

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0380-12**

Vegetácia alpínskeho pásma ako indikátor kontaminácie životného prostredia

Zodpovedný riešiteľ **prof. RNDr. Marián Janiga, CSc.**

Príjemca **Výskumný ústav vysokohorskej biológie Žilinskej Univerzity**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Výskumný ústav vysokohorskej biológie Žilinskej Univerzity
2. Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany
3. Fakulta prírodných vied Univerzity sv. Cyrila a Metoda v Trnave
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

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

- 1.
- 2.
- 3.

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

1. Šoltés, R., Dítě, D., Mihálik, D., Ondreičková, K., Hrehová, Z., Maximová, N., Sedláková, B.: Seasonal variation in bryophytes cover in the calcareous mire Belianske Luky, Slovakia. In: Pakistan Journal of Botany, 47(1), 2015, s. 255-262.
2. Sihelská, N., Predajňa, L., Nagyová, A., Šoltys, K., Budiš, J., Gubiš, J., Mrkvová, M., Kraic, J., Mihálik, D., Glasa, M.: Detection and molecular characterisation of Slovak tomato isolates belonging to two recombinant strains of Potato virus Y. In: Acta Virologica, 60, 2016, s. 347-353. doi:10.4149/av_2016_04_347.
3. Partelová, D., Horník, M., Lesný, J., Rajec, P., Kováč, P., Hostin, S.: Imaging and analysis of thin structures using positron emission tomography: thin phantoms and in vivo tobacco

leaves study. In: Applied Radiation and Isotopes, 115, 2016, s. 87-96.

4. Némethy, M., Mihálik, D., Steifetten, Ø., Rošteková, V., Mrkvová, M., Janiga, M., Kraic, J.: Genetic differentiation between local populations of *Ips typographus* in the High Tatra Mountains range. In: Scandinavian Journal of Forest Research, 2017. <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2017.1368697>

5. Mihálik, D., Gubišová, M., Kraic, J., Hudcovicová, M., Havrlentová, M., Moravčíková, J., Glasa, M., Matušíková, I. Introduction of a synthetic *Thermococcus*-derived α -amylase gene into barley genome for increased enzyme thermostability in grains. In: Electronic Journal of Biotechnology, 30, 2017, s. 1-5.

Uplatnenie výsledkov projektu

Vzhľadom na charakter výskumu projektu - základný výskum - dosiahnuté výsledky a výstupy projektu prinášajú dôležité informácie týkajúce sa znečistenia vysokohorských a najmä alpínskych ekosystémov. Z environmentálneho a ekotoxikologického pohľadu predstavujú súbor poznatkov opisujúcich akumuláciu ťažkých kovov (najmä Cd a Pb) v pletivách rastlín alpínskeho pásma, ich distribúciu v rámci vybraných lokalít ako aj ich distribúciu v rámci jednotlivých orgánov odobraných rastlinných druhov. Taktiež získané výsledky môžu napomôcť pri riešení nadväzujúcich aplikačných výskumných zámerov týkajúcich sa predovšetkým uplatňovania fyto-remediačných techník alebo postupov pri remediácii zložiek životného prostredia (pôda, voda) kontaminovaných ťažkými kovmi. Využitie rastlín pri odstraňovaní kontaminantov typu ťažkých kovov alebo rádionuklidov z rozsiahle kontaminovaných plôch predstavuje ekonomicky najvýhodnejšiu remediačnú metódu a častokrát jedinou relevantnú. To však vyžaduje mať vhodné rastlinné druhy, ktoré vykazujú vlastnosti ako napr. rýchly rast, nenáročnosť pestovania, významnú tvorbu nadzemnej biomasy a koreňového systému a samozrejme odolnosť tolerovať zvýšené koncentrácie ťažkých kovov, resp. schopnosť zvýšenej translokácie kovov do nadzemných častí. Rastlinné druhy, ktoré by vykazovali všetky uvedené vlastnosti alebo schopnosti pre tieto účely prakticky v prírode neexistujú. Z tohto dôvodu tu existuje potreba získať geneticky modifikované rastliny, ktoré by mohli spĺňať vyššie uvedené charakteristiky. Z hľadiska tolerancie rastlín k vyšším koncentráciám kovov v pôde alebo v pletivách rastlín ako aj schopnosti translokácie kovov do nadzemných častí sú veľmi zaujímavými druhmi práve rastliny alpínskeho pásma. Dosiahnuté výsledky projektu môžu napomôcť pri získavaní takých rastlín, ktoré spĺňajú parametre vychádzajúce z požiadaviek jednotlivých fyto-remediačných metód. V tomto smere ide najmä o realizovaný skrining a selekciu rastlín alpínskeho pásma vhodných ako donorov dôležitých genetických znakov pre tieto účely.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

