT-NIR spektrometrie pro predikci vybraných perspektivních parametrů technologické jakosti pšeničného zrna

### Efficiency of FT-NIR Spectrometry for prediction of selected perspective parameters of technological quality of wheat grain

Václav DVOŘÁČEK - Anna PROHASKOVÁ

*The study was aimed at the application of FT-NIR spectrometry for prediction of current state-of-art wheat grain parameters with relation to bread-making quality. We obtained a high reliability of calibration models ( $R^2 \geq 0.82$ ) for prediction of gliadin content, retention capacity parameters (except retention in milk acid solution) and rheological flour hydration defined by Mixolab system. With exception of calibration models predicting Mixolab parameters - time of dough development and time of dough stability ( $R^2 \leq 0.50$ ), the predictive properties of other calibration models for detection of protein fraction contents (albumins and globulins, glutenins), Mixolab parameters (protein weakening, starch gelatinization, gel stability and retrogradation) as well as SRC-test in milk acid were perspective and varied in the rate of  $R^2$  from 0.66 to 0.81.*

*Key words: FT-NIR spectrometry, SRC-test, rheological analyses, protein fractions*

#### Úvod

Infračervená spektrometrie je optická nedestruktivní analytická metoda patřící do skupiny metod molekulové spektroskopie (Chang et al. 2001). V zemědělské praxi je široce využívanou metodou, pro rychlou predikci výkupních parametrů zrna, při přípravě krmných směsí i v průběhu šlechtitelské činnosti (Jirsa et al. 2008).

Současný vědecko-technický pokrok v oblasti NIR spektrometrie nabízí řadu dalších uplatnění v hodnocení pšeničného zrna. Využití NIR spektrometrie v oblasti nově vyvinutých laboratorních metod zahrnuje širší komplex znaků a přesněji predikuje pekařskou jakost pšenice. K hodnocení využívá např. mikro-reologické systémy zaměřené na vlastnosti lepku (GlutoPeak, Glutograph-E), celkové vlastnosti těsta (systém ReoMixer a Mixolab) a také přímé mikropekařské pokusy (Békés 2003). Pro predikci pečivářské kvality pšenice lze využít metodu SRC-test (Solvent Retention Capacity test) AACC 56-11 z roku 2000, založenou na specifické vaznosti mouky pro příslušný roztok (voda, kyselina mléčná, sacharóza, uhličitán sodný). Protože moderní NIR systémy umožňují i standardní predikci kapalných vzorků, lze je využít pro detekci v řadě extrakčních analýz.

Tato práce byla zaměřena na predikční možnosti současné NIR spektroskopie s Fourierovou transformací (NIR-FT) pro širší soubor perspektivních laboratorních metod, zaměřených na odhad pekařské kvality pšenice s potenciálním využitím v kolekci Genové banky a pro potřeby šlechtění pšenice.

#### Materiál a metody

Hodnocení byla prováděna na vzorcích ozimé pšenice z kolekci Genové Banky Praha, standardně pěstovaných v maloparcelkových pokusech (4,5 m<sup>2</sup>), v období let 2006-2010.

Predikce jednotlivých parametrů vycházely z následujících laboratorních analýz: certifugační vaznosti mouky, SRC-testu (AACC 56-11), reologické analýzy systémem Mixolab (ICC č.173) a z predikce obsahu bílkovinných frakcí metodou dle Osborna (Dvořáček, Čurn 2003).

Pro získání spekter byl využit přístroj Antaris II FT-NIR spektrometr s interferometrem. Vzorky cca 25 g mouky a šrotu (pro frakcionaci bílkovin) byly měřeny v systému difusní reflexe, v rozsahu vlnočtu 4000 – 10 000 cm<sup>-1</sup>. Kapalně vzorky o objemu cca 1 ml byly proměřeny v kyvetě z křemenného skla, o tloušťce 1 mm, v transmisním režimu a stejném spektrálním rozsahu jako v případě pevných vzorků. Sběr a uchovávání získaných dat proběhlo prostřednictvím programem Omnic 7.3. Vývoj kalibračních modelů byl proveden pomocí vícerozměrné statistiky PLS (Partial Least Squares) v programu TQ analyst. Vytvořené kalibrační modely byly popsány následujícími kalibračními kritérii: korelační koeficient kalibrace ( $R_{cal}$ ), standardní chyba kalibrace (SEC), korelace křížové validace ( $R_{cv}$ ), chyba křížové validace (SECV) a chyba predikce (SEP).

#### Výsledky a diskuse

Získané FT-NIR kalibrační parametry pro sledované chemicko-technologické ukazatele shrnuje tabulka 1. S výjimkou obsahu albumino-globulinové frakce vykazovaly kalibrační soubory široký rozsah sledovaných znaků, naznačující odlišnou technologickou jakost zařazených pšeničných vzorků. Kalibrační ukazatele ( $R_{cal}$  a  $R_{cv}$ ) u predikčních modelů oscilovaly na úrovni střední až velmi silné korelace. Vysokou korelaci převyšující hodnotu 0,9 v obou ukazatelích, potvrdily kalibrační rovnice pro predikci parametru vaznost mouky v Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (SRC test), predikci obsahu gliadinů a reologických parametrů vaznosti mouky či viskozity škrobu (C3). Pouze střední hodnota korelačního koeficientu (0,4 – 0,7), v souladu s výsledky Hruškové et al. (2004), byla zjištěna u predikce reologické stability a vývinu těsta (C1). Hodnoty korelačního

koef. kalibrácie ( $R_{cal}$ ) a nezávislejší parameter korelácie krížovej validácie ( $R_{cv}$ ) oscillovaly u ostatných parametrov v rozsazích 0,75 – 0,89.

Základným prístupom pro posouzení kvality kalibrační rovnice vůči predikovanému znaku, je vyhodnocení korelační úrovně, případně kalkulace indexu determinace ( $R^2$ ), který udává kolik procent variability se podařilo modelem vysvětlit. Např. Vasquez et al. (2007) uvádí, že za velmi dobré až excelentní modely lze považovat pouze ty, jejichž  $R^2$  (vypočtený z parametru  $R_{cv}$ ) přesahuje hodnoty 0,82. Pouze orientační schopnost kvantifikace pak mají kalibrace s  $R^2$  v rozsahu 0,66 - 0,81, které odpovídají  $R_{cv}$  v rozsahu hodnot 0,81 – 0,90. V našem případě, lze pak za vysoce spolehlivé modely považovat již zmíněné kalibrace pro predikci obsahu gliadinů, reologické vaznosti mouky a vaznost mouky v roztoku  $Na_2CO_3$  v SRC-testu.

Využitelnost kalibračních modelů z hlediska jejich predikčního potenciálu je ovšem nutno posuzovat individuálně a věnovat pozornost i dalším aspektům, jimiž jsou např.: standardní chyba laboratorního stanovení, podíl validačních vzorků výrazně převyšujících chybu laboratorního stanovení a individuální potřeby uživatele související s přesností jakou potřebuje daný parametr stanovovat. Vhodným příkladem tohoto přístupu je model pro predikci obsahu albumino-globulinové frakce, kde dosažená hodnota  $R_{cv} = 0,77$  zdaleka nespĺňuje požadavky na spolehlivou predikci (Tab. 1). Vyjdeme-li však ze znalosti deklarované standardní chyby laboratorní analýzy ( $\pm 0,2\%$ ), pak je zjištěná hodnota SEP = 0,17 % na maximální možné hranici přesnosti laboratorního stanovení a nižší hodnoty  $R_{cal}$  a  $R_{cv}$  jsou tudíž způsobeny úzkým rozsahem kalibračního souboru tohoto znaku. Pro šlechtitelskou činnost je mnohdy cenné i hrubší třídění sledovaných vlastností či znaků rozdělením na nízkou, střední a vysokou úroveň sledovaného parametru.

Tabuľka 1: Predikční ukazatele kalibračních rovnic (FT-NIR) pro laboratorní parametry hodnocených metod

Test	Znak	N	Ročníky	Rozsah	$R_{cal}$	SEC	$R_{cv}$	SECV	SEP	Faktory
Mixolab	Vaznost mouky	174	2009 – 10	48,0 – 66,0	0,96	0,99	0,92	1,52	1,77	10
	C1 vývin těsta (min)			0,68 – 9,58	0,72	1,43	0,65	1,58	1,58	7
	C2: změknutí bílkovin (Nm)			0,13 – 0,83	0,93	0,04	0,87	0,06	0,05	10
	C1-C2: (Nm)			0,42 – 0,92	0,94	0,04	0,75	0,07	0,07	10
	C3: max. viskozita (Nm)			0,56 – 2,75	0,95	0,13	0,90	0,18	0,21	10
	C3-C4: stabilita gelu (Nm)			-0,48 – 1,27	0,94	0,14	0,82	0,24	0,21	10
	C5-C4: retrogradace (Nm)			-0,29 – 1,88	0,94	0,19	0,86	0,28	0,24	10
	Stabilita těsta (min)			0,75 – 12,55	0,58	2,11	0,46	2,32	2,65	7
SRC-test	SRC – kys. mléčná (%)	235	2009 – 10	83,6 – 175,9	0,99	2,71	0,76	12,50	12,00	14
	SRC – sacharóza (%)			90,1 – 138,8	0,97	2,31	0,83	5,45	5,26	7
	SRC – uhličitan sodný (%)			60,9 – 122,7	0,94	3,49	0,92	4,00	3,63	10
	SRC – voda (%)			48,1 – 86,8	0,94	2,07	0,89	2,77	2,44	10
Bíl. frakce	Albuminy – globuliny (%)	192	2006 – 08	2,92 – 4,39	0,88	0,12	0,77	0,16	0,17	9
	Gliadiny (%)			2,53 – 6,71	0,98	0,13	0,98	0,16	0,20	8
	Celkové Gluteniny (%)			3,31 – 7,89	0,86	0,39	0,81	0,44	0,46	7

## Závěr

Vytvořené kalibrační modely využívající FT-NIR spektrometrii prokázaly vysokou perspektivnost při hodnocení genetických zdrojů pšenice, především v predikci obsahu bílkovinných frakcí, reologické a specifické retenční vaznosti mouky (SRC-test) s výjimkou vaznosti v kyselině mléčné. Sporné je využití modelů pro predikci reologické stability a doby vývinu těsta systémem Mixolab. Kalibrační modely pro ostatní predikované parametry mohou splňovat požadavky šlechtitelů pro screeningové testování raných fází potomstev pšeničných genotypů.

## Literatura:

- BÉKÉS, F. 2003. In: Wheat Gluten Protein Analysis. (ed.) Shewry P.R., Lookhart G.L., 2003, 173-195.  
 CHANG, CH.W. - LAIRD, D.A. - MAUSBACH, M. J., HURBURGH, CH. R. 2001. Soil Sci. Soc. Am. J., 2001 65: 480-490.  
 DVOŘÁČEK, V. - ČURN, V. 2003. Plant Soil Environ., 2003, 49 (3), 99-105.  
 HRUŠKOVÁ, M. - BEDNÁŘOVÁ, M. - MEJDA, P. 2004. Chem. Listy .2004, 98: 423–431.  
 JIRSA, O. - HRUŠKOVÁ, M. - ŠVEC, I. 2008. Journal of Food Engineering. 2008, 87: 21–25.  
 VAZQUEZ, D. - WILLIAMS, P.C. - WATTS, B. 2007. Developments in Plant Breeding, 12, 527-533

**Dedikace:** Prezentované výsledky byly dosaženy za podpory MZe ČR č. 0002700604 a NAZV QI91B095

## Adresa autorov:

Ing. Václav Dvořáček, PhD., Ing. Anna Prohasková; Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Drnovská 507, Praha 6 – Ruzyně 161 06, Česká republika, e-mail: [dvoracek@vurv.cz](mailto:dvoracek@vurv.cz), [prohaskova@vurv.cz](mailto:prohaskova@vurv.cz)

## Akumulácia a translokácia biomasy odrôd pšenice letnej f. ozimnej

### Accumulation and translocation of biomass in winter wheat cultivars

Alžbeta ŽOFAJOVÁ - Pavol HAUPTVOGEL

*With the aim to evaluate cultivars for utilization in organic farming system, pot experiment was established by randomized block design in six replications. Cultivar set consisted of five common (Slovenská B, Renan, 700/19, Naturastar, Capo) and two spelt (Rubiota, line 1/17) winter wheat cultivars. In all evaluated traits significant differences were among cultivars. In plant height values comparable with present cultivars had 700/19, Naturastar, Capo. Positive correlation between plant height and above ground biomass yield was confirmed ( $r=0.831^{++}$ ). The highest grain yield achieved cultivar Naturastar and the lowest one Rubiota. High harvest index was confirmed in cultivars Renan, 700/19, Naturastar. Line 1/17 of spelt wheat achieved nearly in all evaluated traits higher value compared to control Rubiota.*

*Key words: wheat, cultivar, organic farming system*

#### Úvod

Pre zabezpečenie trvalo udržateľného hospodárenia bez zhoršovania životného prostredia, rozvíja sa aj menej intenzívny systém hospodárenia, a to ekologický a *low input* systém, pritom je všeobecne konštatované, že nie sú k dispozícii odrody adaptované na nízke vstupy (Baresel et al. 2005). Odhaduje sa, že viac ako 95 % organickej rastlinnej produkcie je z odrôd, ktoré boli vyšľachtené pre konvenčné poľnohospodárstvo s vysokými vstupmi. Ostatné výskumy ukázali, že takéto odrody nemajú niektoré dôležité znaky, ktoré sa vyžadujú v ekologickom a *low input* systéme hospodárenia a to najmä toleranciu voči stresovým faktorom a limitujúcemu množstvu minerálnych živín. Preto je zdôrazňovaná potreba šľachtenia odrôd vhodných pre ekologický systém pestovania, ktorý však predstavuje malé plochy a preto pre šľachtiteľské firmy je nízka motivácia pre investovanie do takýchto odrôd (Dawson et al. 2008). Zvýšenie úrody v organickom systéme odrodami adaptovanými pre *low input* si bude vyžadovať priamu selekciu v rámci organických systémov, pretože ako ukazujú doterajšie výsledky nepriama selekcia v konvenčnom systéme je málo efektívna (Žofajová, Užík 2012).

Za nižšiu úrodu v ekologickom systéme v porovnaní s konvenčným pestovaním sú čiastočne zodpovedné menej adaptované odrody pšenice. Ekologické a *low input* poľnohospodárstvo vyžaduje geneticky diverzifikované odrody pre zabezpečenie stability úrody aj v menej priaznivých podmienkach. To je jeden z hlavných argumentov, prečo sa odporúča využívať krajové odrody. Organickí farmári v Európe sú aktívni vo výmene osív a pri *in situ* uchovávaní krajových a historických odrôd. V roku 2008 Európska komisia vydala špeciálne nariadenie 2008/62/EC pre uchovávanie takýchto odrôd, nakoľko odroda musí byť registrovaná v oficiálnom katalógu, pokiaľ je osivo predmetom výmeny alebo obchodu v EU (Dawson et al. 2012).

Cieľom výskumu bolo overiť vybrané odrody pšenice letnej a pšenice špaldovej f. ozimná z hľadiska využitia v ekologickom systéme pestovania, prípadne pri tvorbe nových adaptovaných genotypov.

#### Materiál a metódy

V roku 2012 sme v nádobovom pokuse založenom metódou znáhodnených blokov v šiestich opakovaníach skúšali päť odrôd pšenice letnej f. ozimná a dve odrody pšenice špaldovej f. ozimná (*Triticum spelta* L.). Súbor pozostával zo štyroch zahraničných odrôd – Renan (FRA), Naturastar (DEU), Capo (AUT), Rubiota (CSK) (*Triticum spelta* L.) a z troch domácich odrôd – Slovenská B (registrovaná v roku 1946), 700/19 (pšenica s purpurovým osemením, 2. rokom v ŠOS) a SVNKOR 2006-52 línia 1/17 (*Triticum spelta* L.) (v ďalšom texte línia 1/17, pochádza z programu šľachtenia CVRV Piešťany). V kvitnutí sme rastliny z troch opakovaní zozbierali a stanovili hmotnosť nadzemnej biomasy separátne pre stebľa a listy a klasy, čo nám umožnilo výpočet klasového indexu. Počas vegetácie sme pozorovali obligátne znaky (vrátane merania SPAD indexu) a v zrelosti stanovili základné úrodotvorné znaky a úrodu zrna, ktorú sme prepočítali na rastlinu, prípadne na klas.

Údaje sme spracovali programom Statgraphics for Windows.

#### Výsledky a diskusia

Pre analýzu genetickej variability vybraných znakov sme cielene zostavili súbor 5 odrôd pšenice letnej f. ozimnej a 2 odrody pšenice špaldovej f. ozimná (*Triticum spelta* L.). Odrody predstavovali historický súbor odrôd registrovaných od roku 1946 až po súčasnosť. Do súboru boli odrody (spoločné pomenovanie pre všetky genotypy) vybrané pre vysokú kvalitu (Slovenská B), dostatočnú úrodu zrna a vysoký obsah bielkovín aj pri nízkej intenzite N hnojenia (Renan), purpurovú farbu zrna (vysoký obsah antokyanínov, 700/19). V ekologickom poľnohospodárstve v Nemecku a v Rakúsku sú využívané odrody Naturastar a Capo. Pre vysokú nutričnú hodnotu boli vybrané odrody pšenice špaldovej.

Z výsledkov uvádzame hodnoty vybraných znakov, pričom pri všetkých boli významné rozdiely medzi odrodami (Tab. 1). SPAD index, ktorý je nepriamym ukazovateľom obsahu chlorofylu v listoch a je vo vzťahu s obsahom N sa pohyboval od 40,2 do 48,1. Významné rozdiely medzi odrodami podmienili odrody pšenice špaldovej s najnižšími hodnotami SPAD indexu (40,2; 40,5). Vo výške rastlín odrody vytvorili 3 skupiny, medzi ktorými boli významné rozdiely. Najnižšou bola odroda Renan (87,7 cm). Porovnateľnú výšku rastlín so súčasnými u nás pestovanými odrodami mali 700/19, Naturastar a Capo. Najvyššiu výšku rastlín mali historická odroda Slovenská B a odrody pšenice špaldovej ( $\bar{x} = 136$  cm). Klasový index, ktorý je vo vzťahu so sinkom, prípadne s úrodou zrna ( $r = 0,486$ ) bol medzi odrodami významne rozdielny, pričom najvyššie hodnoty mali odrody Slovenská B a Renan ( $\bar{x} = 0,219; 0,228$ ). V hmotnosti nadzemnej biomasy v zrelosti najvyššie hodnoty dosiahli odrody pšenice špaldovej ( $\bar{x} = 12,35$  g), významne sa však nelíšili od ostatných hodnotených odrôd, s výnimkou odrody Renan. Potvrdil sa pozitívny vzťah medzi výškou rastlín a úrodou biomasy ( $r = 0,831^{++}$ ). Úroda zrna prepočítaná na 1 klas bola najvyššia pri odrode Naturastar aj v dôsledku translokácie biomasy do zrna, čo sa v koncentrovanej podobe prejavilo aj vo zvýšení zberového indexu. Najnižšiu úrodu zrna mala špaldová pšenica Rubiota. Línia 1/17 mala porovnateľnú úrodu zrna s ostatnými odrodami pšenice letnej f. ozimná. Odrody Renan, Naturastar a 700/19 mali najvyššie hodnoty zberového indexu a podľa očakávania najnižšie hodnoty dosiahli odrody špaldovej pšenice, pričom vyššiu hodnotu mala línia 1/17, než odroda Rubiota (0,251 verzus 0,227). V súlade s výsledkami, ktoré publikovali Dawson et al. (2008) môžeme potvrdiť, že pre ekologické pestovanie je potrebné selektovať odrody, ktoré sú geneticky diverzifikované. Hodnotené odrody takýto súbor predstavovali.

