

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-16-0306**

Identifikácia environmentálnej zraniteľnosti a adaptívneho potenciálu populácií smreka (Picea abies Karst. L.) v podmienkach meniacej sa klímy.

Zodpovedný riešiteľ **RNDr. Ľubica Ditmarová, PhD.**

Príjemca **Ústav ekológie lesa SAV**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Ústav ekológie lesa SAV vo Zvolene
Technická univerzita vo Zvolene

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Na riešení projektu nespôlpracovalo zahraničné pracovisko.

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

Pri riešení projektu neboli podané ani udelené patentové prihlášky alebo úžitkové vzory.

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

Publikácie v zahraničných karentovaných časopisoch

1. JAMNICKÁ, Gabriela - FLEISCHER JR., P. - PŠIDOVÁ, Eva - KONÔPKOVÁ, Alena - KUČEROVÁ, Jana - KURJAK, Daniel - ŽIVČÁK, Marek - DITMAROVÁ, Ľubica. Norway spruce (*Picea abies* L.) provenances use different physiological strategies to cope with water deficit. In *Forests*, 2019, vol. 10, no. 8, art. no. 651. ISSN 1999-4907.
2. HRIVNÁK M, KRAJMEROVÁ D, GÓMÖRY D. Lack of signals of selection at candidate loci at a small geographical scale along a steep altitudinal gradient in Norway spruce (*Picea abies* Karst.). *Acta Biologica Cracoviensia s. Botanica*, 2019, 61(1): 43-51
- FLEISCHER P., HOLKO L., CELER S., ČEKOVSÁ L., ROZKOŠNÝ J., ŠKODAP., OLEJÁR L., FLEISCHER P. Carbon Balance and Streamflow at a Small Catchment Scale 10 Years after the Severe Natural Disturbance in the Tatra Mts, Slovakia. In *Water*, 2020, 12(10), p. 2917.
3. HROŠŠO B., MEZEI P., POTTERF M., MAJDÁK A., BLAŽENEC M., KOROLYOVA N., JAKUŠ R. Drivers of Spruce Bark Beetle (*Ips typographus*) Infestations on Downed Trees after Severe Windthrow. In *Forests*, 2020, 11(12), p.1290.
4. KONOPKOVA A., HUDOKOVA H., JEŽEK M., KURJAK D., JAMNICKA G., DITMAROVA L., GOMORY D., LONGAUER R., TOGNETTI R., PSIDOVA E. Origin rather than mild drought stress influenced chlorophyll a fluorescence in contrasting silver fir (*Abies alba* Mill.) provenances. In *Photosynthetica*, 2020, 58, p. 549–559.
5. KONÔPKOVÁ A., PŠIDOVÁ E., KURJAK D., STOJNIĆ S., PETRÍK P., FLEISCHER JR P., KUČEROVÁ J., JEŽÍK M., PETEK A., GÓMÖRY D., KMEŤ J., LONGAUER R.,

