



Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-17-0164**

Potenciál kremíka na zmiernenie toxicity arzénu a antimónu pri kultúrnych rastlinách

Zodpovedný riešiteľ **RNDr. Marek Vaculík, PhD.**

Príjemca **Univerzita Komenského v Bratislave - Prírodovedecká fakulta**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Hlavné riešiteľské pracovisko: Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave
Spoluriešitelia: Botanický ústav Centra biológie rastlín a biodiverzity SAV v Bratislave,
Chemický ústav SAV v Bratislave

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Vienna University, Faculty of Natural Sciences, Dept. of Cell Physiology and Scientific Film,
Lab. of Cell Imaging and Ultrastructure Research, Rakúsko
Catholic University in Porto, Department of Biology and Fine Chemistry, Porto, Portugalsko

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

-

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

1. Bokor B, Soukup M, Vaculík M, Vd'ačný P, Weidinger M, Lichtscheidl I, Vavrova S, Soltys K, Sonah H, Deshmukh R, Belanger RR, White PJ, El-Serehy HA, Lux A. 2019. Silicon uptake and localisation in date palm (*Phoenix dactylifera*) - A unique association with sclerenchyma. *Frontiers in Plant Science* 10: 988 (IF 4.1)
2. Vaculík M, Lukačová Z., Bokor B, Martinka M, Tripathi DK, Lux A. 2020. Alleviation mechanisms of metal(loid) stress in plants by silicon: a review. *Journal of Experimental Botany*, 71, 6744-6757. (IF 5,9)
3. Lux A, Lukačová Z, Vaculík M, Švubová R, Kohanová J, Soukup M, Martinka M, Bokor B. 2020. Silicification of root tissues. *Plants* 9, 111. (IF 2,7)
4. Tripathi DK, Singh VP, Lux A, Vaculík M. 2020. Silicon in plant biology: from past to present, and future challenges. *Journal of Experimental Botany*, 71, 6699-6702. (IF 5,9)
5. Tripathi D.K., Vishwakarma K., Singh V.P., Prakash V., Sharma S., Muneer S., Nikolic M., Deshmukh R., Vaculík M., Corpas F.J. 2021. Silicon crosstalk with reactive oxygen species, phytohormones and other signaling molecules. *Journal of Hazardous Materials* 408, 124820. (IF 10.6)
6. Shetty R., Vidya C.S.-N., Weidinger M., Vaculík M. 2021. Silicon alleviates antimony phytotoxicity in giant reed (*Arundo donax* L.). *Planta* 254, 100. (IF 4.1)
7. Mišúthová A., Slováková, Kollárová K., Vaculík M. 2021. Effect of silicon on root growth, ionomics and antioxidant performance of maize roots exposed to As toxicity. *Plant Physiology and Biochemistry* 168, 155–166. (IF 4.3)

8. Shetty R., Vidya C.S.-N. Vaculík, M. 2021. Comparison of the single and combined effects of arsenic and antimony on growth and physiology of giant reed (*Arundo donax* L.). *Environmental Science and Pollution Research* 28, 55476–55485. (IF 4.2)
9. Lukacova Z., Bokor B., Vavrova S., Soltys K., Vaculik M. 2021. Divergence of reactions to arsenic (As) toxicity in tobacco (*Nicotiana benthamiana*) plants: A lesson from peroxidase involvement. *Journal of Hazardous Materials* 417, 126049. (IF 10.6)
10. Bokor B., Santos C.S., Kostoláni D., Machado J, Nunes da Silva M, Carvalho SMP, Vaculík M., Vasconcelos M.W. 2021. Mitigation of climate change and environmental hazards in plants: Potential role of the beneficial metalloid silicon. *Journal of Hazardous Materials* 416, 126193. (IF 10.6)
11. Yadav V., Arif N., Kováč J., Singh VP, Tripathi DK, Chauhan DK, Vaculík M. 2021. Structural modifications of plant organs and tissues by metals and metalloids in the environment: A review. *Plant Physiology and Biochemistry* 159, 100–112. (IF 4.3)
12. Chirrapurathu SNV., Shetty R., Vaculíková M., Vaculík M. 2022. Antimony toxicity in soils and plants, and mechanisms of its alleviation. *Environmental and Experimental Botany* 202, 104996. (IF 6.0)