Tabuľka 1: Priemerné hodnoty vybraných znakov odrôd pšenice letnej f. ozimná (2011/12)

Odroda	SPAD	Výška rastlín (cm)	Klasový index	Hmotnosť nadzemnej biomasy/1 r. (g)	Hmotnosť zrna/klas (g)	Zberový index
Slovenská B	45,9 <sup>bc</sup>	136,3 <sup>cd</sup>	0,219 <sup>c</sup>	10,78 <sup>bc</sup>	1,085 <sup>ab</sup>	0,318 <sup>c</sup>
Renan	48,1 <sup>c</sup>	87,7 <sup>a</sup>	0,228 <sup>c</sup>	7,40 <sup>a</sup>	1,082 <sup>ab</sup>	0,378 <sup>d</sup>
700/19	48,0 <sup>c</sup>	103,1 <sup>b</sup>	0,172 <sup>b</sup>	9,60 <sup>b</sup>	1,245 <sup>b</sup>	0,424 <sup>d</sup>
Naturastar	45,3 <sup>bc</sup>	99,0 <sup>b</sup>	0,152 <sup>ab</sup>	10,08 <sup>b</sup>	1,794 <sup>c</sup>	0,397 <sup>d</sup>
Capo	44,3 <sup>b</sup>	103,9 <sup>b</sup>	0,176 <sup>b</sup>	11,00 <sup>bc</sup>	1,087 <sup>ab</sup>	0,307 <sup>bc</sup>
Rubiota	40,2 <sup>a</sup>	142,1 <sup>d</sup>	0,154 <sup>ab</sup>	12,51 <sup>c</sup>	0,803 <sup>a</sup>	0,227 <sup>a</sup>
Línia 1/17	40,5 <sup>a</sup>	129,0 <sup>c</sup>	0,132 <sup>a</sup>	12,20 <sup>c</sup>	1,019 <sup>ab</sup>	0,251 <sup>ab</sup>
$\bar{x}$	44,6	114,4	0,176	10,51	1,159	0,329
LSD <sub>0,05</sub>	3,600	9,278	0,026	1,840	0,414	0,057

Medzi priemerami (v rámci stĺpca) označenými rovnakými písmenami nie sú štatisticky významné rozdiely

## Záver

V diverzifikovanom súbore odrôd sme verifikovali a potvrdili hodnoty úrodovných znakov a úrody zrna odrôd pšenice letnej f. ozimná doporučených pre pestovanie v ekologickom poľnohospodárstve. V tomto smere nádejnu sa javí aj línia 1/17 pšenice špaldovej, ktorá v porovnaní s odrodou Rubiota takmer vo všetkých znakoch vykázala lepšie hodnoty.

**Pod'akovanie:** Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0197-10

## Literatúra

- BARESEL, J.P.- ZIMMERMANN, G. - REENTS, H.J.: Effects of genotype and environment on N uptake and N partition in organically grown winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in Germany. *Euphytica*, 163, 2008, pp. 347-354
- DAWSON, J.C. - MURPHY, K.M. - JONES, S.S.: Breeding for nitrogen use efficiency in organic wheat systems. *Cultivating the Future Based on Science: 2nd Conference of the International Society of Organic Agriculture Research ISOFAR, Modena, Italy, June 18-20, 2008.*
- DAWSON, J.C. - SERPOLAY, E. - GIULIANO, S. - SCHERMANN, N. - GALIC, N. - CHABLE, V. - GOLDRINGER, I.: Multi-trait evolution of farmer varieties of bread wheat after cultivation in contrasting organic farming systems in Europe. *Genetica*, 140, 2012, pp. 1-17
- ŽOFAJOVÁ, A. - UŽÍK, M.: Pšenica pre ekologický spôsob pestovania. *Naše pole*. - ISSN 1335-2466. - Roč.16, č.10 (2012), s. 20-21.

## Adresa autorov:

Ing. Alžbeta Žofajová, PhD., Ing. Pavol Hauptvogel, PhD. CVRV Piešťany - Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská 122, 921 01 Piešťany, e-mail: [zofajova@vurv.sk](mailto:zofajova@vurv.sk), [hauptvogel@vurv.sk](mailto:hauptvogel@vurv.sk)



## Sida obojpohlavná – spôsoby zakladania porastu

### Virginia Fanpetals – methods of field establishment

Marcela GUBIŠOVÁ – Alžbeta ŽOFAJOVÁ – Katarína BOJNANSKÁ – Jozef GUBIŠ

*Sida hermaphrodita (L.) Rusby is a potential energy plant for growing in Slovakia. Species is native in North America, but it is cultivated in Russia and Poland for several decades. Plants can be reproduced vegetatively or by seeds. Seeds are characteristic by hard seed coat, and problem must be solved via scarification. In our experiment we scarified seeds by immersion in sulphuric acid, and germination percentage after 20-min treatment was 96%. Vegetative propagation was also tested, and propagation via rhizome segments was more effective in comparison with stem segments. Plants established from rhizomes reached height 144 cm in the first year of growing. The caloric value of plant biomass was 18.19 MJ kg<sup>-1</sup>.*

*Key words: biomass, energy plant, scarification, seed germination, sida, Virginia mallow*

#### Úvod

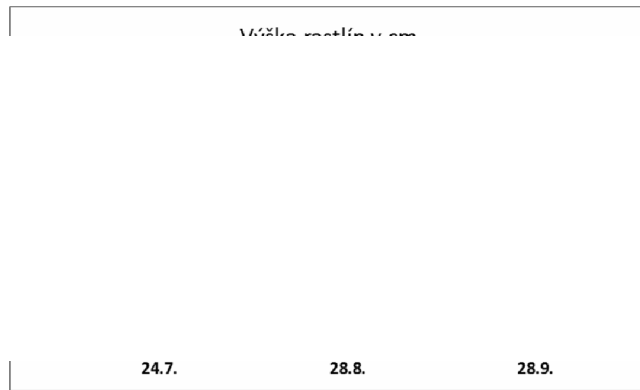
Pestovanie plodín charakteristických vysokou produkciou biomasy predstavuje obnoviteľný zdroj energie a má nesmierny význam pre udržateľný rozvoj poľnohospodárstva. Medzi takéto plodiny patria aj introdukované druhy. Na Slovenku sa rozširuje najmä pestovanie ozdobnice (*Miscanthus giganteus*), pozornosť sa však obracia aj na, pre Slovensko novú perspektívnu rastlinu, sidu obojpohlavnú (*Sida hermaphrodita (L.) Rusby*; angl. Virginia Mallow alebo Virginia Fanpetals, česky vlákeň oboupohlavná).

Sida obojpohlavná je viacročnou plodinou z čeľade slezovitých (*Malvaceae*) s multifunkčným využitím ako krmna, energetická, technická, medonosná a pôdoochranná plodina. Tiež je využívaná na výrobu celulózy a papiera. Borkowska a Wardzinska (2003) potvrdili aj jej fytoimediačné účinky, keď pri pestovaní na čistiarenských kaloch došlo k úbytku kobaltu, železa a niklu v substráte. Sida pochádza zo Severnej Ameriky, kde sa vyskytuje predovšetkým v údoliach riek a jazier. Pôvodné, divorastúce rastliny mali výšku 1,2 až 1,8 m a boli využívané ako krmne a priadne rastliny. Rastliny sidy boli introdukované z USA do európskej časti bývalého Sovietskeho zväzu v 30. rokoch a do Poľska v 50. rokoch minulého storočia (Borkowska a Styk, 2006). V súčasnosti pestovaná sida má drevnaté 2,5 až 3,5 m vysoké stonky a dlaňovito delené listy. V druhom až treťom roku má rastlina 8 až 12 výhonov. V úžľabí listov sa nachádzajú cudzoopelivé kvety bielej až svetlo ružovej farby usporiadané v súkvetí metlina, plodom je drobná tobolka s 5 až 9 drobnými semenami. Je príbuznou bavlníku, s tým rozdielom, že je trvalou rastlinou mierneho pásma, ktorá môže byť pestovaná 20 až 25 rokov na jednom mieste. Porast môže byť založený zo semien, koreňových odrezkov alebo zo stonkových odrezkov. Bolo zistené, že morenie osiva má pozitívny vplyv na úrodu biomasy (už v druhom roku pestovania) (Borkowska a Molas 2012).

Podľa údajov z roku 2008 v Poľsku bola sida v poradí šiestou najpestovanejšou pôdohospodárskou energetickou plodinou (výmera 96 ha). V súčasnosti pestované porasty sidy dosahujú pri 2-3 zberoch ročne na zeleno úrodu 40-80 t.ha<sup>-1</sup>. Pri využití na energetické účely je biomasa sidy pri viacerých zberoch počas vegetácie vhodná na výrobu bioplynu a pri jednom zbere na spaľovanie alebo spracovanie na biopalivo. V závislosti na hustote rastlín, metóde založenia porastu, pôdnych a poveternostných podmienkach môže pri zbere 1-krát ročne priemerná úroda sidy počnúc druhým rokom pestovania dosiahnuť 12 až 20 t.ha<sup>-1</sup> sušiny. Výhrevnosť sa udáva v rozsahu 14-19 MJ.kg<sup>-1</sup>, z 1 ha je možné ročne očakávať 220 – 360 GJ energie. V skorom štádiu rastu (pred tvorbou kvetných púčikov), nadzemná časť je tmavo zelená a obsahuje cenné zložky ako bielkoviny, aminokyseliny, vitamín C, karotén a iné dôležité látky. Zloženie je podobné ako pri lucerne, čo naznačuje dobrú kvalitu krmiva. Na začiatku kvitnutia začínajú byť dominantnými celulóza a lignín a na konci vegetácie je v sušine stoniek viac ako 50 % celulózy.

Experimentálna časť – množenie rastlín sidy obojpohlavnej

V roku 2012 sme prvýkrát v záhrade Centra výskumu rastlinnej výroby Piešťany pestovali rastliny sidy. Porast sme založili z koreňových odrezkov (pôvodom z Poľska) dňa 4.6.2012. Ich udatelnosť bola 90 %. Vzhľadom na nízke zrážky počas vegetácie sme primeranú pôdnu vlhku zabezpečili doplnkovou závlahou. Najvyšší nárast vo výške rastlín sidy sme zaznamenali medzi mesiacmi júl a august (nárast o 79 cm, obr. 1). Rastliny ukončili rast do výšky koncom septembra a ku koncu vegetácie vytvárali najmä bočné výhony. Už v prvom roku vegetácie niektoré rastliny mali 3 až 5 výhonov. Koncom júla sme v úžľabí listov pozorovali prvé súkvetia a kvety začali kvitnúť 10.8. Kvitnutie trvalo dlhé obdobie (takmer do konca vegetácie) a rastliny boli hojne navštevované včelami. V zhode s doterajším popisom sidy môžeme potvrdiť aj dlhé obdobie dozrievania a zberu semien od 9.10. do 22.11. Hmotnosť 1000 semien sa pohybovala od 3,89 do 4,58 g.



Obrázok 1: Výška rastlín sidy obojpohlavnej v 1. roku pestovania

Porasty, ako bolo uvedené vyššie, je možné zakladať aj výsevom semien, popisujú sa však problémy s nízkou klíčovosťou súvisiacou s vysokým zastúpením tvrdých semien. Tento fakt sme potvrdili i v našich podmienkach, keď z výsevu semien v r. 2012 bola zistená vzhádzavosť 3,4 – 8 %, pričom plocha bola po výseve zavlažovaná. Problém tvrdosemennosti je nutné riešiť skarifikáciou semien. Pri side boli popísané dva spôsoby skarifikácie – horúcou vodou (fyzikálna skarifikácia) a kyselinou sírovou (chemická skarifikácia). Poľskí autori (Dolinski et al. 2007; Dolinski 2009) uvádzajú, že skarifikácia horúcou vodou (ponorenie semien do horúcej vody na niekoľko sekúnd) bola najúčinnnejšia pri teplotách 80 a 90°C, kde pozorovali zvýšenie klíčovosti zo 14,5 na 87,5 %. Pri skarifikácii v kyseline sírovej udávajú zvýšenie klíčovosti na 55-75,5 %. Z ich výsledkov však vyplýva, že po skarifikácii horúcou vodou a následnom uskladnení semien tieto strácajú klíčovosť, čo neplatí pri skarifikácii v kyseline sírovej. USDA (United States Department of Agriculture) odporúča ovplyvnenie semien sidy horúcou vodou, uvádzajú však klíčovosť takto ošetrovaných semien iba 34 %.

Pri semenách zozbieraných z rastlín pestovaných v r. 2012 v záhrade CVRV Piešťany sme zisťovali klíčovosť a zastúpenie tvrdých semien. Pre optimalizáciu skarifikácie boli semená skarifikované 10 a 20 min. v koncentrovanej kyseline sírovej. Po skarifikácii bolo zisťované opätovne zastúpenie tvrdých semien. Klíčovosť semien bola sledovaná pri vzorkách skarifikovaných v kys. sírovej po dobu 20 min., pričom časť semien bola morená moridlom s účinnými látkami carboxin a thiram. Výsledky sú uvedené v tabuľke 1. Z výsledkov je zrejmé, že skarifikácia v kys. sírovej po dobu 10 min. nie je postačujúca. Zo semien skarifikovaných 20 min. naklíčilo na filtračnom papieri po 3 dňoch 94 % semien, morené semená mali klíčovosť nižšiu o 12 % (Tab. 1).

Tabuľka 1: Hodnotenie zastúpenia tvrdých semien a klíčovosti semien pri *Sida hermaphrodita*. Semená boli zberané z 1-ročných rastlín.

Hodnotený parameter	Priemer ± smerodajná odchýlka
Zastúpenie tvrdých semien (%)	60,0 ± 17,0
Zastúpenie tvrdých semien po 10 min. skarifikácii v H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%)	23,3 ± 19,1
Zastúpenie tvrdých semien po 20 min. skarifikácii v H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%)	6,0 ± 6,0
Klíčovosť skarifikovaných semien	94,0 ± 6,0
Klíčovosť skarifikovaných, morených semien*	81,7 ± 14,4

\*účinné látky carboxin a thiram

Overili sme aj možnosť vegetatívneho rozmnožovania sidy odrezkami z nadzemnej časti rastlín. Na rozmnožovanie sme použili vyzreté odrezky zo stoniek. Odrezky sme odobrali v neskorom termíne vegetácie 15.10., avšak vo fáze, kedy rastliny ešte intenzívne vegetovali. Neskorý odber odrezkov sme zvolili z dôvodu neskorej výsadby rastlín. Odrezky sme vytriedili na tri kategórie: z bazálnych častí stoniek, zo strednej časti stoniek a vrcholové odrezky. Získali sme 55 odrezkov, ktoré sme založili do rašelinového substrátu a zakoreňovali v kultivačných podmienkach pri teplote 24 °C. Dopestovali sme 6 rastlín, čo predstavuje uateľnosť 10,9 %. Rastliny sme získali len z odrezkov zo strednej a bazálnej časti stonky, pričom uateľnosť týchto dvoch kategórií bola rovnaká. Podobne bolo overené zakladanie porastu z koreňových odrezkov. Korene 1-ročných rastlín sme nastrihali na segmenty dlhé 10 - 15 cm a roztriedili sme ich do 3 kategórií (Tab. 2). Horizontálne sme ich vysadili do debničky s rašelinovým substrátom. Získali sme rastliny, ich počet a regenerácia rastlín z koreňov je uvedená v tabuľke 3. Kujawski et al. (1997) popisujú zakladanie porastov z rizómov, kde odporúčajú používanie segmentov o hrúbke min. 1 cm a dĺžke 25 cm s viditeľnými púčikmi. Z našich výsledkov sa dá predpokladať, že môžu byť použité i menšie segmenty, čím sa dá získať väčší počet individuálnych rastlín.

Tabuľka 2.: Množenie sidy obojpohlavnej koreňovými odrezkami. Kategórie odrezkov: 1 – hrúbka 10 mm a viac s rozvíjajúcimi sa púčikmi, 2 – hrúbka 10 mm bez viditeľných púčikov, 3 – hrúbka menej ako 8 mm bez viditeľných púčikov.

Kategória koreňových segmentov	Počet vysadených koreňových segmentov	Počet vzídených rastlín
1	9	12
2	14	13
3	8	6

Rastliny sidy pestované v záhrade CVRV boli analyzované na obsah uhlíka, dusíka, síry, popola a výhrevnosť. Hodnoty meraných parametrov sú uvedené v tabuľke 3. Z porovnania s *Miscanthus giganteus* mala sida porovnateľné parametre výhrevnosti, mala však vyšší obsah popola aj síry. Výsledky možno považovať za orientačné, nakoľko pri side boli analyzované mladé, 1-ročné rastliny, pri ozdobnici išlo o 3-ročné rastliny.

Tabuľka 3: Analýza kvalitatívnych parametrov biomasy *Sida hermaphrodita* v porovnaní s *Miscanthus giganteus*. Analýzy vykonalo Národné lesnícke centrum - Centrálné lesnícke laboratórium, Zvolen.

Hodnotený parameter	Sida	Miscanthus
Celkový uhlík (%)	44,4	50,2
Celkový dusík (%)	0,510	0,357
Celková síra (%)	0,143	0,086
Celkový vodík (%)	5,27	5,89
Obsah popola (%)	3,17	1,62
Spalné teplo (MJ kg <sup>-1</sup> )	18,19	19,36
Výhrevné teplo (MJ kg <sup>-1</sup> )	16,94	18,0

**Pod'akovanie:** Výskum bol podporený MPRV SR v rámci projektu „Inovácie pestovateľských systémov v udržateľnej rastlinnej výrobe v meniacich sa podmienkach prostredia“.

## Literatúra

- BORKOWSKA, H., MOLAS, R.: Two extremely different crops, Salix and Sida, as sources of renewable bioenergy. *Biomass and Bioenergy*, 36, 2012, pp. 234-240.
- BORKOWSKA, H., STYK, B.: Virginia fanpetals (*Sida hermaphrodita* Rusby). Cultivation and use. Second edition 2006, Agricultural Academy of Lublin publishing house.
- BORKOWSKA, H., WARDZINSKA, K.: Some effects of *Sida hermaphrodita* R. Cultivation on Sewage Sludge. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2003, Vol. 12, no. 1, pp. 119-122.
- DOLINSKI, R., KOCIUBA, W., KRAMEK, A.: influence of short treatment with hot water, chemical scarification and gibberelic acid on germination of virginia mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) seeds. *Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych*, 2007, No. 517, pp. 139-147.
- DOLINSKI, R.: Wplyw dzialania goracej wody, chemicznej skaryfikacji i czasu przechowywania na kielkowanie nasion slazowca pensylwanskiego (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) [Influence of treatment with hot water, chemical scarification and storage time on germination of Virginia fanpetals (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) seeds]. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin*, 2009, no. 251, pp. 293-303
- KUJAWSKI, J., WOOLSTON, L.D., ENGLERT, J.M.: Propagation of Virginia Mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) from Seeds, Rhizomes (Virginia). *Restoration & Mgt Notes*, 1997, 15: 2, pp. 193-195.

## Adresa autorov:

Mgr. Marcela Gubišová, Ing. Alžbeta Žofajová, PhD., Ing. Katarína Bojnanská, Ing. Jozef Gubiš, PhD., CVRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, e-mail: [gubisova@vurv.sk](mailto:gubisova@vurv.sk), [zofajova@vurv.sk](mailto:zofajova@vurv.sk)

## Rozdíly v stresových reakcích na sucho v potomstvu rostlin ječmene odvozených z křížení tolerantního a citlivého rodičovského genotypu

### Differences in responses on drought stress in barley progeny derived from tolerant and sensitive parents

Veronika SLABÁ - Ludmila HOLKOVÁ - Pavlína SMUTNÁ

*The barley plants of F4 generation with different level of drought tolerance were subjected to gradual desiccation. The progeny was developed from a reciprocal cross between two parent varieties with contrast morphological features. In nine terms, we evaluated RWC and Dhn4 gene expression as a marker of intensity of the stress protective reaction. Although the changes of RWC were very similar during desiccation, we were able to distinguish genotypes with the different level of drought tolerance according to their Dhn4 gene expression. Tadmor and F4 progeny of plants with better growth parameters showed more intensive expression of Dhn4 gene, mainly in the latest stages of plant desiccations.*

*Key words: barley, Dhn4, COR/LEA genes, drought tolerance, drought stress*

#### Úvod

V klimatických podmínkách České republiky se v posledních letech sucho projevuje nižší hladinou spodní vody po zimních obdobích bez sněhových srážek a současně prodlužováním bezsrážkových období. Tato situace negativně ovlivňuje také pěstování a produkci ječmene jarního. Vzhledem k tomu, že rozdíly v citlivosti k suchu jsou v rámci středoevropských šlechtitelských materiálů malé, jsou jako genetické zdroje tolerance k suchu navrhovány genotypy pocházející ze suchých oblastí středního východu, severní Afriky nebo Austrálie, které se vyznačují dobrou adaptací na extrémně suché podmínky (Forster et al., 2004). Mechanismy těchto adaptačních procesů jsou však zaměřeny především na vlastní přežití rostlin v extrémně suchých podmínkách a negativně ovlivňují výnosovou úroveň i kvalitu (např. Tuberosa 2012). Z těchto důvodů se v komerčních šlechtitelských programech přímo nevyužívají, lze je však použít pro rozšíření variability šlechtitelských materiálů.

Cílem této práce bylo porovnání rozdílů ve stresové reakci na sucho na úrovni exprese genu *Dhn4* u rodičovských genotypů s odlišnou úrovní tolerance k suchu a ověření možnosti využití těchto rozdílů při hodnocení úrovně tolerance k suchu u potomstva odvozeného z jejich reciprokého křížení.

#### Materiál a metody

Pro porovnání stresové reakce na náhlé sucho ve vegetativní fázi byly hodnoceny rostliny 2 rodičovských odrůd Tadmor (výběr ze syrské krajové odrůdy Arabi Aswad) a Jersey (sladovnická odrůda s vyšší citlivostí k suchu) a potomstvo čtyř rostlin, po dvou z každého reciprokého křížení (TxJ, JxT) generace F4 s kontrastními morfologickými znaky (JxT/5, JxT/51 a TxJ/5, TxJ/4).

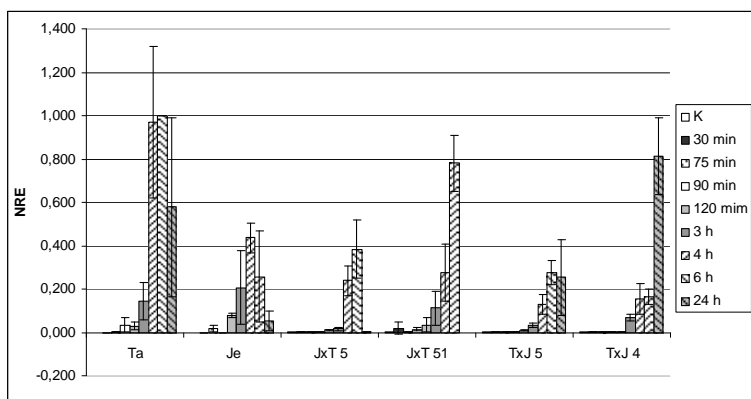
Obilky byly vysety do truhlíků s perlitem a pěstovány hydroponicky v živném roztoku MS při 12 hodinové fotoperiodě při teplotách 20°C/17°C, do fáze čtvrtého pravého listu. Pak byly rostliny vytaženy z truhlíků a osušeny na filtračním papíru. Vzorky listových pletiv byly odebírány v 9 časových intervalech (K, 30 min, 75 min., 90 min., 120 min., 3 h, 4 h, 6 h a 24 h usychání rostlin). V jednotlivých odběrech bylo hodnoceno RWC (Relative water content) a úroveň exprese genu *Dhn4* (Mikulková et al., 2009).

Izolace RNA, syntéza cDNA a qPCR byly provedeny za pomoci komerčních kitů podle standardních protokolů. Transkripční aktivita byla hodnocena jako normalizovaná relativní exprese vypočítaná dle Pfaffl et al., (2001).

#### Výsledky a diskuze

Postup usychání hodnocený pomocí RWC byl u všech testovaných genotypů velice podobný. Usychání rostlin probíhalo v několika fázích. První větší pokles (asi o 10 %) byl zaznamenán mezi 90 a 120 min usychání. V této fázi byl detekován také nástup exprese sledovaného genu *Dhn4* (obr.1). Největší rozdíly mezi genotypy se projeví mezi 4-6 hod usychání, kdy odrůda Jersey vykazovala o 5-10 % nižší hodnoty RWC než Tadmor a většina testovaných potomstev.

V průběhu usychání byla u tolerantní odrůdy Tadmor sledována vysoká exprese *Dhn4* zvláště v pozdější fázi stresu, na rozdíl od méně tolerantní odrůdy Jersey. U potomstva rostlin, které vykazovaly lepší výnosotvorné prvky v polních podmínkách, byla podobně jako u Tadmoru detekována vyšší úroveň exprese genu *Dhn4* v pozdějších fázích stresu, ale hodnoty nedosahovaly úrovně rodičovského genotypu Tadmor. Rychlejší reakce a intenzivnější ochranná reakce na stress bývá typická pro tolerantnější genotypy (např. Suprunova et al., 2004; Park et al., 2006). U odrůdy Tadmor však byla v předchozích experimentech zaznamenána vyšší úroveň exprese dehydrinových genů spíše v pozdějších fázích stresu (Mikulková et al., 2009) a současně nižší hladina kyseliny abscisové (Melišová et al., 2011). Jedná se pravděpodobně o součást adaptace této odrůdy na specifické stresové podmínky místa původu.



Obr. 1 Hodnocení normalizované relativní exprese genu *Dhn 4* v průběhu usychání rostlin rodičovských odrůd Tadmor a Jersey a jejich potomstva (F4) z reciprokého křížení

### Závěr

Naše předběžné výsledky prezentované v této práci ukazují na možnost využití syrské odrůdy ječmene Tadmor jako zdroj vyšší tolerance k suchu. Jednou z možností, jak sledovat úroveň tolerance k suchu v potomstvu odvozeném z křížení této odrůdy s genotypy evropských sladovnických ječmenů, by mohlo být hodnocení exprese dehydrinového genu *Dhn4* za řízených stresových podmínek.

**Poděkování:** Tato práce byla finančně podpořena projektem Interní grantové agentury MENDELU TP4/2013.

### Literatura

- FORSTER, B.P. – ELLIS, R.P. – MOIR, J. – TALAMÈ, V. – SANGUINETI, M.C. – TUBEROSA, R. – THIS, D. – TEULAT-MERAH, B. – AHMED, I. – MARIY, S.A.E. – BAHRI, H. – EL OUAHABI, M. – ZOUMAROU-WALLIS, N. – EL-FELLAH, M. – BEN SALEM, M.: Genotype and phenotype associations with drought tolerance in barley tested in North Africa. *Ann. Appl. Biol.*, 144: 157–168. 2004.
- MELIŠOVÁ, L. – HOLKOVÁ, L. – BRADÁČOVÁ, M.: Sledování vlivu obranné reakce rostlin vůči suchu na některé výnosotvorné prvky ječmene. *Kvasný průmysl*. 57: 190–195. 2011.
- MIKULKOVÁ, P. – HOLKOVÁ, L. – HRONKOVÁ, M. – KLEMŠ, M. – BRADÁČOVÁ, M.: Efficiency of Different Laboratory Methods for Selection of Drought tolerant Barley Genotypes. *Cereal Research Communications* 37: 277–280. 2009.
- PARK, S.Y. – NOH, K.J. – YOO J.H. – YU, J.W. – LEE, B.W. – KIM, J.G. – SEO, H.S. – PEAK, J.G.: Rapid upregulation of Dehydrin3 and Dehydrin4 in response to dehydration is a characteristic of drought-tolerant genotypes in barley. *Journal of Plant Biology* 49: 455–462. 2006.
- PFÄFFL M.: A new mathematical model for relative quantification in real-time RTPCR. *Nucleic Acids Res.* 29: (9): 166–222. 2001.
- SUPRUNOVA, T. – KRUGMAN, T. – FAHIMA, T. – CHEN, G. – SHAMS, I. – KOROL, A. – NEVO, E.: Differential expression of dehydrin genes in wild barley, *Hordeum spontaneum*, associated with resistance to water deficit. *Plant, Cell and Environment* 27: 1297–1308. 2004.
- TUBEROSA, R.: Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. *Frontiers in Physiology* :3(347): 1-26. 2012.

### Adresa autorov:

Veronika Slabá, RNDr. Ludmila Holková, Ph.D., Dr. Ing. Pavlína Smutná, Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství, MENDELU, Zemědělská 1, 61300 Brno, e-mail: [holkova@mendelu.cz](mailto:holkova@mendelu.cz)

## Edukačné a praktické využitie nových učebných textov pri mapovaní genetických zdrojov rastlín polymorfizmom enzýmov

### Educational and practical utilisation of new textbooks in the mapping of plant genetic resources by enzyme polymorphism

Pavol MÚDRY

*In the last three decades ince reasing demand for the proteomic and genomic study led me to write and publish the new text books for university students and those who are interesting in life sciences and agricultural practice. The main aim of these text books is to give university students adequate literature sources for enzyme polymorphism analyses and their genetic interpretation, research workers and scientists mediate collection of standardized methodologies for theoretical and practical uses.*

*Key words: text books, isoenzymes, plants, genetic resources, electrophoresis, molecular markers, proteomics, genomics*

#### Úvod

Súčasná generácia absolventov univerzitných smerov štúdia biológie, biochémie a biotechnológie bude pôsobiť v 21 storočí, ktoré bude poznamenané intenzívnym výskumom a využívaním poznatkov proteomiky, genomiky a metabolomiky. Je zrejmé, že biotechnológie sa stanú významnou výrobnou silou aj v poľnohospodárskej výrobe. Koncentrácia poľnohospodárskej výroby vedie k nižšej zamestnanosti v danej oblasti národného hospodárstva, čo má do určitej miery za následok aj menšie zainteresovanie a poznanie problematiky rastlinnej výroby dnes už aj u mládeže vyrastajúcej na dedine. Tento trend je možné čiastočne eliminovať aj adekvátnou prípravou učiteľov, ktorí majú možnosť vplývať na profesionálnu orientáciu žiakov a študentov. K tomu sú však potrebné aj vhodné učebnice a učebné texty.

Významným aspektom poľnohospodárskej výroby je, ale v budúcnosti aj bude jej kvalita. Posledné dva roky dávajú za pravdu, že v podmienkach trhového mechanizmu je naivné očakávať, že na trhu budú iba kvalitné potraviny a poľnohospodárske komodity, z ktorých sa vyrábajú. Iba krajiny, ktoré majú dostatočné kontrolné mechanizmy, ku ktorým patria aj metodologické postupy analýz za pripravený tím ich aj zrealizovať, sa môžu účinne brániť. V oblasti rastlinnej výroby musí byť kvalita zabezpečená už na úrovni garancie odrodovej identity a stability a k tomu je potrebné poznanie rozsahu diverzity zárodnočnej plazmy genetických zdrojov na úrovni molekulárnych markérov, ku ktorým patria aj izoenzýmy.

Cieľom nových učebných textov je: poskytnúť študentom bakalárskeho, magisterského i doktorandského štúdia, adekvátny študijný materiál k metodológii analýzy polymorfizmu enzýmov poľnohospodárskych plodín a k jeho genetickej interpretácii a vedeckým pracovníkom sprostredkovať súbor štandardizovaných a neštandardizovaných metodologických postupov analýzy polymorfizmu enzýmov.

#### Materiál a metódy

Metodológia analýzy polymorfizmu enzýmov rastlín je rozpracovaná z teoretického i praktického hľadiska v učebných textoch 1 (Múdry 2011), v ktorých sú spracované kapitoly ako výber biologického materiálu k analýzám, extrakcia a homogenizácia vzoriek, príprava tlmivých roztokov, príprava škrobových gélov, farbenie zón enzýmovej aktivity, vyhodnocovanie a uchovávanie izozymogramov (fingerprintov) a najčastejšie nedostatky a ich odstraňovanie pri analýzách polymorfizmu enzýmov metódou horizontálnej elektroforézy na škrobomom géle. Učebné texty 2 (Múdry 2012) sú venované konkrétnym štandardizovaným i neštandardizovaným metodologickým postupom analýzy kukurice siatej (*Zea mays* L.), slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.), sóje fazuľovej (*Glycine max* [L.] Merr.), hrachu siateho (*Pisum sativum* L.), cíceru baranieho (*Cicer arietinum* L.), hrachora siateho (*Lathyrus sativus* L.), láskavca metlinatého (*Amaranthus cruentus* L.), kostravy trsteníkovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.), mätonohu trvácemu (*Lolium perenne* L.) a ďateline plazivej (*Trifolium repens* L.). Metodologicky je riešený polymorfizmus tých enzýmov, ktorých diverzita našla praktické uplatnenie v rastlinnej výrobe: kyslá fosfatáza (ACP, E.C. 3.1.3.2), alkoholdehydrogenáza (ADH, E.C. 1.1.1.1), diaforáza (DIA, E.C. 1.6.99.2),  $\beta$ -glukozidáza (GLU, E.C. 3.2.1.21), glutamát-oxaloacetyltransamináza (GOT, E.C. 2.6.1.1), izocitrátdehydrogenáza (IDH, E.C. 1.1.1.42), malátdehydrogenáza (MDH, E.C. 1.1.1.37), jablčný enzým (ME, E.C. 1.1.1.40), manóza-6-fosfátizomeráza (MPI, E.C. 5.3.1.8), 6-fosfoglukonátdehydrogenáza (PGD, E.C. 1.1.1.44), fosfoglucoizomeráza (PGI, E.C. 5.3.1.9), fosfoglukomutáza (PGM, E.C. 2.7.5.1), peroxidáza (PRX, E.C. 1.11.1.7) ašikimátdehydrogenáza (SKD, E.C. 1.1.1.25).

#### Výsledky a diskusia

V oboch učebných textoch sú uvedené výsledky dlhoročnej experimentálnej práce na poli polymorfizmu enzýmov, hlavne v kapitole "Niektoré príklady využitia polymorfizmu enzýmov v biológii", kde sú použité ako príklady štatistického vyhodnocovania analýz. Uvedené sú výsledky variability genotypov krajových populácií kukurice, frekvencií alel v analyzovaných polymorfných lokusoch, hodnotenia priemerného počtu

alel v enzýmovom lokuse, polymorfizmu za celý súbor lokusov, heterozygotnosti lokusov, zhlukovania a relatívnej genetickej vzdialenosti genotypov atď. Cenným prínosom učebných textov 2 je sústredenie štandardizovaných i neštandardizovaných metodológií analýz polymorfizmu enzýmov pre plodiny, pri ktorých využívanie polymorfizmu nachádza uplatnenie priamo hlavne v poľnohospodárskom výskume a praxi. Vzhľadom na skutočnosť, že v slovenskom jazyku nie je adekvátna literatúra k danému výskumu, učebné texty 1 prinášajú metodologické poznatky, ktoré umožňujú vyvarovať sa mnohých chybných krokov pri týchto manuálne dosť náročných analýzach. V oboch učebných textoch je uvedené všetko podstatné, čo je potrebné vedieť pre úspešné zvládnutie analýz až po praktické využitie ich výsledkov. Je pochopiteľné, že rozsah poznania a využívania polymorfizmu enzýmov vo svetovom meradle nemôže byť úplne obsiahnutý v učebných textoch. Preto ani nemôžu a ani nie je cieľom, aby konkurovali súborným zahraničným publikáciami, ktoré sú výsledkami prác mnohých vedeckých tímov (Acquaah 1992, Soltis a Soltis 1989, Tanksley a Orton 1983a, b).

## Záver

Zvýšený záujem o štúdium proteomiky v posledné tri dekády a intenzívny výskum polymorfizmu enzýmov viedli k napísaniu učebných textov s cieľom sprístupniť metodológiu, vyhodnocovanie analýz polymorfizmu enzýmov hlavných poľnohospodárskych plodín a ich využitie v praxi. Učebné texty sú určené hlavne pre študentov bakalárskeho, magisterského i doktorandského štúdia, ale aj pre všetkých, ktorí sa zaujímajú o využitie problematiky v rôznych aplikačných rovinách. Text je riešený netradične s presným uvádzaním citovanej literatúry a bol publikovaný v elektronickej podobe. Postup krokov k sprístupneniu je nasledovný: Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, Veda a výskum, Elektronická knižnica, Učebné texty a on-line kurzy alebo na stránkach GOOGLE.

**Pod'akovanie:** Výskum k napísaniu učebných textov bol podporený riešením štátnych úloh, projektov a grantov MP SR, Vedeckej grantovej agentúry MŠ SR a Slovenskej akadémie vied VEGA: VEGA č. 2/0109/09, úloha RVT 27-11, projekt č. 2003 SP27/0280D01/0280D01, APVT projekt č. 20-017002 a N 05-529-913-01-03

## Literatúra

- ACQUAAH, G. 1992: Practical Protein Electrophoresis for Genetic Research. Dioscorides Press, Portland, Oregon, 1992, 186 s. ISBN 0-931146-22-4.
- MÚDRY, P. 2011. Polymorfizmus enzýmov rastlín v biológii a v biotechnológii. 1. Časť Metodológia elektroforetickej separácie izoenzýmov. Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity, Trnava, [Vysokoškolské učebné texty], 2011, 71 s. ISBN 978-80-8082-502-7.
- MÚDRY, P. 2012. Polymorfizmus enzýmov v rastlín v biológii a v biotechnológii. 2. Časť. Návody na praktické cvičenia a úlohy. Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity, Trnava, [Vysokoškolské učebné texty], 2012, 74 s. ISBN 978-80-8082-559-1.
- SOLTIS, D. E. - SOLTIS, P. S. 1989: Isozymes in plant biology. Dioscorides Press, Advances in plant Sciences Series Volume 4, Dudley, T. R. (Ed.), 1989, 269 s. ISBN 0-931146-13-5.
- TANKSLEY, S. D. - ORTON, T. J. (Eds.) 1983a: Isozymes in Plant Genetics and Breeding, Part A, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, 516 s. ISBN 0-444-42226-9.
- TANKSLEY, S. D. - ORTON, T. J. (Eds.) 1983b: Isozymes in plant genetics and breeding, Part B, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, 1983, s. 295-328.

## Adresa autora:

RNDr. Pavol Múdry, CSc., Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra biológie, Priemyselná 4, P.O. Box č. 9, 918 43 Trnava, e-mail: [pmudry@truni.sk](mailto:pmudry@truni.sk)

## Mapovanie genetických zdrojov láskavca (*Amaranthus* sp. L.) polymorfizmom enzýmov

### The mapping of amaranth (*Amaranthus* sp. L.) gene pool by enzyme polymorphism

Pavol MÚDRY - Michaela ŠTEFÁNIKOVÁ – Lenka MARTINKOVÁ - Iveta ČIČOVÁ

*The proteomic study, breeding and practical utilization of amaranths led us to investigate the second collection of fifty six genetic resources from Gene Bank of Slovak republic at Piešťany. For enzyme multiplicity of ACP, ADH, CAT, DIA, GLU, GOT, IDH, MDH, PGD, PGI and PGM methodology of horizontal starch gel analysis we have used. Our investigation confirmed monomorphism for ACP, DIA, GOT and PGD. The enzyme polymorphism was detected for ADH, IDH, PGI, PGM and MDH and decreased in order MDH, PGM > PGI > ADH and IDH. No enzymatic activity we have found for GLU in all seedling samples. Separation of CAT isoforms was not too unambiguous but was indicating monomorphism for all samples. We need devote further attention to this problem.*

*Key words: Amaranthus sp., isoenzymes, genetic resources, horizontal starch gel electrophoresis, molecular markers*

#### Úvod

Posledné tri desaťročia v rastlinnej výrobe sú poznamenané významnými zmenami v základnom i v aplikovanom výskume. Súčasťou týchto zmien je aj poznávanie biochemických charakteristík získaných proteomickým, genomickým a metabolickým výskumom. K proteomickému výskumu patrí aj výskum polymorfizmu enzýmov poľnohospodárskych plodín, ktorého stav na Slovensku bol zhodnotený a prezentovaný v práci (Múdry 2010).

V tomto období sa dostáva podstatne viac priestoru aj tvorbe genofondu poľnohospodársky nedocenených plodín ku ktorým patria aj genotypy láskavca. V súčasnosti v Génovej banke SR v Piešťanoch je sústredených a uchovávaných pre ďalšie generácie 101 odrôd láskavca. Tento genofond by mal byť využiteľný hlavne v šľachtení, vo výskume a vo výrobnej praxi. K tomuto úsiliu by malo prispieť aj poznanie jeho biochemickej diverzity. Stav výskumu a poznania polymorfizmu enzýmov láskavcov vo svete sme zhodnotili a názorovú nejednotnosť na praktické využitie rozsahu diverzity zárodočnej plazmy analyzovaných súborov, resp. genofondov sme uviedli v predošlých prácach (Múdry a Gajdošová 2009, Múdry et al. 2011). Analýzy polymorfizmu enzýmov prvej časti genofondu (40 odrôd) sme uskutočnili v rokoch 2011-2012. Vyhodnotenie analýz je uvedené v práci Múdry a Čičová (2012).

Hlavné ciele výskumu boli: získať obraz o rozsahu diverzity zárodočnej plazmy druhej časti genofondu láskavcov z Génovej banky SR na základe analýzy polymorfizmu enzýmov najčastejšie študovaných vo vzťahu k poľnohospodárskym plodinám, porovnať dosiahnuté výsledky s dosiahnutými výsledkami v zahraničí a vybrať enzýmy pre ďalšie analýzy celého genofondu láskavcov s najväčšou variabilitou v analyzovaných vzorkách s cieľom určenia zvláštnych polymorfných lokusov využiteľných pre rôzne experimentálne ciele.

#### Materiál a metódy

Výskum a experimentálnu prácu sme zrealizovali v roku 2012 – 2013. Analýzy polymorfizmu enzýmov sme uskutočnili na 56 genetických zdrojoch láskavca z celkovej kolekcie Génovej banky SR v Piešťanoch (kurátorom odrôd je Ing. Iveta Čičová, PhD.). Analyzované boli nasledovné odrody: 369, 1008, AO-29, AO-30, K 261/1, K 261/2, K 283, K 343, 29 USA, P 373, A-29, A-32, A-47, A-70, A-75, A-102, D70-1, Pop 39, Pop 44, RRC 377, RRC 399, RRC 895, RRC 924, RRC 943, RRC 1023, RRC 1024, RRC 1196, RRC 1198, RRC K116, Ames 2032, Ames 2212, Ames 5141, Burgundy, Don Armando, Elbruz, Fichá, 17- GUA, Kamerun, Lider, Niqua-alergia-chang, Oscar Blanco, 5DF109, 5DF110, 5DF111, K 112, K 227, K 436, AMAR-2D, VR-163, CAC 48 A, PI 603895, Coyo (PI 511703), Elephant Head, Kerala Red (PI 566897), TIBET (PI 590992), ZHEN PING (PI 590991). Analýzy polymorfizmu enzýmov sme uskutočnili na trojdňových klíčencoch láskavcov. Rast klíčencov prebiehal v termostate a analyzovaný bol polymorfizmus kyslej fosfatázy (ACP, E.C. 3.1.3.2), alkoholdehydrogenázy (ADH, E.C. 1.1.1.1), diaforázy (DIA, E.C. 1.6.99.2),  $\beta$ -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), fosfoglukoizomerázy (PGI, E.C. 5.3.1.9) a fosfoglukomutázy (PGM, E.C. 2.7.5.1). Pre porovnanie mobility zón enzymatickej aktivity láskavcov s mobilitou zón aktivity enzýmov časti koleoptily bol použitý extrakt z päťdňovej koleoptily dvojlíniového hybridu kukurice (Sc 3098 x 3150, Sempol Holding, Trnava, Slovenská republika) pestovanej za tých istých kultivačných podmienok. Podrobná a experimentálne nami overená metodológia horizontálnej elektroforézy na škrobovom géle je opísaná v prácach Múdry a Gajdošová (2009) a Múdry et al. (2011). Metodológia je mierne modifikovaná metóda autorov Stuber et al. (1988).



## Výsledky a diskusia

V rokoch 2012-2013 sme zrealizovali analýzy polymorfizmu enzýmov 56 genetických zdrojov láskavca. Zastúpenie druhov bolo nasledovné: *A. cruentus* L. (18 odrôd), *A. caudatus* L. (15), *A. hypochondriacus* L. (11), *A. paniculatus* L. (1), *A. graecizans* L. (1), *A. hybridus* L. (7), *A. hypochondriacus* x *A. hybridus* (1) a neidentifikovaný druh (2).

Z analýz polymorfizmu 11 druhov enzýmov v súbore 56 genetických zdrojov láskavca (2. časť genofondu láskavcov) vyplynuli nasledovné zistenia: vo vzorkách nebola zaznamenaná žiadna aktivita GLU, genetické zdroje boli monomorfné v ACP, DIA, GOT a PGD, polymorfizmus sme zaznamenali pre ADH (dva fenotypy, A fenotyp – 55 genetických zdrojov, B fenotyp 1 genetický zdroj), IDH (dva fenotypy, A –1, B – 55), MDH (štyri fenotypy, B - 50, C – 4, D – 1, E – 1), PGI (dva fenotypy, A –3, B – 53) a PGM (štyri fenotypy, A – 10, B – 11, C – 34 a D – 1 genetický zdroj), najväčšiu polymorfnosť sme zaznamenali pre PGM a MDH a potom klesala v poradí PGI > ADH a IDH a analýzy polymorfizmu CAT poukazujú na monomorfnosť jednou rozsiahlou škrvnou. Napriek tomu sa ešte bude musieť tomuto enzýmu venovať zvýšená analytická pozornosť. Výsledky do značnej miery korešponujú s výsledkami publikovanými vo vedeckej literatúre, i keď v analyzovanom súbore sme nezaznamenali všetky publikované varianty polymorfizmu študovaných enzýmov.

Oproti výsledkom, ktoré sme získali analýzami polymorfizmu enzýmov prvej časti genofondu (Múdry a Čičová 2012), došlo k poklesu fenotypových prejavov v MDH (z piatich na štyri), PGI (z troch na dva) a v PGM (zo štyroch na tri).

## Záver

Analýzou polymorfizmu jedenástich enzýmov druhej časti genofondu láskavca sme zistili, že enzým GLU nevykazoval v analyzovaných vzorkách kľúčencov detekovateľnú aktivitu, enzýmy ACP, DIA, GOT a PGD boli monomorfné. Polymorfia bola zaznamenaná pre enzýmy ADH (2 fenotypy), IDH (2), MDH (4), PGI (2) a PGM(4). Problematickejšia je analýza polymorfizmu enzýmov CAT, ktorá zatiaľ nebola publikovaná, a ktorej ešte budeme musieť venovať zvýšenú analytickú a interpretačnú pozornosť. Zatiaľ všetky analyzované vzorky dokumentujú monomorfiiu. V blízkej budúcnosti vyhodnotíme a budeme publikovať variabilitu polymorfizmu enzýmov celého genofondu láskavcov. Posúdime a dáme aj odporúčanie na možnosti využitia polymorfizmu enzýmov pre výskumné a praktické ciele.

**Pod'akovanie:** Výskum bol podporený Vedeckou grantovou agentúrou MŠ SR a Slovenskou akadémiou vied VEGA (projekt č. 1/0513/13).

## Literatúra

- MÚDRY, P. 2010. Dvadsať rokov výskumu polymorfizmu enzýmov poľnohospodárskych plodín na Slovensku – výsledky, ich aplikácia a perspektívy. In *Hodnotenie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo*. Zb. zo 17. vedeckej konferencie. CVRV Piešťany, 2010, s. 140-141. ISBN 978-80-89417-23-0.
- MÚDRY, P. – ČIČOVÁ, I. 2012. Perspektívy mapovania slovenského genofondu druhov rodu láskavec (*Amaranthu* ssp.) polymorfizmom enzýmov. In ŠUDYOVÁ, V. (Ed.): *Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín*, Zborník z 19. medzinárodnej vedeckej konferencie, CVRV Piešťany, 2012, s. 76-77. ISBN 978-80-89417-41-4.
- MÚDRY, P. - GAJDOŠOVÁ, A. 2009. Metodológia analýzy polymorfizmu enzýmov druhov rodu láskavec (*Amaranthus* sp. L.) pre účely genetiky, šľachtenia a semenárstva. In *Zb. zo 16. vedeckej konferencie, Centrum výskumu rastlinnej výroby*, Piešťany, 2009, s. 27-30, ISBN 978-80-89417-04-09.
- MÚDRY, P. – HRICOVÁ, A. – LIBIAKOVÁ, G. - GAJDOŠOVÁ, A. 2011. Methodological approaches to simple enzyme polymorphism analyses of amaranth species (*Amaranthus* sp.). In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 57, 2011, no. 1, s. 1-11. DOI: 10.2478/v10207-011-0001-4.
- 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 (*Zeamays* L.). In *Technical Bulletin*, 1988, North Carolina Agric. Res. Service, North Carolina State University, Raleigh, no. 286, s. 1-87.

## Adresa autorov:

RNDr. Pavol Múdry, CSc., Bc. Michaela Štefániková, Bc. Lenka Martinková, Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra biológie, Priemyselná 4, P.O. Box č. 9, 918 43 Trnava, e-mail: [pmudry@truni.sk](mailto:pmudry@truni.sk), Ing. Iveta Čičová, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, e-mail: [cicova@vurv.sk](mailto:cicova@vurv.sk)

## Molekulární analýzy stresové reakce linií pšenice adaptovaných na podmínky nedostatku vláhy

### Molecular analyses of drought stress reaction in wheat lines adapted to water limited conditions

Eva TRUHLÁŘOVÁ - Lenka PROKEŠOVÁ - Ludmila HOLKOVÁ - Pavlína SMUTNÁ

*The aim of this work was to identify differences in wheat seedlings response to drought stress. The intensity of plant cell protective mechanisms can be evaluated on the physiological and molecular level. In our work, the stress response was evaluated by RWC (Relative Water Content), proline content and the relative expression of WDHN13 and WAB15 genes from the COR/LEA group. The evaluation included 2 varieties of winter wheat grown in the Czech Republic and 3 Syrian lines from ICARDA potentially highly tolerant to drought. The more tolerant varieties repeatedly showed an earlier onset and/or a higher level of the expression of genes from the COR/LEA group. The Czech varieties had high RE level of WAB15 gene and proline content, while Syrian lines had lower RE level of WAB15 gene and proline content. The more tolerant Meritto variety exhibited an earlier activation of the WDHN13 gene and at the same time a high RE level of the same gene.*

*Key words:* winter wheat, COR/LEA genes, drought tolerance

#### Úvod:

Pro rozšíření genetické variability se využívají genetické zdroje tolerance pocházející z oblastí s pravidelným výskytem suchých období. Techniky molekulární genetiky umožňují zefektivnit šlechtitelský program, přesto se i nadále využívá morfologické a fyziologické hodnocení. Suchovzdornost je kvantitativně založený znak s komplexním fenotypovým projevem, který se vyznačuje nízkou heritabilitou a vysokou interakcí genotypu a prostředí (Fleury et al., 2010). Keyan (2010) vysvětluje zjištěné rozdíly mezi některými genotypy lepší schopností absorbovat vodu z půdy nebo lepší schopností zabránit ztrátám vody. V případě nedostatku vody je rostlina schopna regulovat osmotický tlak (OA) akumulací určitých látek (např. prolin, sacharidy, proteiny ze skupiny dehydrinů), což se projeví na udržení turgoru a vyššího relativního obsahu vody v listech (RWC). Genotypy, které jsou odolnější suchu, mají v suchých podmínkách vyšší relativní obsah vody v listech. Rostliny dobře zásobené vodou mají RWC mezi 90-100 %, hodnoty okolo 70 % indikují silný stres. Prolin díky své amfipatické povaze je při dehydrataci schopen zadržovat vodu v buňkách (Wang et al., 2003). V posledních letech jsou pro hodnocení citlivosti rostlin vůči abiotickému stresu využívány také postupy vycházející z hodnocení exprese ochranných genů ze skupiny Cor/Lea (Holková et al., 2009). Cílem této práce bylo najít rozdíly několika genotypů pšenice ozimé s odlišnou citlivostí vůči suchu, které by mohly sloužit ve šlechtitelských programech jako zdroj vyšší tolerance k suchu.

#### Materiál a metodika

Pro porovnání stresové reakce na náhlé suchu v růstové vegetativní fázi byly vybrány dvě odrůdy pšenice ozimé českého původu Etela a Meritto (Meritto v polních pokusech vykazovalo vyšší toleranci k suchu, Etela nižší) (Smutná and Ryšková, 2012) a tři syrské linie s potenciálně vysokou odolností vůči suchu S53 (IG 142 397), S46 (IG 142 780) a S30 (IG 142 688). Syrské linie byly získány opakovaným zpětným křížením hexaploidní syntetické linie SW2 s jarní odrůdou CHAM6. Proces šlechtění je popsán v práci Valkouna (2001). Tyto linie byly získány z kolekce genových zdrojů pšenice uchovávané na VÚRV v.v.i. Praha. Vybrané tři linie vykazaly vyšší úroveň tolerance k mrazu i suchu ve vegetačním období 2011/2012 v polních podmínkách.

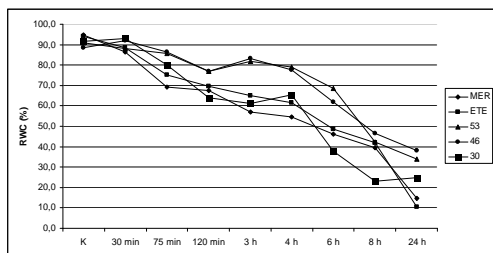
Rostliny byly pěstovány v truhlíku s perlitem v režimu 12 hod. dne (21 °C/17 °C) až do stádia 4 listu, poté byly vytaženy ze substrátu a ponechány volnému usychání v laboratorních podmínkách. Rozdíly mezi genotypy v reakci na vodní stres byly hodnoceny pomocí RWC (Relative water contents) dle Truhlářová et al., (2012). Vzorky byly odebírány v 8 časových intervalech od vytažení z perlitu: 30 min, 75 min, 2h, 3h, 4h, 6h, 8h, 24h. Izolace RNA, syntéza cDNA a qPCR byly provedeny za pomoci komerčních kitů dle Truhlářová et al., 2012. Normalizovaná relativní exprese genů (NRE) byla počítána dle Pfaffl (2001) proti referenčnímu genu ubiquitin. Spektrofotometrické stanovení prolinu bylo provedeno dle Jiménez-Bremont et al., (2006).

#### Výsledky a diskuze

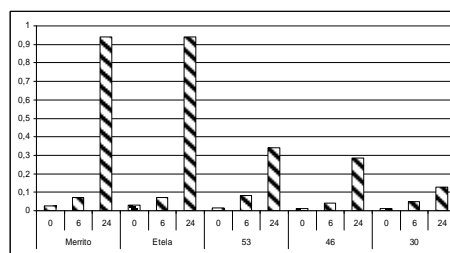
Z našich hodnocených genotypů (obrázek 1) si po dobu vysychání dokázaly udržet vyšší hodnotu RWC nad 70 % až do 4 hodin od vytažení z truhlíku syrské linie 53 a 46. U třetí syrské linie 30, stejně jako u Meritta a Etely, poklesla hodnota RWC pod 70 % již po 2 hodinách. Dle Kamoshita et al., (2008) je schopnost genotypu udržet vyšší RWC spojená s vyšší odolností vůči suchu.

Nástup aktivity genu *WDHN13* (obrázek 3) se projevil nejdříve u odrůdy Meritto a udržel se po celou dobu na vyšší úrovni než ostatní odrůdy/linie. K výraznému nástupu aktivity genu *WDHN13* došlo u syrských linií 53 a 46 až po 6 hodinách. U odrůdy Etela a syrské linie 30 zůstala aktivita genu *WDHN13* po celou dobu na nižší úrovni. Aktivita genu *WAB15* (obrázek 3), stejně jako obsah prolinu (obrázek 2),

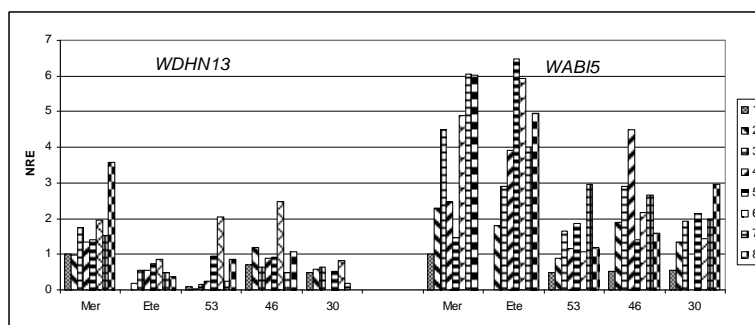
rozdělilo odrůdy na české s vyšší aktivitou genu *WABI5* i vyšší hodnotou prolinu po 24 hodinách a syrské s nižší aktivitou genu *WABI5* i nižší hodnotou prolinu po 24 hodinách.



Obrázok 1: Hodnocení RWC usychajících rostlin



Obrázok 2: Hodnocení prolinu 0, 6h a 24h



Obrázok 3: Hodnocení normalizované relativní exprese (NRE) genu *WDHN13* a *WABI5* v průběhu postupného usychání rostlin pšenice ozimé; porovnání reakce 5 různých odrůd /linie s odlišnou citlivostí k suchu

## Závěr

V podmínkách tohoto experimentu se jako nejvíce tolerantní genotyp s nejvyšší úrovní NRE genu *WDHN13* projevila odrůda Meritto. České odrůdy se od syrských linií odlišily úrovní NRE genu *WABI5* a také obsahem prolinu. Syrské linií 53 a 46 měly nejpomalejší nástup stresové reakce podmíněný pomalejší ztrátou vody z listových pletiv. Syrská linie 30 se v našem experimentu projevila jako nejméně tolerantní ke stresu suchem. Nízká exprese genu *WDHN13* u odrůdy Etela může souviset s nižší tolerancí této odrůdy k suchu v polních podmínkách (Smutná and Ryšková, 2012).

**Poděkování:** Výzkum byl finančně podpořen projektem IGA Mendelu IP 6/2013.

## Literatura:

- FLEURY, D. - JEFFERIES, S. - KUCHEL, H. - LANGRIDGE, P.: Genetic and genomic tools to improve drought tolerance in wheat. *J. Exp. Bot.* 61 (12): 3211–3222. 2010.
- HOLKOVÁ, L. - PRÁŠIL, I. T. - BRADÁČOVÁ, M. - VÍTÁMVÁS, P. - CHLOUPEK, O.: Screening for frost tolerance in wheat using the expression of dehydrine genes *Wcs120* and *Wdhn13* at 17 °C. *Plant Breed.* 128: 420–422. 2009.
- JIMÉNEZ-BREMONT, J. F. - BECERRA-FLORA, A. - HERNÁNDEZ-LUCERO, E. - RODRÍGUEZ-KESSLER, M. - ACOSTA-GALLEGOS, J.A. - RAMÍREZ-PIMENTEL, J. G.: Proline accumulation in two bean cultivars under salt stress and the effect of polyamines and ornithine. *Biologia Plant.* 50(4): 763–766. 2006.
- KAMOSHITA, A. - BABU, R.C. - BOOPATHI, N.M. - FUKAI, S.: Phenotypic and genotypic analysis of drought-resistance traits for development of rice cultivars adapted to rainfed environments. *Field Crops Res.* 109: 1–23. 2008.
- PFÄFFL, M. W.: A new mathematical model for relative quantification in real-time RT-PCR. *Nucleic Acids Res* 29: 2002–2007. 2001.
- SMUTNÁ, P. - RYŠKOVÁ, T.: Evaluation of stress susceptibility in winter wheat varieties using drought tolerance indices. *Növénytermelés* 61, Supplement: 41–44. 2012.
- TRUHLÁŘOVÁ, E. - KLIMEŠOVÁ, J. - RYŠKOVÁ, T. - MILOTOVÁ, J.: Hodnocení stresové reakce rostlin několika odrůd pšenice ozimé s různou odolností vůči suchu pomocí vybraných fyziologických a morfolozických parametrů. *Úroda*. [CD-ROM]. In *Úroda*. sv. 9/2012, s. 224 – 228. 2012.
- VALKOUN, J. J.: Wheat pre-breeding using wild progenitors. *Euphytica* 119: 17–23. 2001.
- WANG, W. - VINOCUR, B. - ALTMAN, A.: Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218(1): 1–14. 2003.

**Adresa autorov:** Ing. Eva Truhlářová, Lenka Prokešová, RNDr. Ludmila Holková, Ph.D., Dr. Ing. Pavlína Smutná, Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství, MENDELU, Zemědělská 1, 61300 Brno e-mail: [eva.truhlarova@mendelu.cz](mailto:eva.truhlarova@mendelu.cz)

## Huby prirodzene napadajúce semená hospodársky významných rastlín

### Natural occurrence of seed-borne fungi of agricultural important crops

Martin PASTIRČÁK

*This study concerns the diversity of filamentous fungi associated with seeds of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in Slovakia. In total 19 genera of micromycetes were found on winter wheat seeds. Spectrum of mycoflora contains parasitic and saprophytic fungal genera. The prevalence of seed-borne fungi on winter wheat seeds was *Alternaria*, *Bipolaris*, *Fusarium*, *Epicoccum*, *Papularia*, *Nigrospora* and *Penicillium*.*

*Key words: Triticum, seed-borne fungi, Fusarium*

#### Úvod

Medzi hospodársky významné plodiny na území Slovenska pestované pre účely produkcie surovín pre potravinárstvo a výživu človeka patria obilniny (*Triticum*, *Secale*, *Hordeum*). Mikroskopické huby patria medzi najvýznamnejšie biotické agensy ovplyvňujúce produkciu rastlín. Podieľajú sa na rôznych fytopatologických prejavoch v rôznych vývinových štádiách. V procese kontaminácie primárnej produkcie významnú úlohu zohráva prenos biotických agensov najmä parazitických mikroskopických húb počas reprodukčného procesu: prenos patogéna zo súkvetia (klasu obilnín) na semeno (zrno). Približne 72 % z organizmov, ktoré atakujú semená rastlín patrí k mikroskopickým hubám (Richardson, 1996). Semená plodín sú kolonizované širokým spektrom mikroskopických húb k najčastejším patria huby rodov *Alternaria*, *Cladosporium*, *Helminthosporium*, *Fusarium*, *Septoria*, *Stagonospora*, *Penicillium*, *Phomopsis*, *Pythium*, *Rhizopus* alebo *Mucor* (Dawood, 1982). Celkovo môže ísť až o 70 rodov mikroskopických húb, ktoré sú schopné parazitovať na semenách rastlín (Champion, 1997; Malone, Muskett, 1997; Watanabe, 2002). Hubové patogény, ktoré sú schopné kolonizovať semená rastlín a tým zabezpečujú svoj transport na novú rastlinu, t.j. semenom prenosné patogény (*seed-borne pathogens*) predstavujú riziko kontaminácie osiva. Okrem hnilobných procesov, ktoré sprevádzajú infekčný proces, väčšina hubových patogénov pri procese kolonizácie rastlinného pletiva produkuje sekundárne metabolity (Placinta et al., 1999). Cieľom tejto práce je charakterizovať druhové zloženie mikroflóry zrna pšenice ozimnej v agroekologických podmienkach Slovenska.

#### Materiál a metódy

Na štúdium mikroskopických húb sme použili vzorky zrna pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum* L.) rastúcej na produkčných plochách (rok 2009 - 30 vzoriek, rok 2010 - 11 vzoriek, ) na území Slovenska. Vzorky (jedna vzorka obsahovala 100 zrn) zrna boli hodnotené na prítomnosť mikroskopických húb v *in vitro* podmienkach (PDA agar, teplota 22±2°C, povrchová sterilizácia 5% SAVO). Izoláty mikroskopických húb boli identifikované pomocou štandardnej svetelnej mikroskopie (OLYMPUS BX51, OLYMPUS SZ61) na základe makroskopických a mikroskopických charakteristík s použitím manuálov v súčasnosti používaných pre identifikáciu húb (Nelson et al., 1983, Malone, Muskett, 1997; Watanabe, 2002).

#### Výsledky a diskusia

Zrná obilnín sú počas vegetačného obdobia atakované viacerými skupinami mikroskopických húb z rôznych systematických skupín a to najmä zo skupín imperfektných húb (*Deuteromycetes*) a vreckatých húb (*Ascomycetes*). Z nich najdôležitejšie sú huby rodu *Septoria* a *Stagonospora* (*Septoria tritici*, *Stagonospora nodorum* a *Stagonospora avenae*) spôsobujúce ekonomicky významné ochorenia klasov a zrna pšenice (Cunfer, Ueng, 1999); huby rodu *Fusarium* (napr. *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*) (Parry et al., 1995) a huby rodu *Tilletia* (*T. caries*, *T. controversa*) spôsobujú ochorenie nazývané *bunt* alebo *dwarf bunt*, ktorého prejavom je snetivosť zrn. Na Slovensku sa problematike zameranej na hodnotenie výskytu mikroskopických húb parazitujúcich na zrnách obilnín už v minulosti venovala pozornosť (Tančinová, et al., 2001; Hudec, Roháčik, 2003). Symptómy napadnutia zrna mikroskopickými hubami sa prejavujú najmä zmenou tvaru a zafarbenia zrna. V podmienkach *in vitro* sme zo zrna pšenice z roku 2009 izolovali 18 rodov a v roku 2010 sme izolovali 14 rodov mikroskopických húb (Tab. 1), z toho najčastejšie sme izolovali huby *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Fusarium* sp., *Epicoccum purpurascens*, *Aspergillus* sp., *Pyrenophora* sp., *Bipolaris sorokiniana*, *Trichoderma* sp., *Nigrospora* sp., *Sordaria* sp., *Papularia* sp. a huby rodu *Chaetomium*. Súhrnné údaje o spektre rodov mikroskopických húb izolovaných zo zrna pšenice ozimnej z územia Slovenska v rokoch 2009 a 2010 sú uvedené v tabuľke č. 1.

#### Záver

Ochorenia spôsobované hubami, ktoré sú často prenášané zrnom obilnín sa prejavujú symptomatickým odumieraním kľúčnych rastlín, hnednutím a škrvnitnosťou listov, stoniek a klasov. Výsledkom štúdia výskytu

Tabuľka 1: Druhové spektrum húb izolovaných zo zrna pšenice (N – počet analyzovaných vzoriek; N kon – počet vzoriek v ktorých bol identifikovaný daný rod mikroskopických húb; priemer (%) – priemerná hodnota výskytu mikr. húb v študovaných vzorkách; max (%) – maximálna zistená hodnota kontaminácie hubami; min (%) – minimálna zistená hodnota kontaminácie hubami v študovanom súbore vzoriek pšenice).

rod	Rok 2009					Rok 2010				
	N	N kon	priemer	max	min	N	N kon	priemer	max	min
<i>Acremonium</i>	30	1	12,0	12,0	12,0	-	-	-	-	-
<i>Alternaria</i>	30	30	29,1	46,2	17,1	11	11	35,1	46,5	23,5
<i>Arthobotrys</i>	30	2	2,7	3,5	1,9	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus</i>	30	23	5,8	32,1	0,9	11	6	3,4	4,9	1,2
<i>Bipolaris</i>	30	11	2,3	6,4	0,9	11	3	4,4	6,3	1,4
<i>Cladosporium</i>	30	14	6,1	10,9	1,1	11	10	3,8	8,6	1,4
<i>Epicoccum</i>	30	27	9,4	31,4	1,3	11	9	4,3	10,9	1,1
<i>Fusarium</i>	30	21	3,2	8,9	0,9	11	8	2,5	5,5	1,1
<i>Chaetomium</i>	30	1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-
<i>Microdochium</i>	30	1	3,0	3,0	3,0	11	3	1,3	1,4	1,2
<i>Nigrospora</i>	30	10	4,2	8,3	1,9	11	8	12,4	19,8	3,6
<i>Papularia</i>	30	14	7,6	17,9	1,9	11	4	4,3	7,1	2,5
<i>Phoma</i>	30	1	12,0	12,0	12,0	-	-	-	-	-
<i>Penicillium</i>	30	18	4,8	18,7	0,9	11	10	4,3	8,6	1,2
<i>Rhizopus</i>	30	11	1,8	3,7	0,9	11	4	2,2	2,9	1,1
<i>Pyrenophora</i>	30	30	36,4	62,1	7,4	11	11	31,4	40,7	22,2
<i>Septoria</i>	-	-	-	-	-	11	2	4,7	5,6	3,8
<i>Sordaria</i>	30	12	4,4	13,7	0,9	11	2	2,6	2,7	2,5
<i>Trichoderma</i>	30	4	7,1	11,3	1,3	-	-	-	-	-
sterilné mycélium	30	21	4,7	11,1	1,1	11	8	6,5	12,3	2,2

semenom prenosných mikroskopických húb kultiváciou zrn pšenice letnej formy ozimnej v *in vitro* podmienkach sme charakterizovali rodové spektrum mikroskopických húb zo 41 vzoriek zrna pšenice ozimnej zbieranej počas rokov 2009-2010. K najvýznamnejším rodom z hľadiska fytopatológie patrili huby rodu *Alternaria*, *Bipolaris*, *Fusarium* a *Pyrenophora* často spájané s hnilobou kľúčnych rastlín.

**Pod'akovanie:** Táto práca vznikla za finančnej podpory projektu VSMP-P-0056-09 „Charakteristika odrôd a novošľachtení pšenice letnej f. ozimnej z hľadiska rezistencie k vybraným patogénom a potravinárskej kvality“.

## Literatúra

- CUNFER, B.M. - UENG, P.P. 1999: Taxonomy and identification of *Septoria* and *Stagonospora* species on small-grain cereals. Annu. Rev. Phytopathol. 37: 267-284.
- DAWOOD, M.K.M., 1982: Seed-borne fungi, especially pathogens, of spring wheat. Acta Mycologica.18: 83-112.
- HUDEC, K. - ROHÁČIK, T., 2003: *Fusarium* spp. and *Microdochium nivale* infestation of asymptomatic wheat kernels in Slovakia. Cereal Res. Commun. 31(3-4): 415-420.
- MALONE, J.P. - MUSKETT, A.E. 1997: Seed-borne fungi. Description of 77 fungus species. The International Seed Testing Association, 191 pp.
- NELSON, P.E. - TOUSSON, T.A. - MARASAS, W.F.O., 1983: *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. Pennsylvania state University Press.
- PARRY, D.W. - JENKINSON, P. - MCLEOD, L., 1995: Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals-A review. Plant Pathol. 44: 207-238.
- PLACINTA, C.M. - D'ELLO, J.P.F. - MACDONALD, A.M.C. 1999: A review of worldwide contamination of cereal grains and animal feed with *Fusarium* mycotoxins. Anim. Feed Sci. Technol. 78: 21-37.
- RICHARDSON, M.J., 1996: Seed mycology. Mycol. Res. 100(4): 385-392.
- TANČINOVÁ, D. - KAČÁNIOVÁ, M. - JAVOREKOVÁ, S., 2001: Natural occurrence of fungi in feeding wheat after harvest and during storage in the agricultural farm facilities. Biologia 56(3): 247-250.
- WATANABE, T. 2002: Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. CRC Press, 432 p.

## Adresa autora:

Mgr. Martin Pastirčák, PhD., CVRV Piešťany, Bratislavská cesta 122, SK-921 68 Piešťany, Slovensko, e-mail: [pastircak@vurv.sk](mailto:pastircak@vurv.sk), [uefemapa@hotmail.com](mailto:uefemapa@hotmail.com)

## Modifikovaná metodológia analýzy polymorfizmu enzýmov genofondu ovsa (*Avena sp. L.*)

### The modified methodology of oat (*Avena sp. L.*) gene pool by enzyme polymorphism analysis

Pavol MÚDRY – Aneta STRAŇÁKOVÁ – Marina HAVRAN

*In this work, the slightly modified methodology of horizontal starch gel electrophoresis by Stuber et al. (1988) and their feasibility for investigation of enzyme polymorphism of ACP, ADH, CAT, DIA, GLU, GOT, IDH, MDH, PGD, PGI and PGM we have tested. Our results showed monomorphism for all enzymes and ten varieties of oat (*Avena sativa L.*). No activity for GLU in samples from seeds was detected. Isozymograms for this group of enzymes to be analysed are not of the same quality. We would like to utilize these methodological steps for analysing enzyme polymorphism of Slovak oat genetic resources in future.*

*Key words: oat (*Avena sp. L.*), isoenzymes, genetic resources, horizontal starch gel electrophoresis, methodology*

#### Úvod

V rozpätí rokov 1990 – 2013 sme študovali metodológiu a uskutočnili analýzy polymorfizmu enzýmov desiatich poľnohospodársky významných plodín s cieľom poznať diverzitu ich zárodočnej plazmy pre využitie v teoretickej a aplikačnej rovine (Múdry 2010). Jednou z obilnín, ktorá z pohľadu štúdia polymorfizmu enzýmov bola intenzívnejšie študovaná v 80-tych a 90-tych rokoch minulého storočia (hlavne USA a Španielsko), je ovos. V práci autorov Gonzáles-Andrés et al. (2005) je riešený polymorfizmus enzýmov na extirpovaných embryách 26 populácií ovsa z genofondu španielskej génovej banky. Všetky enzýmy vykazovali významný rozsah polymorfizmu. Hlavné dôvody, ktoré nás viedli k riešeniu metodológie analýzy polymorfizmu enzýmov v zmesných vzorkách zo zhomogenizovaných zŕn je poznanie rozsahu diverzity zárodočnej plazmy genofondu ovsa, za hodnotenie a uchovanie ktorého zodpovedá CVRV, VŠS Víglaš-Pstruša. Hozlár et al. (2012) uvádzajú, že v súčasnosti slovenská kolekcia rodu *Avena L.* má 1170 genotypov, z ktorých je: 1153 (*A. sativa L.*), 10 (*A. byzantina L.*), 3 (*A. strigosa L.*), 2 (*A. fatua L.*), 1 (*A. abyssinica L.*) a 1 (*A. brevis L.*). Všetky genotypy slovenskej kolekcie sú hexaploidné.

Neznámou zostáva otázka diverzity hospodársky významných a povolených pre pestovanie v praxi odrôd ovsa z úspešného šľachtenia na Slovensku, v porovnaní s ostatnými odrodami, keďže, ako je všeobecne známe, ide o odrody s výraznou prevahou autogamie pri rozmnožovaní. Tiež nasmerovanie šľachtenia a výber odrôd vzhľadom na sledované kvantitatívne a kvalitatívne parametre môže viesť k monomorfnosti enzýmov, podobne ako v prípade ekonomicky významných a z pohľadu kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov odlišných odrôd láskavca (Múdry et al. 2011).

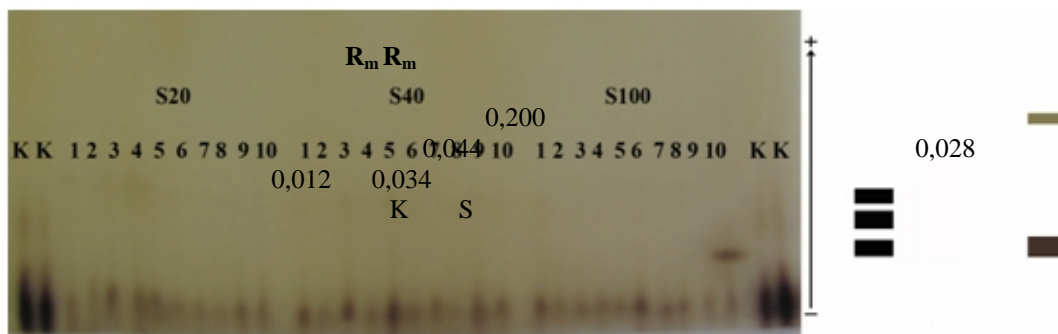
#### Materiál a metódy

Výskum a experimentálnu prácu sme zrealizovali v rokoch 2012 – 2013. Analyzovaný bol polymorfizmus enzýmov kyslej fosfatázy (ACP, E.C. 3.1.3.2), alkoholdehydrogenázy (ADH, E.C. 1.1.1.1), diaforázy (DIA, E.C. 1.6.99.2),  $\beta$ -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), fosfogluoizomerázy (PGI, E.C. 5.3.1.9) a fosfoglukomutázy (PGM, E.C. 2.7.5.1). Testovanie vhodnosti mierne modifikovaných metodologických postupov metódy horizontálnej elektroforézy podľa Stuber et al. (1988) sme uskutočnili na vzorkách z 10 pre prax povolených odrôd ovsa siateho (*Avena sativa L.*), a to v poradí: (1) Hronec, (2) Vojtech, (3) Važec, (4) Detvan, (5) Tatran, (6) Vendelin, (7) Valentin, (8) Prokop, (9) Zvolen, (10) Viliam (garantom identity odrôd je Ing. Peter Hozlár, PhD.). Bol testovaný návažok 100 mg zo zhomogenizovaných 20, 40 a 100 zŕn z každej odrody v porcelánových miskách a extrahovaný v 170  $\mu$ l extrakčného činidla. Pre porovnanie mobility zón enzymatickej aktivity odrôd ovsa bol použitý extrakt koleoptily dvojliniového hybridu kukurice Qvintal (K) (Sempol Holding, Trnava, Slovenská republika) pestovaného päť dní v Petriho miskách, na vodou sýtenom filtračnom papieri za tmy, pri teplote 25 °C v termostate. Experimentálne výsledky sme zdokumentovali s fotografovaním izozymogramov, výpočtom faktorov relatívnej mobility ( $R_m$ ) izozymov a zostavením diagramov fingerprintov.

#### Výsledky a diskusia

Z experimentálnej práce vyplynulo, že veľkosť vzorky 100 mg homogenizovanej v 170  $\mu$ l je postačujúca na analýzy polymorfizmu vybranej skupiny enzýmov. Odber vzorky získanej rozdrvením 20 (S20), 40 (S40) a 100 (S100) zŕn nemalo vplyv na výsledok analýz, z čoho možno usudzovať na vysokú úroveň homogenity odrôd (obr. 1). Z enzýmov GLU nemala v semenách ovsa žiadnu aktivitu. Všetkých desať odrôd malo zhodné izozymogramy v analyzovanom súbore enzýmov. Znamená to, že ich nemožno od seba odlíšiť, a teda týchto jedenásť enzýmov vo vzorkách z rozdrvených zŕn nemožno použiť na ich identifikáciu. Do akej miery

to platí pre väčší súbor genotypov, vyžaduje ďalšie analýzy. Iná situácia môže nastať v prípade udržiavaných populácií, ako publikovali Gonzáles-Andréset al. (2005). Akú hodnotu pre šľachtenie má táto časť genofondu z pohľadu biochemickej diverzity môžu určiť opäť len analýzy.



Obrázok 1: Izozymogramy a diagramy kyslej fosfatázy (ACP) v semenách desiatich odrôd ovsa (*Avena sp. L.*)

### Záver

Analýza polymorfizmu jedenástich druhov enzýmov v kolekcii desiatich odrôd ovsa potvrdzuje vhodnosť použitej mierne modifikovanej metodológie autorov Stuberet al. (1988). Výsledky dokumentujú monomorfnosť vzoriek v analyzovaných enzýmoch. Kvalita separácie izozymov klesala v tomto poradí enzýmov: ADH, ACP, PGD, MDH, PGM, DIA, IDH, GOT, PGI a GLU. Nepodarilo sa dokázať prítomnosť aktivity GLU v žiadnej zo vzoriek semien študovaných odrôd ovsa. Metodológiu využijeme v analýzach na určenie rozsahu biochemickej diverzity zárodnočnej plazmy hospodársky významných odrôd a populácií slovenského genofondu ovsa.

**Pod'akovanie:** Výskum bol podporený Vedeckou grantovou agentúrou MŠVV a Š SR a Slovenskou akadémiou vied VEGA (projekt č. 1/0513/13).

### Literatúra

- GONZÁLES-ANDRÉS, F. – PITA, J.M. – MALMIERCA, S. – DE LA CUADRA, C. 2005. Isozymic estimation of the biodiversity of Spanish *Avena sativa* L. landraces stored in germplasm bank. In *Israel Journal of Plant Sciences*, vol. 53, 2005, pp. 135-145.
- HOZLÁR, P. – VALČUHOVÁ, D. – BIELIKOVÁ, M. 2012. Biodiverzita rodu *Avena* L. v Slovenskej republike. In BENEDIKOVÁ, D. – BENKOVÁ, M. (Eds.): *Biodiverzita v poľnohospodárskej krajine a v ekosystémoch*. Zborník z medzinárodnej konferencie projektu REVERSE-INTERREG IVC, CVRV Piešťany, 2012, s. 52-54. ISBN 978-80-89417-37-7.
- MÚDRY, P. 2010. Dvadsať rokov výskumu polymorfizmu enzýmov poľnohospodárskych plodín na Slovensku – výsledky, ich aplikácia a perspektívy. In *Hodnotenie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo*. Zb. zo 17. vedeckej konferencie. CVRV Piešťany, 2010, s. 140-141. ISBN 978-80-89417-23-0.
- MÚDRY, P. - GAJDOŠOVÁ, A. 2009. Metodológia analýzy polymorfizmu enzýmov druhov rodu láskavec (*Amaranthu* ssp. L.) pre účely genetiky, šľachtenia a semenárstva. In *Zb. zo 16. vedeckej konferencie, Centrum výskumu rastlinnej výroby*, Piešťany, 2009, s. 27-30, ISBN 978-80-89417-04-09.
- MÚDRY, P. – HRICOVÁ, A. – LIBIAKOVÁ, G. - GAJDOŠOVÁ, A. 2011. Methodological approaches to simple enzyme polymorphism analyses of amaranth species (*Amaranthu* ssp.). In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 57, 2011, no. 1, pp. 1-11. DOI: 10.2478/v10207-011-0001-4.
- MÚDRY, P. – CHALÁNYOVÁ, M. – ČIČOVÁ, I. – HRICOVÁ, A. 2011. Analýza polymorfizmu enzýmov ekonomicky významných druhov láskavca (*Amaranthu* ssp.). In ŠUDYOVÁ, V. (Ed.): *Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín*, Zborník z 18. medzinárodnej vedeckej konferencie, CVRV Piešťany, 2011, s. 149-151. ISBN 978-80-89417-29-2.
- 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.). In *Technical Bulletin*, 1988, North Carolina Agric. Res. Service, North Carolina State University, Raleigh, no. 286, pp. 1-87.

### Adresa autorov:

RNDr. Pavol Múdry, CSc., Aneta Straňáková, Marina Havran, Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra biológie, Priemyselná 4, P.O. Box č. 9, 918 43 Trnava, e-mail: [pmudry@truni.sk](mailto:pmudry@truni.sk)

## Botanicko terénny prieskum lúčnych porastov okolia Banskej Bystrice

### Botanical field survey of meadows in the vicinity of Banska Bystrica

Janka MARTINCOVÁ

*Over the 2008 growing season, vegetation in the region of Banská Bystrica was assessed on the basis of field survey. The research was conducted in the vicinity of Banská Bystrica in the cadastral area of Donovaly and Priechod villages. The sites have high natural value and are included in the NATURA 2000 areas. The respective site locations were determined by a GPS device and the coordinates were transferred to the GOOGLE digital map. Many of the rare, endangered and protected plant species were found at the research site, e.g. *Lilium bulbiferum*, *Gymnadenia densiflora*, *Stipa joannis*, *Fumana procumbens*.*

*Key words: monitoring, flora, 'Kremnické vrchy' hills, 'Starohorské vrchy' hills, vegetation, Special Areas of Conservation NATURA 2000*

#### Úvod

Trvalé trávne porasty predstavujú ekosystém, ktorý je charakterizovaný aj značnou biodiverzitou rastlinných druhov. Pre uchovanie druhov v ich trávnych spoločenstvách je potrebné zabezpečiť vhodné obhospodarovanie a na miestach intenzívne využívaných je potrebné uplatniť systém obhospodarovania umožňujúci návrat druhov typických pre dané trávne spoločenstvá a región. Z dostupnej literatúry venovanej mapovaniu lúk v širšom okolí Banskej Bystrice vyplýva vysoká druhová pestrosť daná prírodnými podmienkami a výskytom viacerých vzácných a ohrozených druhov (Jasík a Kostúr, 2004; Janišová a Uhliarová, 2008; Martincová, Ondrášek, 2010 a iní).

Predkladaný článok prezentuje výsledky botanického terénneho prieskumu v regióne Banskej Bystrice počas vegetačnej sezóny 2008. Údaje sú získané v rámci úlohy „Hodnotenie lúčnych spoločenstiev v podmienkach *in situ*“, ktorá bola riešená v rámci úlohy odbornej pomoci pre MPSR „Zhromažďovanie, hodnotenie a uchovanie genetických zdrojov pre výživu a poľnohospodárstvo“.

#### Materiál a metódy

Výskum sme realizovali v bezprostrednom okolí Banskej Bystrice v katastrálnom území obcí Donovaly, Priechod. Banská Bystrica a jej okolie patrí k floristicky veľmi bohatému územiu v rámci Západných Karpát. Prírodný charakter je daný jeho polohou v podhorskej oblasti stredného Slovenska s pestrým geologickým podložím a veľkým rozpätím nadmorských výšok. Donovaly (lokalita Zvolen), Priechod (lokalita Kopec) sú zaradené medzi územia európskeho významu NATURA 2000. Na lokalitách sme vykonali podrobné fytoecologické snímky, bola zaznamenaná poloha lokalít, súradnice z GPS, ekologické údaje o lokalite, klimatické faktory, zhodnotenie stavu populácie (spôsoby využívania územia, doterajšia starostlivosť), možné faktory ohrozenia. Fytoecologické zápisy sme robili tradične podľa zürišsko-montpelliarskej školy (Braun-Blanquet, 1964) na ploche 5x5 m. Zemepisné súradnice sme zaznamenali systémom GPS a záznamy sme preniesli do mapového servera GOOGLE pre názorné určenie geografickej polohy. V zápisoch zvýrazneným tučným písmom uvádzame nájdené vzácné, ohrozené a chránené druhy podľa červeného zoznamu papraďorastov a semenných rastlín Slovenska (Feráková, Maglocký, Marhold, 2001). V práci sú uvádzané nasledovné skratky súvisiace s vyššie uvedenými kategóriami rastlín: EN- ohrozené, VU- zraniteľné, LR:nt- menej ohrozené.

#### Výsledky a diskusia

##### *Fytoecologický prieskum územia na vybraných lokalitách*

V okolí Banskej Bystrice sa nachádzajú predovšetkým teplomilnejšie rastlinné spoločenstvá, z ktorých väčšina patrí do zväzov *Bromion erecti* a *Cirsio - Brachypodium pinnati*. Druhová pestrosť územia sprevádza geologické podložie tvorené prevažne vápencami a dolomitmi ako spôsob tradičného obhospodarovania lúk. Podľa geomorfologického členenia Slovenska je sledované územie súčasťou celku Starohorské vrchy, časť územia spadá do oblasti Slovenského Stredohoria, celok Zvolenská kotlina, podcelok Bystrické Podolie.

##### *Charakteristika územia Donovaly*

Obec Donovaly sa nachádza severne od Banskej Bystrice v nadmorskej výške 980 metrov medzi pohoriami Veľká Fatra a Starohorské vrchy. Územie patrí do ochranného pásma Národného parku Nízke Tatry, v ktorom platí 2. stupeň ochrany prírody. Vegetácia v okolí je veľmi pestrá, zo zaujímavých druhov sa tu nachádza: škarda sibirská (*Crepis sibirica*), zvonček hrubokoreňový (*Campanula serrata*), ľalia cibulkonosá (*Lilium bulbiferum*), ľalia zlatohlavá (*Lilium martagon*). Z významnejších druhov vstavačovitých sa tu vyskytuje päťprstnica hustokvetá (*Gymnadenia densiflora*), vstavač mužský (*Orchis mascula*), z ďalších druhov veternica narcisokvetá (*Anemone narcissiflora*), či žltohlav najvyšší (*Trolius altissimus*). Potvrdenie výskytu škardy sirskej (*Crepis sibirica*) na vrchu Zvolen pri Donovaloch uvádza (Turis a Turisová, 2001). V súčasnosti sú Donovaly významným strediskom cestovného ruchu z rozvíjajúcou



sa výstavbou rekreačných zariadení. Prudký rozvoj cestovného ruchu má dosť negatívny vplyv na cenné biotopy a významné mimoprodukčné funkcie trávnych porastov.

#### Lokalita Zvolen

Územie nášho záujmu predstavoval vrch Zvolen (1402 m.n.m.) (zápis č.1,2). Na zápisy sme vybrali aj pestré lúky pod Novou Hoľou v nadmorskej výške 1157 m (zápis č.3). V zmysle geomorfologického členenia je sledované územie súčasťou orografického celku Veľká Fatra a v rámci neho podcelku Zvolen.

Zápis č.1: Donovaly- Zvolen, stará cesta na vrch Zvolen pri starom lyžiarskom vleku, area: slatinka – vlhkomilný svah, nadmorská výška 1161 m, orientácia: JZ, sklon 15°, zemepisné súradnice: N 48° 53'07,49'' E 19°13'35,69'', plocha zápisu 5x5 m, pokryvnosť E<sub>1</sub>: 95 %, E<sub>0</sub>: 70 %, počet druhov: 36; dátum zápisu: 3.7.2008 autor zápisu: E. Uhliarová, J. Martincová

*Equisetum arvense* 3; *Eriophorum angustifolium* 3; *Alchemilla vulgaris* 2; *Carex nigra* 2; *Gymnadenia densiflora* EN 2; *Potentilla erecta* 2; *Agrostis capillaris* 1; *Caltha palustris* 1; *Cirsium palustre* 1; *Dactylorhiza majalis* 1; *Festuca rubra* 1; *Festuca pratensis* 1; *Lotus corniculatus* 1; *Parnassia palustris* 1; *Ranunculus acris* 1; *Trifolium repens* 1; *Tussilago farfara* 1; *Briza media* +; *Carex echinata* +; *Carex flava* LR:nt +; *Carex gracilis* +; *Carex panicea* +; *Cardamine pratensis* +; *Cruciata glabra* +; *Crepis paludosa* +; *Linum catharticum* +; *Mentha longifolia* +; *Poa pratensis* +; *Potentilla anserina* +; *Prunella vulgaris* +; *Rhinanthus minor* +; *Trifolium medium* +; *Trifolium pratense* +; *Galium mollugo* r; *Listera ovata* VU r; *Polygala amara* r.

Zápis č.2: Donovaly- Zvolen, lúka pod vrcholom kopca Zvolen s dominanciou *Pimpinella major*, pod turistickým chodníkom, mierny svah medzi smrekmi a javormi, nadmorská výška 1282 m, orientácia JZ, sklon 10°, zemepisné súradnice: N 48° 53' 16,06'' E 19°13' 39,72'', plocha zápisu 5x5 m, pokryvnosť E<sub>1</sub>: 5 %, E<sub>0</sub>: 100 %, počet druhov: 49, dátum zápisu: 3.7.2008, autor zápisu: E. Uhliarová, J. Martincová

*Agrostis capillaris* 3; *Pimpinella major* 3; *Alchemilla* sp. 1; *Campanula glomerata* 1; *Carlina acaulis* 1; *Crepis conyzifolia* VU 1; *Festuca rubra* 1; *Hypericum maculatum* 1; *Jacea phrygia* 1; *Leucanthemum vulgare* 1; *Luzula luzoides* 1; *Primula elatior* 1; *Plantago lanceolata* 1; *Veronica chamaedrys* 1; *Acetosa pratensis* +; *Ajuga reptans* +; *Astrantia major* +; *Briza media* +; *Campanula serrata* +; *Cyanus mollis* +; *Cirsium eriophorum* +; *Clinopodium vulgare* +; *Cruciata glabra* +; *Dactylis glomerata* +; *Dianthus carthusianorum* +; *Festuca rupicola* +; *Galium anisophyllum* +; *Geranium sylvaticum* +; *Hieracium sphondylium* +; *Hypochoeris uniflora* +; *Lotus corniculatus* +; *Luzula campestris* +; *Knautia arvensis* +; *Pilosella officinarum* +; *Potentilla aurea* +; *Potentilla heptaphylla* +; *Phleum alpinum* +; *Phleum pratense* +; *Plantago media* +; *Prunella grandiflora* +; *Pyrethrum clusii* +; *Ranunculus* sp. +; *Rumex acetosa* +; *Thesium alpinum* +; *Trisetum flavescens* +; *Trifolium pratense* +; *Trifolium repens* +; *Viola lutea* +; *Hieracium auranticum* r.

Zápis č. 3: Donovaly – druhovo bohatá pestrá lúka, lúka za zákrutou smerom na Novú Hoľu, nadmorská výška 1157 m, orientácia: J, sklon 10°, zemepisné súradnice: N 48° 53' 09,97'', E 19°14' 28,30'', plocha zápisu 5x5 m, pokryvnosť: E<sub>1</sub>: 95 %; E<sub>0</sub>: 80 %, počet druhov: 37, dátum zápisu: 1.7.2008, autor zápisu: J. Martincová

*Luzula campestris* 3; *Avenula pubescens* 2; *Briza media* 2; *Dianthus carthusianorum* 1; *Festuca pratensis* 1; *Festuca rubra* 1; *Phleum pratense* 1; *Tanacetum corimbosum* 1; *Trisetum flavescens* 1; *Trifolium montanum* 1; *Agrostis capillaris* +; *Alchemilla vulgaris* +; *Anthyllis vulneraria* +; *Brachypodium pinnatum* +; *Campanula glomerata* +; *Campanula patula* +; *Cardus acanthoides* +; *Carlina acaulis* +; *Centaurea jacea* +; *Cerastium holosteoides* +; *Dactylis glomerata* +; *Fragaria vesca* +; *Galium mollugo* +; *Hypericum maculatum* +; *Colchicum autumnale* +; *Knautia kitaibelii* +; *Lathyrus pratensis* +; *Lotus corniculatus* +; *Orchis mascula* +; *Plantago media* +; *Primula veris* +; *Prunella vulgaris* +; *Rumex acetosa* +; *Securigera varia* +; *Tragopogon orientalis* +; *Trifolium repens* +; *Viola lutea* LR:nt +; *Verbascum densiflorum* +; *Cruciata glabra* r; *Polygala amara* r; *Phyteuma orbiculare* r; *Veratrum album* r.