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

Riešenie projektu v zmysle naplnenia stanovených cieľov prinieslo výsledky týkajúce sa predovšetkým výberu a analýzy lokalít alpínskeho pásma potenciálne kontaminovaných ťažkými kovmi (najmä Cd a Pb). V tomto kontexte sa uskutočnil skrining v podobe in situ analýzy prítomnosti ťažkých kovov pomocou röntgenovej fluorescencie v nasledovných odberových miestach: Brestová, Zadné meďodoly, Kopské sedlo, Chopok, Martinské hole, Suchý, Košiare-Pastviny, Veľké Biele pleso, Chata pri Zelenom plese, Dolina Zeleného plesa, Velická dolina, Sivý vrch a Kriváň. Detailnejšej kvantitatívnej analýze sa podrobilo 190 vzoriek rastlinnej biomasy a 41 vzoriek substrátu. Botanicky bolo identifikovaných viac ako 20 druhov rastlín, z ktorých sa pre ďalšiu, detailnejšiu celomickú a toxikologickú analýzu vybrali rastliny brusnice obyčajnej (*Vaccinium vitis-idaea*), brusnice čučoriedkovej (*Vaccinium myrtillus*) a zvončeka alpínskeho (*Campanula alpina*). V rámci toxikologických analýz boli ako modelové a porovnávacie druhy rastlín použité rastliny rodu *Nocaeae* (*N. cearulescens*, *N. arvense* a *N. rotundifolium*). Boli in silico analyzované sekvencie génov zodpovedajúcich za fytocheletáciu a fyto-remediáciu. V rámci genomických analýz bola realizovaná optimalizácia podmienok pre next generation sequencing. V ďalšom štádiu riešenia projektu boli optimalizované postupy klonovania génov a ich transfer do hostiteľského organizmu, kde bola sledovaná expresia

génu na transkriptomickej úrovni. Toxikologická analýza u vyššie uvedených druhov rastlín zahŕňala kvantitatívnu charakterizáciu akumulčných schopností rastlín v zmysle príjmu a translokácie ťažkých kovov (Cd a Zn) a rádionuklidov (^{137}Cs a ^{60}Co), ako aj fyziologicko-biochemickú charakterizáciu zvýšenej akumulácie toxických kovov v pletivách rastlín.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku

(max. 20 riadkov)

The solution of the project in terms of meeting the proposed objectives allowed to obtain the results mainly concerning the selection and analysis of localities of alpine zone potentially contaminated with heavy metals (in particular Cd and Pb). In this context, screening realized by in situ analysis of the heavy metals presence by X-ray fluorescence was carried out in the following sampling sites: Brestová, Zadné meďodoly, Kopské sedlo, Chopok, Martinské hole, Suchý, Košiare-Pastviny, Veľké Biele pleso, Chata pri Zelenom plese, Dolina Zeleného plesa, Velická dolina, Sivý vrch, and Kriváň. Detailed quantitative analysis was performed on 190 samples of plant biomass and 41 samples of the substrate. More than 20 plant species have been botanically identified. For further, more detailed cellular and toxicological analysis plants of cowberry (*Vaccinium vitis-idaea*), European blueberry (*Vaccinium myrtillus*) and alpine bellflower (*Campanula alpina*) were chosen. Within the toxicological analyses, plants of the genus *Nocaeae* (*N. cearulescens*, *N. arvense* and *N. rotundifolium*) as a model and comparative plant species were also used. The sequences of genes corresponding to phytochelation and phytoremediation were in-silico analyzed. Within the genomic analyses, optimization of condition for next generation sequencing was carried out. In the next stage of the project solution, procedures of gene cloning and their transfer into the host organism were optimized, where the expression of the gene at the transcriptomic level was evaluated. Toxicological analysis of the abovementioned plant species included a quantitative characterization of accumulation abilities of plants in terms of the uptake and translocation of heavy metals (Cd and Zn) and radionuclides (^{137}Cs and ^{60}Co), as well as the physiological and biochemical characterization of increased accumulation of toxic metals in plant tissues.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

prof. RNDr. Marián Janiga, CSc.

V Tatranskej Javorine 23. 10. 2017

Štatutárny zástupca príjemcu

Dr. h. c. prof. Ing. Tatiana Čorejová, PhD.

V Žiline 23. 10. 2017

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu