

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0156****Genomická selekcia obilnín na suchovzdornosť**Zodpovedný riešiteľ **doc. RNDr. Miroslav Švec, CSc.**Príjemca **Univerzita Komenského v Bratislave - Prírodovedecká fakulta**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Univerzita Komenského v Bratislave - Prírodovedecká fakulta  
NPPC - Výskumný ústav rastlinnej výroby v Piešťanoch  
SPU Nitra

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.) Institute of Experimental Botany (IEB), Czech Academy of Sciences, Centre of the Region Haná for Biotechnological and Agricultural Research (CRH), CZ-779 00 Olomouc, Czech Republic
- 2.) Centre of the Region Haná for Biotechnological and Agricultural Research (CRH), Palacký University, CZ-78371 Olomouc, Czech Republic
- 3.) University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Science, Czech Republic;
- 4.) Bulgarian Academy of Science, Institute of Plant Physiology and Genetics, Sofia, Bulgaria
- 5.) Colegio de Postgraduados, Montecillo, Mexico

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

1. PN Zirnitra, Autor: Pavol Hauptvogel, Iveta Madunická, Peter Hozlár, Edita Gregová, Alžbeta Žofajová, Miroslav Švec, Marián Brestič a Ildiko Matušíková. Rozhodnutie o registrácii odrody č. 380-OOS-2017, 31.07.2018 v Bratislave
2. ) PN-Durgalova; Autor: Pavol Hauptvogel, Iveta Madunická, Ľuboš Nastišin, Alžbeta Žofajová, Miroslav Švec, Marek Živčák, Marián Brestič, Ildiko Matušíková a Jana Moravčíková. Rozhodnutie o registrácii odrody, č. 236-OOS-2018, 21.3. 2018 v Bratislave.
3. ) PN Badurka, Autor: Pavol Hauptvogel, Iveta Madunická, Alžbeta Žofajová, Miroslav Švec, Marián Brestič, Marek Živčák, Ildiko Matušíková, Edita Gregová a Jana Moravčíková. Rozhodnutie o registrácii odrody č.115-00S-2019, 06.02.2019 v Bratislave
4. ) PN Mislina; Autor: Pavol Hauptvogel, Iveta Madunická, Peter Hozlár, Vladimír Meglič, Alžbeta Žofajová, René Hauptvogel, Miroslav Švec, Marián Brestič, Ildiko Matušíková, Edita Gregová a Marek Živčák. Rozhodnutie o registrácii odrody č. 345-00S-2019 v Bratislave.

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. Al-Beyroutiová, M. - Sabo, M. - Sleziak, P. - Dušínský, R. - Birčák, E. - Hauptvogel, Pavol - Kilian, A. - Švec, Miroslav. Evolutionary relationships in the genus *Secale* revealed by DArTseq DNA polymorphism. In: Plant systematics and evolution. - ISSN 0378-2697. - Roč.302, č.8 (2016), s. 1083-1091. - DOI: 10.1007/s00606-016-1318-2.

Dostupné na: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00606-016-1318-2>

2. Bonchev, G. - Dušinský, R. - Hauptvogel, Pavol - Švec, Miroslav. Patterns of evolutionary trajectories and domestication history within the genus *Hordeum* assessed by REMAP markers .In: Journal of molecular evolution. - ISSN 0022-2844. - Roč.84, č.2-3 (2017), s. 116-128. - DOI: 10.1007/s00239-016-9779-z.

3. Ražná, Katarína - Ablakulova, N. - Žiarovská, Jana - Kysel', M. - Cagaň, Ľ. The effect of seed-priming by cobalt-diglycyrhizinate on wheat (*Triticum aestivum* L.) genome. In: Open access journal of agricultural research.- ISSN 2474-8846. –Roč. 7, č. 7 (2018), s. 1-7. Dostupné na: <https://medwinpublishers.com/OAJAR/OAJAR16000184.pdf>

4. Bonchev, G. - Dušinský, Roman - Hauptvogel, Pavol - Gáplovská-Kyselá, Katarína - Švec, Miroslav. On the diversity and origin of the barley complex agriocrithon inferred by iPBS transposon markers. In: Genetic resources and crop evolution. - ISSN 0925-9864. - Roč.66, č.7 (2019), s. 1573-1586.

5. Šajgalík, M.- Ondreičková, K. - Hauptvogel, Pavol - Mihálik, D. - Glasa, M. - Kraic, J. Higher effectiveness of new common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm acquisition by collecting expeditions associated with molecular analyses. In: Sustainability [online]. - ISSN 2071-1050. - Roč.11, č.19 (2019), s. 5270 [13 s].- <https://doi.org/10.3390/su11195270>.

6. Sun, L.- Fu, Q.- Wang, M.- Li, Y.- Fu, T.- Li, W.- Li, G.- Guo, J.- Tan, H.- Zhao, M.- Zhao, F.- Hauptvogel, Pavol - Gregová, E. - Živčáková, M. Characteristics of a New Dwarfing Mutant Yingai 1 in Wheat (*Tr. aestivum*) / In: Hans journal of agricultural sciences. - ISSN 2164-5507. - Roč.10, č.1 (2020), s. 35-42. <https://doi.org/10.12677/hjas.2019.912169>

7. Švec, Miroslav – Korchanová, M.- Kopečná, M.- Dušinský, Roman – Bokor, B. – Bonchev, G. – Žofajová, Alžbeta, Hauptvogel, Pavol, Slaninová, Miroslava, Gáplovská-Kyselá, K.- Kohanová, J.- Kostoláni, D.- Hauptvogel, R. – Valárik, M.- Hudcovicová, M.- Klčová, L.- Kopečný, D.- Květoň, J.- Miklášová, D.- Krúteková, Z.- Záhradníková, E.- Lux, A.- Castañeda, C. L.- Riquelme, I.B. Mutations in the DHN3 Gene and its Enhancer Promote Increased Drought Tolerance in Wheat - in press

8. Hauptvogel, R.- Dušinský, Roman – Bonchev, G.- Slaninová, Miroslava - Gáplovská-Kyselá, K.- Hauptvogel, Pavol – Švec, Miroslav. Effect of drought on quantitative traits of dihaploid lines of bread wheat = Vplyv sucha na kvantitatívne znaky dihaploidných línií pšenice letnej. - in press

### Uplatnenie výsledkov projektu

1.) Identifikovaná mutácia v DHN3 géne umožní selektovať odrody pšenice s vyššou toleranciou voči suchu v rámci šľachtiteľského procesu u nás aj vo svete. Nadizajnované primery Vntr a Aldn budú súčasťou markermi asistovanej selekcie (MAS). Je to postup na základe ktorého budú selektované tolerantné genotypy jednoduchým a lacným spôsobom – techniku PCR môžu v súčasnosti realizovať aj v menej rozvinutých krajinách.

2.) V šľachtiteľskom procese bude možné využiť aj nami navrhnutý algoritmus pre nový index tolerancie voči suchu, ktorý lepšie diferencuje medzi testovanými genotypmi ako dosiaľ najpoužívanejší index DSI.

3.) V šľachtení tritikale bude možné využiť nový genetický zdroj – líniu MHZ-W/12Vntr, do ktorej bola prenesená tolerancia voči suchu z odrody Venturero. Línia bude odovzdaná šľachtiteľom.

4.) V pestovateľskej praxi a aj šľachtení bude možné využiť 4 nové registrované odrody pšenice.

5.) V šľachtiteľskej praxi pšenice bude možné využiť identifikované markery na 4A, 4B a 4D chromozómoch pre tvorbu vyššej HTS v podmienkach sucha.

6.) Šľachtiteľom budú ako genetické zdroje odovzdané línie z tréningovej a kandidátnej populácie s najvyššími hodnotami indexu ESI. Do konca monitoringu projektu v roku 2023 budú šľachtiteľom odovzdané línie s najvyššou hodnotou GEBV z oboch analyzovaných populácií. Línie tritikale budú s pasportnými údajmi odovzdané do Génovej banky SR

7.) Identifikovaná mutácia v DHN3 géne bude v budúcnosti prenesená pomocou techniky CRISPR/Cas9 aj do iných plodín, napríklad jačmeňa siateho.

### Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Riešenie projektu DROMICS bolo zamerané na odhalenie genetickej determinácie tolerancie voči suchu u mexickej odrody Venturero. Zistili sme, že štruktúra génu dehydrín 3

(DHN3) je odlišná u tolerantných a citlivých odrôd. Medzi týmito dvomi skupinami odrôd existujú dve diagnostické mutácie (SNP), z nich jedna je v kódujúcej oblasti génu a druhá v jeho regulačnej oblasti. Gén DHN3 sme klonovali u 67 genotypov pšenice a získali sme jeho kompletnú sekvenciu vrátane sekvencie promotora a cis-enhancera. Mutácia v exone je nesynonymická a v proteíne DHN3 podmieňuje substitúciu histidínu za leucín. Analýza syntetických proteínov u tolerantného a senzitivného proteínu potvrdila existenciu dvoch  $\alpha$ -helixov, ale substitúcia H/L nemá žiadny vplyv na ochranný účinok DHN3 proteínu. Potvrdili sme, že tolerantné genotypy majú v prvých dňoch po indukcii sucha niekoľkonásobne vyššiu expresiu génu ako citlivé genotypy. Realizovali sme genomickú selekciu vytvorením tréningovej populácie vzniknutej z kríženia tolerantnej odrody Venturero a citlivej odrody Aladin. Údaje z fenotypovania a genotypovania 169 DH línií tejto populácie boli spracované metódou GWAS. Identifikovali sme molekulárne DArT markery asociované s QTL pre dĺžku stebľa a hmotnosť tisíc semien, ktoré majú signifikantný vplyv na tieto znaky v podmienkach sucha.

**Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)**

The solution of the DROMICS project was focused on revealing the genetic determination of drought tolerance in the Mexican variety Venturero. We found that the structure of the dehydrin 3 (DHN3) gene is different in tolerant and sensitive varieties. Between these two groups of varieties, there are two diagnostic mutations (SNPs), one in the coding region of the gene and the other in its regulatory region. We cloned the DHN3 gene in 67 wheat genotypes and obtained its complete sequence including the promoter and cis-enhancer sequences. The mutation in the exon is asynonymous and in the DHN3 protein conditions the substitution of histidine for leucine. Analysis of synthetic proteins in the tolerant and sensitive protein confirmed the existence of two  $\alpha$ -helices, but the H / L substitution has no effect on the protective effect of the DHN3 protein. We confirmed that tolerant genotypes have several times higher gene expression in the first days after drought induction than sensitive genotypes. We carried out genomic selection by creating a training population arising from the crossing of the tolerant Venturero variety and the sensitive Aladin variety. Data obtained from phenotyping and genotyping the 169 dihaploid lines of this population were processed by GWAS. We have identified QTL-associated molecular DArT markers for stem length and thousand kernel weight that have a significant effect on these traits under drought conditions.