#### Charakteristika územia Priechod

Obec Priechod leží 10 km severovýchodne od Banskej Bystrice v nadmorskej výške 460 m. Územie leží v severnej časti Zvolenskej kotliny a na južných svahoch západnej časti Starohorských vrchov. V rámci lokalít NATURA 2000 sú významné 2 lokality: lokalita Kopec – južné teplomilné nezalesnené svahy s výskytom vzácných rastlín (kavyľ Ivanov a devätorka rozprestretá) a lokalita Brvnište- chránený areál so IV. stupňom ochrany- lesné porasty s výskytom cyklámena fatranského. V našich zápisoch sme sledovali lokalitu Kopec (zápis č.4).

Lokalita Kopec - Jedná sa o chránený areál o rozlohe 3,7 ha. Lokalita patrí medzi územia európskeho významu z dôvodu ochrany biotopov: xerotermné biotopy - Tr1 - Suchomilné travinnobylinné a krovinné porasty na vápovitom substráte, Kr2 - Porasty borievky obyčajnej. Výskyt devätorky rozprestretej (*Fumana procumbens*) na lokalite Kopec zaznamenal Turis (2001), ktorý uvádza, že tento druh je súčasťou spoločenstva kostravy tvrdej (*Festuca pallens*) kde sa vyskytujú aj *Artemisia campestris*, *Asperula cynanchica*, *Campanula rotundifolia*, *Genista pilosa*, *Jovibarba globifera*, *Koeleria macrantha*, *Poa compressa*, *Potentilla arenaria*, *Sedum sexangulare*, *Seseli osseum*. Stanovište vzniklo eróziou v dôsledku pasenia oviec. Je pravdepodobné, že na strmších vápencovo-dolomitových svahoch severného okraja Zvolenskej kotliny v okolí Banskej Bystrice bola v minulosti častejšia, ale v dôsledku zarastenia vhodných

stanovíšť (sekundárna sukcesia a rozsiahle zalesňovanie najmä borovicami) sa udržala iba na dvoch miestach Národného parku Nízke Tatry (Turis, 2001).

Zápis č.4: Priechod - lokalita Kopec, suchá step, porast s vzácnym druhom kavyľ Ivanov, nadmorská výška 613 m, orientácia: juh, sklon 10°, zemepisné súradnice: N 48° 47' 00,66'', E 19° 13' 33,60'', plocha zápisu 5x5 m, pokryvnosť E<sub>1</sub>: 95 %, E<sub>0</sub>: 70 %, počet druhov: dátum zápisu : 2.7.2008, autor zápisu: J. Martincová

*Stipa joannis* VU 4; *Dorycnium germanicum* 3; *Brachypodium pinnatum* 2; *Bromus erectus* 2; *Anthyllis vulneraria* 1, *Briza media* 1; *Euphrasia rostkoviana* 1; *Echium vulgare* 1; *Festuca rupicola* 1; *Festuca pallens* 1, *Fragaria vesca* 1; *Galium verum* 1; *Helianthemum grandiflorum* 1; *Medicago falcata* 1; *Poa pratensis* 1; *Securigera varia* 1, *Agrimonia eupatoria* +; *Centaurea scabiosa* +; *Centaurea stoebe* +; *Cuscuta epithimum* +; *Fumana procumbens* VU +; *Holcus mollis* +; *Koeleria pyramidata* +; *Salvia verticillata* +; *Salvia pratensis* +; *Sanguisorba minor* +; *Scabiosa ochroleuca* +, *Plantago lanceolata* +; *Primula veris* +; *Teucrium chamaedrys* +.

## Záver

Z hodnotenia lúčnych porastov v okolí Banskej Bystrice môžeme konštatovať, že na sledovaných lokalitách sa nachádzajú viaceré významné druhy z hľadiska ochrany prírody aj poľnohospodárskeho využitia, ktoré sa významne podieľajú na vysokej biodiverzite územia. Vzhľadom na to, že v okolí Banskej Bystrice sú veľmi cenné lokality, ktoré svojou vegetáciou sa zaraďujú k vzácnym a ohrozeným rastlinným spoločenstvám, sú tieto územia vyhlásené ako územia európskeho významu. Samovoľné zarastanie, sekundárna sukcesia, nedostatočné obhospodarovanie sú príčinou, že mnohé cenné biotopy sú ohrozené a dochádza k ich zániku.

**Pod'akovanie:** Poďakovanie za pomoc pri práci patrí RNDr. P. Turisovi zo Správy NP Nízke Tatry (NAPANT) a RNDr. E. Uhliarovej, CSc.. Táto práca bola riešená rámci úlohy odbornej pomoci pre MPSR „Zhromažďovanie, hodnotenie a uchovanie genetických zdrojov pre výživu a poľnohospodárstvo.

## Literatúra

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensociologie. Wien-New York. 631 p.
- FERÁKOVÁ, V. - MAGLOCKÝ, Š - MARHOLD, K. (2001): Červený zoznam papraďorastov a semenných rastlín Slovenska. In: BALÁŽ, MARHOLD, URBAN (eds.): Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska, Ochr. prír. Banská Bystrica, 2001, 20: 44 - 76.
- JANIŠOVÁ, M. - UHLIAROVÁ, E. (2008). *Brachypodium pinnati* - *Molinietum arundinaceae* Klika 1939 v Starohorských vrchoch. Bull. Slov. bot. spoloč. Bratislava, roč. 30, č.2: 227-238
- JASÍK, M. - KOSTÚR, P. (2004). Poznámky k súčasnému rozšíreniu vstavačovitých (*Orchideaceae*) v severnej časti Zvolenskej kotliny a prilahlých častiach Kremnických a Starohorských vrchov. Pp.77-85 In Ekologická diverzita Zvolenskej kotliny. Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 183 pp.
- MARTINCOVÁ J. - ONDRÁŠEK, Ľ. (2010). Grassland Monitoring of Meadows in the Region around Banská Bystrica. In Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (Special issue): – vol. 46, Prague 2010, S40-S44. ISSN 1212-1975
- TURIS P. - TURISOVÁ I. (2001): Potvrdenie výskytu škardy sibírskej (*Crepis sibirica*) na vrchu Zvolen pri Donovaloch: Bull. Slov. Bot. Spol, Bratislava, 17:85-86
- TURIS P. (2001): Devätorka rozprestretá (*Fumana procumbens*) na Slovensku: Ochrana prírody, Banská Bystrica, 2001, 19: 69 –73.

## Adresa autora:

Ing. Janka Martincová, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany - Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovakia, e- mail: [martincova@vutphp.sk](mailto:martincova@vutphp.sk)

## Variabilita fotosyntetických reakcií pšenice s rôznou úrovňou ploídie v podmienkach vodného stresu

### Variability of photosynthetic reactions of wheat with different ploidy level in the water stress conditions

Petra DREVEŇÁKOVÁ - Marek ŽIVČÁK - Marián BRESTIČ - Katarína OLŠOVSKÁ

*Photosynthesis and leaf water status were measured in three wheat (Triticum L.) species with different ploidy level during period of longterm dehydration. The relative water content and osmotic potential of flag leaves responded divergently between species. The hexaploid T. aestivum cv. Astella maintained their high constant values for the longest period, the tetraploid T. dicoccum preserved these parameters for shorter time and diploid T. monococcum for the shortest period. Astella coped to drought the most extended time for 16 days, T. dicoccum 14 days and T. monococcum 11 days. Photosynthesis rate, stomatal conductance and mesophyll conductance declined the most rapidly in the T. monococcum, more slowly in T. dicoccum, while in T. aestivum cv. Astella were preserved for the longest time. Our results show that the T. aestivum cv. Astella was the more tolerant to drought period comparing to T. dicoccum and we evaluate T. monococcum as the most sensitive species to water stress conditions as related to duration of drought period. Tetraploid wheat T. dicoccum was the least tolerant species in sense of decreasing osmotic potential. From our results we can find species variation in drought tolerance between the measured physiological parameters and ploidy level.*

*Key words: wheat, photosynthesis, mesophyll conductance for CO<sub>2</sub>, water relations, drought*

#### Úvod

Pšenica je jednou z neodmysliteľných strategických plodín zohrávajúcich celosvetovú úlohu v zásobovaní potravín, krmív a v obchode. V súčasnosti je potravinová bezpečnosť ohrozená očakávanými klimatickými zmenami. Práve z nich vyplývajúce sucho je považované za kľúčový stresový faktor s vysokým potenciálne negatívnym dopadom na jej hospodársku úrodu. Rastlinné stresové odpovede sú zložitým komplexom a je potrebné ich preskúmať počas rôznych fáz vývinu od úrovne celej rastliny, cez bunku, až po molekulárnu úroveň. Jednou z metód ich hodnotenia sú merania fotosyntetickej asimilácie CO<sub>2</sub> a vodného stavu rastlín v odpovedi voči stresu zo sucha založené na analýze mezofylovej vodivosti pre CO<sub>2</sub> v listoch (Lawlor, 2002; Niinemets, Diaz-Espejo, Flexas et al., 2009; Gábriš, 2012).

V súčasnosti stále nepoznáme presné príčiny zmien vodivosti mezofylu pre CO<sub>2</sub> vo fyotosyntetizujúcich listoch rôznych druhov rastlín, príčiny evolučného utvárania týchto vlastností listov pre potreby fotosyntézy C<sub>3</sub> ale aj C<sub>4</sub> druhov. Absentujúce morfológické a fyziologické vlastnosti starších príbuzných plodín naznačujú vybrané adaptácie vyskytujúce sa v agroekosystémoch (Matsuoka, 2011).

Naším cieľom bolo porovnanie niekoľko druhov pšeníc na rôznych úrovniach ploídie vo vybraných fyziologických vlastnostiach, čo nám môže poskytnúť obraz o evolučnom vývoji tak vlastností produktivity pšenice ako aj suchovzdornosti výhodných vzhľadom k meniacim sa podmienkam prostredia.

#### Materiál a metódy

Pre účely experimentu sa použili 3 druhy ozimných foriem pšeníc, ktoré sú geneticky navzájom odlišné: Pšenica letná, f. ozimná - *Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum* (cv. Astella)-6n, kultivovaná pšenica dvojzrnová - *Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccum* (Schrank) Schuebl-4n, kultivovaná pšenica jednozrnová - *Triticum monococcum* subsp. *monococcum*-2n. Semená, získané z CVRV-VÚRV Piešťany, boli zasiate do 15 litrových plastových nádob naplnených ornitou. Na začiatku klásenia v apríli 2012 (BBCH 51, Zadoks et al., 1974) boli rastliny vystavené postupnej dehydratácii pôdneho substrátu, kde sa od 1. dňa dehydratácie začali vykonávať ekofyziologické merania.

Všetky merania boli uskutočnené na zástavkových plne vyvinutých listoch. Rýchlosť respirácie na svetle (R<sub>d</sub>) a CO<sub>2</sub> kompenzačný bod v absencii respirácie na svetle (Γ\*) boli určené použitím metódy Laisk (1977), prostredníctvom otvoreného gazometrického systému Li 6400 XT (Licor Inc., Nebraska, USA) s integrovaným svetelným zdrojom (Li-6400-02B; Li-Cor, Inc).

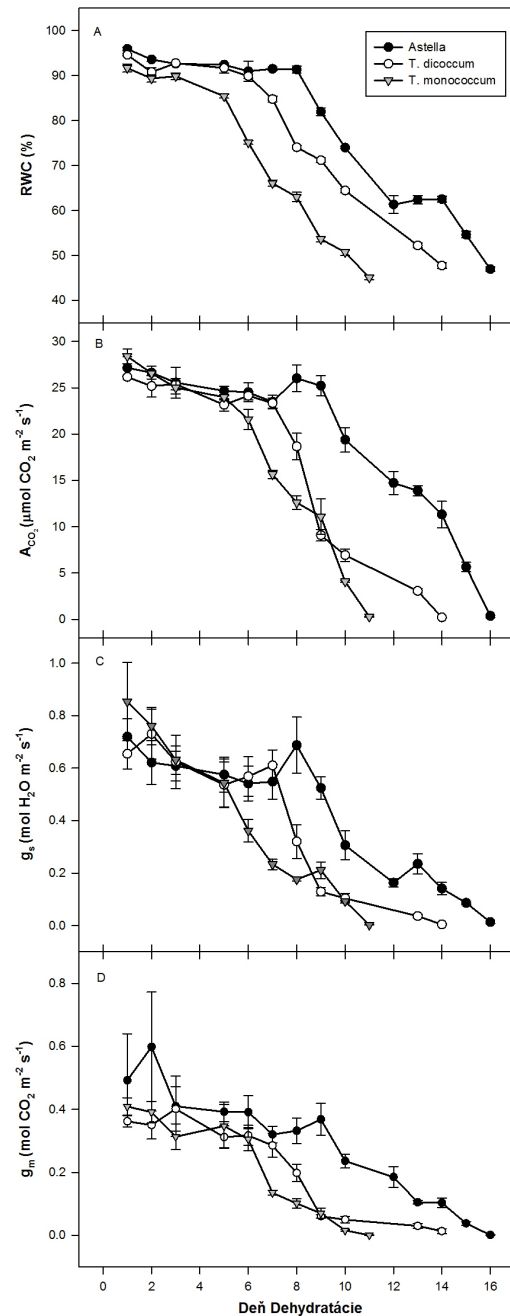
Kalibráciu vzťahu medzi fluorescenciou chlorofylu a elektrónovým transportom umožnilo paralelné meranie gazometrickej a fluorescenčnej komory (Li-6400-40; Li-Cor, Inc.). Aktuálna fotochemická efektívnosť fotosystému II (ΦPSII) bola kalkulovaná podľa vzťahu Genty et al., (1989). Rýchlosť elektrónového transportu J<sub>f</sub> bol kalkulovaný nasledovne:  $J_f = \Phi_{PSII} \cdot PPFD \cdot \alpha \cdot \beta$ , kde PPFD je hustota fotosynteticky aktívneho svetelného toku, α je úplná absorbanca svetla listom, β predstavuje koeficient rozdelenia absorbovaného kvanta žiarivej energie medzi fotosytémom I a II. Pre konečný výpočet J<sub>f</sub> bolo nutné kalibrovať vzťah medzi Φ<sub>PSII</sub> a Φ<sub>CO<sub>2</sub></sub>.

Mezofylová vodivosť (g<sub>m</sub>) bola určená pri rôznych CO<sub>2</sub> koncentráciách zo simultánných gazometrických meraní A/C<sub>i</sub> kriviek. Krivky boli namerané pri PPFD 1500 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> s 10% frakciou modrého svetla. Okolité teplota listu v meracej komore bola udržiavaná na 21 °C, s rýchlosťou toku 400 μmol s<sup>-1</sup>. Výmena plynov a fluorescencia chlorofylu boli merané v 12 krokoch a oneskorenie medzi dvomi následnými

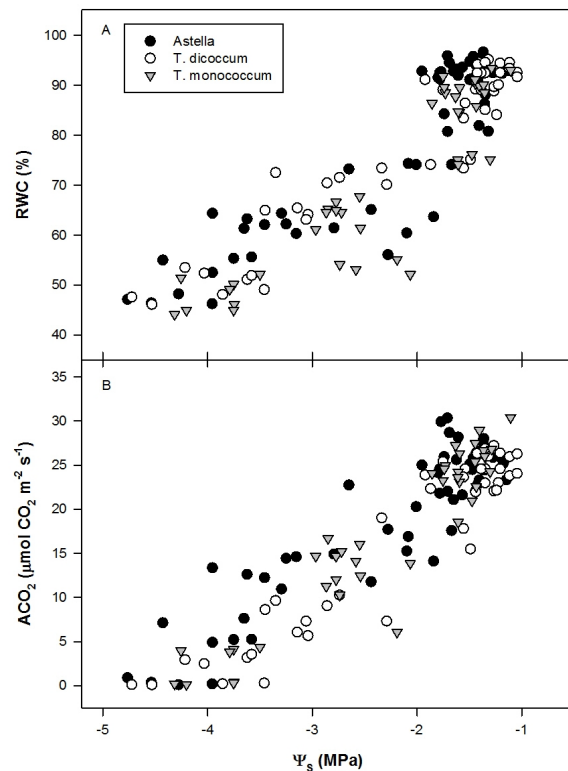
meraniami pri rôznych  $C_a$  bolo 2-4 minúty. Následne bola mezofylová vodivosť odhadnutá metódou Harley *et al.* (1992).

Stanovenie relatívneho obsahu vody (RWC) v % sa uskutočňovalo gravimetricky podľa vzťahu  $RWC = [(FW - DW) / (SW - DW)] \times 100$ , kde FW predstavuje čerstvú hmotnosť vzorky, DW hmotnosť sušiny vzorky a SW hmotnosť po nasýtení vzorky vodou. Vodný potenciál ( $\Psi_w$ ) pletiva zástavkového listu bol meraný psychromericky pomocou prístroja PSYPRO (Wescor, Inc., Logan, Utah, USA). Časový interval vyrovnania vzorky v psychrometrickej komore bol 50 minút. Osmotický potenciál ( $\Psi_s$ ) bol hodnotený rovnakým spôsobom ako vodný potenciál s tým rozdielom, že sa pred samotným meraním vzorka zmrazená v tekutom dusíku nechala 15 sekúnd rozmraziť. Merania sa realizovali v štyroch opakovaníach. Výsledné uvádzané hodnoty v obrázkoch predstavujú ich strednú hodnotu, t.j. aritmetický priemer a štandardnú chybu. Tieto parametre boli spracované programom Sigmaplot 9.0. (Systat Software, Inc., San Jose, USA).

### Výsledky a diskusia



Obrázok 1: Účinok postupnej dehydratácie na: relatívny obsah vody v liste (A), rýchlosť asimilácie  $CO_2$  (B), prieduchovú vodivosť (C) a mezofylovú vodivosť (D). Každý bod kriviek predstavuje priemer 4 opakovaní so strednou hodnotou.



Obrázok 2: Závislosť zmien medzi osmotickým potenciálom ( $\Psi_s$ ) a relatívnym obsahom vody v liste (A), rýchlosťou asimilácie  $CO_2$  (B)

Na základe vyhodnotených meraní a analýzy dosiahnutých výsledkov môžeme zhodnotiť fyziologické reakcie sledovaných genotypov. Negatívny účinok vodného deficitu sa preukázal pri všetkých sledovaných parametroch genotypov pšenice a boli v nich zistené genotypové rozdiely.

Pri pôsobení sucha sa znižoval osmotický potenciál a relatívny obsah vody v dôsledku unikajúcej vody z pletív a znemožnením jej doplnenia z pôdy (obrázok 2.A). Pokles obidvoch parametrov bol pozorovaný pri všetkých troch sledovaných genotypoch už v strednej časti trvania dehydratácie a prebiehal až do konca trvania dehydratácie. Približne do hodnoty osmotického potenciálu na úrovni  $-1,8$  MPa a a relatívneho obsahu vody zástavkových listov do 80 % si druhy zachovávali relatívne konštantnú hodnotu rýchlosti asimilácie  $\text{CO}_2$ . Znížený osmotický potenciál a relatívny obsah vody vplýval na procesy fotosyntézy (obrázok 1.A a 2.B). Za najcitlivejší genotyp z hľadiska znižujúceho sa osmotického potenciálu možno považovať *T. dicoccum*, ktorý si pri hodnote  $-3,17 \pm 0,09$  MPa udržiaval RWC  $64,44 \pm 0,51$  % a rýchlosť asimilácie  $\text{CO}_2$   $6,93 \pm 0,67$   $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Zvyšné dva druhy možno hodnotiť ako odolnejšie, kde slovenský druh *T. aestivum* cv. Astella si pri osmotickom potenciáli  $-3,38 \pm 0,26$  MPa dosahoval RWC 62,37 % a rýchlosť asimilácie  $13,89 \pm 0,54$   $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  a *T. monococcum* pri hodnote osmotického potenciálu  $-2,79 \pm 0,10$  MPa dosiahla podobne rýchlosť asimilácie  $12,60 \pm 0,73$   $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Kontinuálny priebeh relatívneho obsahu vody zachytáva obr. 1.A. U odrôd sa prejavili rozdiely v nástupe znižovania RWC. Z výsledkov vidieť, že hexaploidná Astella si relatívne najdlhšie udržiavala konštantnú hodnotu RWC, kde k poklesu prišlo v 9. deň dehydratácie. Pri odrôde *T. dicoccum* nastal pokles 7. deň a pri *T. monococcum* už 6. deň dehydratačného cyklu.