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu nájdú široké uplatnenie ako v oblasti základného výskumu a vývoja, tak aj vo výchovno-vzdelávacom procese i v praxi. Získané výsledky o toxickom pôsobení arzenu a antimónu a možnostiach zmierňovania ich toxicity pomocou kremíka môžu byť využité v poľnohospodárstve pri pestovaní plodín, ich vhodnom výbere a ochrane pred pôsobením abiotického stresu, ďalej v potravinárskom priemysle pri produkcii zdraviu bezpečnejších potravín, ako aj v oblasti ochrany prírody a krajiny a pri posudzovaní negatívnych vplyvov abiotických stresových faktorov, najmä pôsobenia ťažkých kovov a polokovov, na jednotlivé zložky životného prostredia.

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

V rámci projektu sme realizovali veľké množstvo experimentov s rôznymi plodinami a kultúrnymi rastlinami pestovanými pri veľkom spektre experimentálnych podmienok, čo prinieslo úrodu v podobe cenného množstva informácií a poznatkov, ktoré sa za tento čas získali a väčšinu z nich sme stihli aj publikovať formou originálnych článkov, prehľadných review článkov, ako aj formou príspevkov a vystúpení na domácich a zahraničných konferenciách. Ako hlavné výsledky projektu považujeme získané cenné poznatky o negatívnom vplyve antimónu a arzenu na rast a tvorbu biomasy, tvorbu chlorofylu a fungovanie fotosyntetického aparátu, ako aj antioxidačnú odpoveď rastlín vystavených stresu z týchto prvkov. Pochopenie toxického pôsobenia týchto dvoch polokovov bolo nevyhnutné pre správnu aplikáciu kremíka a štúdium vzájomnej interakcie týchto prvkov. V rámci naplnenia deklarováných cieľov sa nám tiež podarilo porovnať mieru fytoxicity As a Sb s účinkami iných toxických prvkov a ťažkých kovov a doplniť mozaiku chýbajúcich informácií o toxických účinkoch As a Sb na rast a vývin mnohých kultúrnych rastlín, najmä kukurice, ciroka, pšenice, tabaku ako aj topoľa a druhu *Arundo donax*. V neposlednom rade sme objasnili viaceré otázky ohľadom funkčného zapojenia Si do jednotlivých fyziologických a biochemických procesov v rastlinách vystavených účinku toxických prvkov a čiastočne sa nám podarilo overiť vhodnosť aplikácie Si na poľnohospodárske plodiny pestované v pôdach z kontaminovaných oblastí Slovenska. Deklarované ciele projektu sa nám podarilo splniť, čoho dôkazom je 12 zahraničných karentovaných publikácií, na ktoré evidujeme relatívne slušné množstvo citácií, ako aj ďalšie relevantné výstupy, či už formou prezentácií výsledkov na konferenciách alebo v podobe úspešne vyškolených študentov všetkých troch stupňov štúdia, ktorí sa na realizácii projektu tiež podieľali.

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

Within this project we have performed a whole spectrum of experiments with various crops and cultural plants grown in a plethora of experimental conditions. This effort was acknowledged by compilation of whole spectra of knowledge, most of which were already published as original manuscripts, review papers, or as presentation on domestic and

international conferences. As main findings we consider valuable knowledge about negative influence of antimony and arsenic on the plant biomass, chlorophyll synthesis and photosynthetic apparatus, as well as antioxidant response of plants that are exposed to stress caused by toxic doses of these non-essential metalloids. Understanding of the toxic influence of arsenic and antimony was necessary for optimal application of silicon and study of their interaction. In respect to fulfill the aims of the project, we succeed to compare the phytotoxicity of As and Sb with effects of other toxic elements and heavy metals, as well as fulfill the mosaic of missing knowledge about toxicity of As and Sb on growth and development of various important crops and cultural plants, like maize, sorghum, wheat, tobacco, poplar or *Arundo donax*. Last but not least, we found out some questions related with the engagement of Si in individual physiological and biochemical processes in plants exposed to toxic elements, and partially we proved the reliability of Si application to agricultural plants grown in contaminated substrates from Slovakia. We have successfully reached the declared aims of the project, that is also documented by 12 papers published in international peer-reviewed CC papers, by relatively high number of citations to these papers, as well as by other relevant project outputs, like several presentations at domestic and foreign conferences or educated students of all three degrees that were involved in the project activities as well.