Prieduchy zohrávajú rozhodujúcu úlohu v kontrole výdaja vody z rastliny a príjmu  $\text{CO}_2$  opačným smerom. Stupeň ich otvorenosti charakterizovaný prieduchovou vodivosťou  $g_s$  limituje fotosyntézu prostredníctvom znemožnenia prístupu  $\text{CO}_2$  do vnútorných priestorov listu na miesta karboxylácie (Sharkey, 1990). Najvyššie hodnoty rýchlosti asimilácie  $28,40 \pm 0,80$   $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  a prieduchovej vodivosti na plochu listu s hodnotou  $0,85 \pm 0,15$   $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  počas kontrolných podmienok sme zaznamenali pri genotype *T. monococcum*. Potom, ako nastal pokles parametrov vodného režimu, sme zaznamenali začiatok znižovania rýchlosti asimilácie a prieduchovej vodivosti v dôsledku uzatvárania prieduchov (obrázok 1.B a 1.C). Moderný slovenský genotyp Astella hodnotíme z pohľadu udržiavania  $A_{\text{CO}_2}$  za najodolnejší. Bol schopný si udržať  $A_{\text{CO}_2}$  až do 16. dňa dehydratácie, čím bol taktiež najdlhšie zabezpečovaný prísun  $\text{CO}_2$  na miesta karboxylácie, bez ktorého nemôže prebiehať fotosyntéza. Naopak najkratšie si  $A_{\text{CO}_2}$  udržal genotyp *T. monococcum* – iba 11 dní. Preto ho hodnotíme ako najslabší genotyp z pohľadu trvania rýchlosti asimilácie. Pri genotype *T. dicoccum* sme zaznamenali kompenzačný bod 14. deň dehydratácie.

Dehydratácia veľmi negatívne vplývala na mezofylovú vodivosť v listoch a dochádzalo k jej znižovaniu vplyvom sucha (obrázok 1.D). Najvyššiu  $g_m$  sme zaznamenali opäť pri druhu Astella. Práve vysoká  $g_m$  môže byť jedným z dôvodov vysokej  $A_{\text{CO}_2}$ , ktorú sme zhodne namerali pri tomto genotype počas pôsobenia stresu. Genotyp *T. monococcum*, podobne ako pri  $A_{\text{CO}_2}$ , mal najnižšiu  $g_m$  účinkom stresu a k jej poklesu prišlo najskôr zo všetkých sledovaných genotypov.

Na základe získaných výsledkov je zaujímavé sledovanie súvislostí medzi dosiahnutými úrovňami jednotlivých parametrov fotosyntézy a vodného stavu a úrovne ploídie konkrétneho genotypu. Zreteľne tak možno odlišiť starší biologický materiál od novšieho, ktorý sa odlišuje v morfológických a anatomických charakteristikách listov (Khramtsova *et al.*, 2003), funkčných charakteristikách a obzvlášť v procesoch fotosyntézy (Khramtsova *et al.*, 2003; Warner, Edwards, 1993), ktoré sa stávajú menej priaznivé na nižších úrovniach ploídie.

## Záver

V práci sme analyzovali vplyv dlhodobiejšieho sucha na fyziologické ukazovatele (osmotický potenciál, relatívny obsah vody, rýchlosť asimilácie  $\text{CO}_2$ , prieduchová vodivosť pre vodu, mezofylová vodivosť listov pre  $\text{CO}_2$ ) jednotlivých druhov pšeníc s rôznou úrovňou ploídie. Zaznamenané boli rozdiely medzi kultúrnou hexaploidnou odrodou Astella a starším biologickým materiálom, kultúrnymi predchodcami pšenice *T. dicoccum* a *T. monococcum* vo všetkých sledovaných parametroch v prospech hexaploidnej modernej odrody Astella. *T. dicoccum* sa javil ako druh citlivejší v porovnaní s hexaploidnou pšenicou. Za najcitlivejší druh sa z hľadiska dosiahnutia kompenzačného bodu fotosyntézy ako aj v parametri mezofylovej vodivosti pre  $\text{CO}_2$  v závislosti od doby pôsobenia postupnej dehydratácie a sily vodného stresu javí *T. monococcum*, avšak druh *T. dicoccum* dosahoval najnižšie hodnoty rýchlosti asimilácie a relatívneho obsahu vody v závislosti od osmotického potenciálu.

**Pod'akovanie:** Táto práca bola podporená projektom č. APVV-0661-10 grantovej agentúry APVV pri MŠ SR.

## Literatúra

GÁBRIŠ, M. 2012. Regulačné mechanizmy v hospodárení rastlín s vodou a uhlíkom vo vzťahu k produktivite v podmienkach sucha. Dizertačná práca, SPU v Nitre, 2012, 124 s.

- GENTY, B. - BRIANTAIS, J.M. - BAKER, N.R. 1989. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron-transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1989;990:87–92.
- HARLEY, P.C. - LORETO, F. - DI MARCO, G. - SHARKEY, T.D. 1992. Theoretical considerations when estimating the mesophyll conductance to CO<sub>2</sub> flux by the analysis of the response of photosynthesis to CO<sub>2</sub>. *Plant Physiology* 98, 1492–1436.
- KHRAMTSOVA, E. V. - KISELEVA, I. S. - LYUBOMUDROVA, E. A. - MALKOVA, N. V. 2001. Optimization of the Leaf Mesophyll Structure in Allopolyploid and Diploid Wheat Species. *Russian Journal of Plant Physiology*, Vol. 50, No. 1, 2003, pp. 19–27. Translated from *Fiziologiya Rastenii*, Vol. 50, No. 1, 2003, pp. 24–33.
- LAISK, A. 1977. Kinetika fotosinteza i fotodyhaniya C<sub>3</sub>-rastenii. (Kinetics of photosynthesis and photorespiration in C<sub>3</sub>-plants). In Moscow: Nauka.
- LAWLOR, D.W. 2002. Limitation to photosynthesis in water stressed leaves: stomata vs. Metabolism and the role of ATP. *Annals of Botany*, 89, 2002, 871-885.
- MATSUOKA, Y. 2011. Evolution of Polyploid Triticum Wheats under Cultivation: The Role of Domestication, Natural Hybridization and Allopolyploid Speciation in their Diversification. *Plant Cell Physiol.* 52(5): 750–764.
- NIINEMETS, U. - DIAZ-ESPEJO, A. – FLEXAS, J. – GALMES, J. – WARREN, C.R. 2009. Role of mesophyll diffusion conductance in constraining potential photosynthetic productivity in the field. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 60, No. 8, 2009, 2249-2270.
- SHARKEY, T. D. 1990. Water stress effects on photosynthesis. In *Photosynthetica* 24, 651 p.
- WARNER, D. A. - EDWARDS, G. E. 1993. Effects of polyploidy on photosynthesis. *Photosynthesis Research* 35:135-147, 1993.

**Adresa autorov:**

Ing. Petra Dreveňáková, Ing. Marek Živčák, PhD., prof. Ing. Marián Brestič, CSc., doc. Ing. Katarína Olšovská, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra fyziológie rastlín, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, e-mail: [katarina.olsovska@uniag.sk](mailto:katarina.olsovska@uniag.sk).

## Identifikácia významných kvalitatívnych vlastností v odrodách pšenice

### Identification of important qualitative characteristics in wheat varieties

Pavol HAUPTVOGEL – Michaela HAVRENTOVÁ

*Eighty three bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars introduced in Slovak Republic between 1919 and 2008 were grown for 2 years (2010 and 2012) at Piešťany (Slovak Republic) in field trials in order to assess the genetic improvement in qualitative parameters.  $\beta$ -D-glucan content, lipid content, fibre and starch content were then measured to assess grain quality. The results showed that differences in quality traits among bread wheat cultivars released in Slovak Republic in the last century are generally similar.*

**Key words:** bread wheat; variety, landraces, quality,  $\beta$ -D-glucan, lipid content;

#### Úvod

Obilniny predstavujú pre prevažnú časť ľudstva základnú potravinu, ktorá je pre nich zdrojom predovšetkým sacharidov, ale taktiež vysokohodnotných bielkovín, vitamínov, minerálnych látok a vlákniny. Ľudská populácia ročne spotrebuje takmer 700 mil. ton pšenice, pričom zabezpečuje približne 40 % potravín, krmivo a malý podiel je využití v priemysle. Za účelom dosiahnutia požadovanej kvality sortimentu cereálnych potravín je možné podľa úžitkových smerov využívať pôvodné a súčasné odrody obilnín. Z tohto pohľadu je možné použiť staré genotypy, a vnieŕ do odrodového sortimentu obilnín a pseudoobilnín určité špecifické vlastnosti vhodné na konkrétny účel využitia (Frančáková, Bojňanská, 2002). Cereálne bielkoviny sú dobrým zdrojom väčšiny esenciálnych aminokyselín, okrem lyzínu a tryptofánu, ktorých obsah je v cereáliách nižší v porovnaní so živočíšnymi bielkovinami. Stráviteľnosť proteínov sa pohybuje v rozmedzí od 80 do 90 % a zvyšuje sa mletím, lúpaním, fermentáciou a klíčením. Lipidy sú minoritnou zložkou cereálnych zŕn, sú však bohaté na esenciálne mastné kyseliny a neobsahujú takmer žiadne nasýtené mastné kyseliny. Bohatým zdrojom nerozpustnej vlákniny je celozrnný chlieb a pod. Zahŕňa aj jeden druh neutráviteľného škrobu, ktorý je označovaný ako rezistentný. Významnou zložkou potravinovej vlákniny sú  $\beta$ -D-glukány a predovšetkým sú veľmi účinnými aktivátormi imunitných procesov.

Cieľom bolo charakterizovať a hodnotiť kvalitatívne ukazovatele ich funkčnú diverzitu v potravinovej vláknine a jej rozpustnej zložky  $\beta$ -D-glukánu s využitím enzymaticko-gravimetrických metód a hodnotenie obsahu celkového škrobu v slovenských odrodách pšenice letnej f. ozimnej.

#### Materiál a metódy

Za účelom zistenia funkčnej diverzity genofondu pšenice letnej f. ozimnej sme hodnotili a na kvalitatívne vlastnosti analyzovali 83 odrôd pšenice slovenského pôvodu. Z kvalitatívnych hodnotení sme sa zamerali na hodnotenie parametrov kvality, a to na  $\beta$ -D-glukánu, lipidov, vlákniny a škrobu. Všetky hodnoty stanovovaných ukazovateľov sa prepočítali na sušinu, ktorá sa určila prístrojom Sartorius MA 45 (Sartorius AG, Goettingen/Germany). Na stanovenie obsahu  $\beta$ -D-glukánu sme použili enzymatický set K-BGLU 04/06 (Megazyme International, Ireland) a obsah celkovej potravinovej vlákniny sme stanovili enzymatickou súpravou K-TDFR 01/05 (Megazyme International, Ireland). Celkové lipidy sme extrahovali pomocou STN 461011-28. Obsah škrobu bol stanovený polarimetrickou metódou podľa Ewersa (STN 461011-37). Po sumarizácii a spracovaní do databáz boli výsledky štatisticky hodnotené softvérovým balíkom MS Office a štatistickým softvérom STATISTICA Cz 9.0.

#### Výsledky a diskusia

Spracovatelia poľnohospodárskej produkcie majú špecifické požiadavky na kvalitu zrna obilnín, ktoré vyplývajú najmä z jednotnej akosti v kontinuálnej veľkovýrobe, požiadaviek zákazníka na kvalitný výrobok a z legislatívnych noriem platných v potravinárstve. V našej práci sme analyzovali dostupné potravinové zdroje v databázach plodín na našom pracovisku. Pre experimenty sme vybrali 83 odrôd pšenice slovenského pôvodu ktoré boli vyšľachtené, registrované a pestované na našom území od r. 1919 až 2008.

Chemické zloženie zrna pšenice je rôznorodé, pričom obsahuje škrob, bielkoviny, tuky, cukry, buničinu, minerálne látky, vitamíny a iné látky.  $\beta$ -D-glukany sú hlavnou časťou endospermu obilnín ako je jačmeň, ovos (s obsahom 3-7 % v zrne), raž a pšenica (s obsahom 0,2-2,0 %). Variačné rozpätie obsahu  $\beta$ -D-glukanov našej práci bolo od 0,42 do 2,06 %, avšak koeficient variability bol veľmi vysoký (25,5065). Škrob ako makromolekulárna látka je syntetizovaný rastlinami ako konečný produkt fotosyntézy rastlín a obsahujú ho najmä zemiaky a obilniny.

Celkový obsah lipidov v zrne pšenice je veľmi malý a pohybuje sa od 2,0 do 2,5 %. Lipidy sú estery trojsýtného alkoholu glycerolu a vyšších mastných kyselín a najviac lipidov sa nachádza v klíčku pšeničného zrna. Poskytujú dvakrát viacej energie ako sacharidy. V hodnotenom súbore slovenských odrôd bol priemerný obsah lipidov 2,37 % s variačným rozpätím od 1,78 do 3,13 % a koeficient variability bol 10,5051.

Vo všeobecnosti sa udáva, že pšenica obsahuje 13 % prevažne nerozpustnej vlákniny obsiahnutej zväčša v otrubách. V našich experimentoch obsah potravinovej vlákniny u odrôd pšenice bol v priemere 12,97 % s variačným rozpätím od 9,02 do 16,80 % a koeficient variability bol 10,1508 (Tab. 1).

Tabuľka 1: Základné štatistické charakteristiky vybraných znakov kvality odrôd pšenice v rokoch 2010 -2012

Znaky a vlastnosti	N	Priemer	Min.	Max.	Koef.prem.	Sm.chyba
β-D-glukánu	166	0,83	0,42	2,06	25,5065	0,0164
Celkový škrobu	249	61,71	51,62	69,88	5,8535	0,2289
Lipidy	166	2,37	1,78	3,13	10,5051	0,0193
Potravinová vlákna	166	12,97	9,02	16,80	10,1508	0,1022

Na stanovené hodnoty obsahu celkového škrobu odrôd pšenice má významný preukazný vplyv odroda a ročník. V obsahu lipidov sme zistili preukazný vplyv odrody a v obsahu β-D-glukánu, potravinovej vlákniny a rezistentného škrobu boli výsledky odrôd štatisticky nevýznamné ( $P > 0,05$ ) (tab. 2). Spracované štatistické analýzy potvrdzujú, že vlastnosti odrody majú v danom prípade významnú úlohu vo vzťahu k ročníku pri obsahu celkového škrobu.

Tabuľka 2: Analýza rozptylu v chemických analýz odrodách pšenice slovenského pôvodu v rokoch 2010 – 2012

Faktor	SS	df	MS	F	Faktor	SS	df	MS	F
GLUK: obsah β-D-glukánu					ŠKROB_C: obsah celkového škrobu				
ACCENAM E	3,38	82	0,0413	0,86	ACCENAME	1136,90	82	13,90	3,10 <sup>+</sup>
Chyba	3,98	83	0,048		TEST_YEAR	1353,90	2	677,00	149,00 <sup>+</sup>
					Chyba	745,20	164	4,50	
VLAKN: obsah potravinovej vlákniny					LIPID: obsah lipidov				
ACCENAM E	144,59	82	1,76	1,03	ACCENAME	7,24	82	0,09	2,45 <sup>+</sup>
Chyba	141,54	83	1,71		Chyba	2,99	83	0,04	
* významnosť $P < 0,05$									

Na produkciu bioetanolu sú vhodné suroviny s vysokým obsahom škrobu, celulózy alebo hemicelulózy, ktoré možno hydrolyzovať na kvasiteľné sacharidy. Pri nadprodukcii obilnín sú práve tieto vhodným substrátom na výrobu palivového etanolu. Za limitnú hranicu rentability sa považuje 65% škrobu v sušine zrna.

Stanovením obsahu β-D-glukánu, lipidov, vlákniny a škrobu v odrodách pšenice slovenského pôvodu sme rozšírili popisnú časť nášho sortimentu v Génovej banke SR. Týmto významným krokom prispejeme k riešeniu úloh Národného programu a to najmä vytváraním pasportných a popisných databáz, k účasti na medzinárodnej spolupráci a relevantnom poskytovaní biologického materiálu pre šľachtenie, výskum a študijné účely.

## Záver

V súbore slovenských odrôd pšenice sme analyzovali významne kvalitatívne ukazovatele. V tomto smere sme rozšírili popisnú časť nášho sortimentu v Génovej banke SR. Priemerný obsah celkového škrobu sa pohyboval od 58,50 do 69,88 %, potravinovej vlákniny od 12,66 do 13,29 % a vysokým obsahom sa vyznačovala odroda Livia. Obsah β-D-glukánu sa pohyboval v rozmedzí 0,42-2,06 % a lipidov 1,78-3,13 %.

**Pod'akovanie:** Práca vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Implementácia výskumu genetických zdrojov rastlín a jeho podpora v udržateľnom rozvoji hospodárstva Slovenskej republiky (ITMS: 26220220097), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Táto práca bola tiež podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0197-10.

## Literatúra

FRANČÁKOVÁ, H. - BOJŇANSKÁ, T.: Staré genotypy pšenice, zdroj významných kvalitatívnych vlastností. Journal of Central European Agriculture, 2002, 2.3-4: 285-292.

## Adresa autorov:

Ing. Pavol Hauptvogel, PhD., RNDr. Michaela Havrlentová, PhD., CVRV Piešťany - Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská 122, 921 01 Piešťany, [hauptvogel@vurv.sk](mailto:hauptvogel@vurv.sk)





**Názov: Hodnotenie genetických zdrojov rastlín pre výživu a poľnohospodárstvo.**

Zborník zo 7. medzinárodnej vedeckej konferencie, Piešťany, 28. mája 2013

Editor: doc. Ing. Daniela Benediková, PhD.

Recenzent: prof. Ing. Anna Jakabová, CSc., SPU Nitra  
prof. RNDr. Tibor Baranec, PhD., SPU Nitra

Typografia: Katarína Kolenová

Vydanie: Prvé

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

Rok vydania: 2013

Počet strán: 88

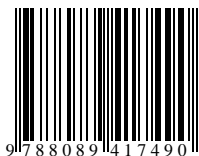
Tlač: CVRV Piešťany

Formát: A4

Náklad: 55 ks

Nepredajné, určené pre vlastnú potrebu

Zborník neprešiel jazykovou úpravou.



**ISBN 978-80-89417-49-0**