- DITMAROVÁ Ľ. Photosynthetic performance of silver fir (*Abies alba*) of different origins under suboptimal growing conditions. In *Functional Plant Biology*, 2020, 47, p.1007.
6. LEŠTIANSKA A., FLEISCHER P., MERGANIČOVÁ K., FLEISCHER P., STŘELCOVÁ K. Influence of Warmer and Drier Environmental Conditions on Species-Specific Stem Circumference Dynamics and Water Status of Conifers in Submontane Zone of Central Slovakia. In *Water*, 2020, 12(10), p. 2945.
7. LEŠTIANSKA A., FLEISCHER P. JR., FLEISCHER P., MERGANIČOVÁ K., STŘELCOVÁ K. Interspecific variation in growth and tree water status of conifers under water-limited conditions. In *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 2020, 68 (4), p.368–381
8. JEŽÍK M., BLAŽENEC M., MEZEI P., SEDMÁKOVÁ D., SEDMÁK R., FLEISCHER JR. P., FLEISCHER P., BOŠEĽA M., KURJAK D., STŘELCOVÁ K., DITMAROVÁ Ľ. Influence of weather and day length on intra-seasonal growth of Norway spruce (*Picea abies* L. (Karst.)) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a natural montane forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 2021, DOI: 10.1139/cjfr-2020-0067
9. PETER PETRÍK, PETER FLEISCHER, ANJA PETEK, ALENA KONÔPKOVÁ, DANIEL KURJAK. Seasonal acclimation of PSII thermostability via pigments ratio adjustment of Norway spruce (*Picea abies*). In *Proceedings*, 2021, 68, x. <https://doi.org/10.3390/xxxxx>
- Vedecké práce publikované v recenzovaných vedeckých časopisoch v SR
WOS a SCOPUS:
1. GÖMÖRY D., KRAJMEROVÁ D., HRIVNÁK M., LONGAUER R. Assisted migration vs. close-to-nature forestry: what are the prospects for tree populations under climate change? In *Cent. Eur. For. J.*, 2020, 66 (2), p.63-70.
2. KONÔPKOVÁ A., VEDERNIKOV K. E., ZAGREBIN E. A., ISLAMOVA N. A., GRIGORIEV R. A., HÚDOKOVÁ H., PETEK A., KMEŤ J., PETRÍK P., PASHKOVA A. S., ZHURAVLEVA A. N., BUKHARINA I. L. Impact of the European bark beetle *Ips typographus* on biochemical and growth properties of wood and needles in Siberian spruce *Picea obovata*. In *Central European Forestry Journal*, 2020, 66(4), p.243-254.
3. JAMNICKÁ G., KONÔPKOVÁ A., FLEISCHER P., KURJAK D., PETRÍK P., PETEK A., HÚDOKOVÁ H., FLEISCHER P., HOMOLOVÁ Z., JEŽÍK M., DITMAROVÁ, Ľ. Physiological vitality of Norway spruce (*Picea abies* L.) stands along an altitudinal gradient in Tatra National Park. In *Cent. Eur. For. J.*, 2020, 66(4), p.227-242.
- Ostatné:
1. ŠTEFANEC M., KONÔPKOVÁ A., KURJAK D. Porovnanie rôznych spôsobov hodnotenia prieduchovej charakteristik. In *Acta Facultatis Forestalis* 62(2), p.35-44. Publikácie, ktoré vznikli s podporou projektu a boli zaslané v roku 2021 do medzinárodných vedeckých časopisov
1. HRIVNÁK M, KRAJMEROVÁ D, KURJAK D, KONÔPKOVÁ A, MAGNI F, SCAGLIONE D, DITMAROVÁ Ľ, JAMNICKÁ G, MAREŠOVÁ J, GÖMÖRY D: Differential associations between nucleotide polymorphisms and physiological traits in Norway spruce (*Picea abies* Karst.) provenances under contrasting water regimes. *Forestry*, 2021 (submitted)
2. HANA HÚDOKOVÁ, PETER PETRÍK, ANJA PETEK, ALENA KONÔPKOVÁ, ADRIANA LEŠTIANSKA, KATARÍNA STŘELCOVÁ, JAROSLAV KMEŤ, DANIEL KURJAK. Heat-stress response of photosystem II in five ecologically important tree species of European temperate forests. *Polish Journal of Ecology*, 2021 (submitted)
- Vzhľadom na veľký rozsah dosiaľ nepublikovaných dát získaných v rámci riešenia projektu, je reálny predpoklad, že v nasledujúcom období budú tieto využité pre tvorbu ďalších vedeckých publikácií a prezentácií na významných vedeckých podujatiach.
- Vedecké práce uverejnené v recenzovaných zborníkoch z domácich konferencií
1. GÖMÖRY D, KURJAK D, KRAJMEROVÁ D, HRIVNÁK M. Odolnosť fotosyntézy voči vysokým teplotám u lesných drevín. In: Sušková M (ed.) *Lesné semenárstvo, škôlkárstvo a umelá obnova lesa 2019*. Združenie lesných škôlkárov, Snina, Zborník referátov z medzinárodnej konferencie, 19.-20.6.2019 Liptovský Ján, ISBN 978-80-972697-2-2
- Vedecké práce uverejnené v recenzovaných zborníkoch zo zahraničných konferencií
1. JEŽÍK, Marek – BLAŽENEC, Miroslav – JAMNICKÁ, Gabriela - STŘELCOVÁ, Katarína – FLEISCHER, Peter, Jr. – DITMAROVÁ, Ľubica. Odozva sezónnej dynamiky prírastku obvodov kmeňov buka a smreka na variabilitu počasia vo vysokohorskom prírodnom lese počas rokov 2017-2018 na základe proxy dát extrahovaných z dendrometrov. Intra-seasonal response of beech and spruce stem circumference increments to weather variability in

montane natural forest during 2017-2018 based on proxies extracted from dendrometers. In „Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2019“: recenzovaný sborník příspěvků. Editor František Hnilička. - Praha, 4.-5. září 2019, pp. 57-60. ISBN 978-80-213-2949-2, 978-80-89408-35-1.

2. JEŽÍK, Marek - SEDMÁKOVÁ, Denisa - SEDMÁK, Róbert - BOŠELA, Michal - STŘELCOVÁ, Katarína - BLAŽENEC, Miroslav - DITMAROVÁ, Ľubica. Intra-seasonal beech chronologies response to weather variability during twelve consecutive seasons at high altitude in Poľana Mts., Western Carpathians, based on proxies extracted from dendrometers. In Proceedings of the Tree-rings in archaeology, climatology and ecology : TRACE 2019 : 7-11 May 2019, San Leucio-Caserta, Italy, p.(Trace 2019 : Tree rings in archaeology, climatology and ecology).

3. GÖMÖRY D, KRAJMEROVÁ D, LONGAUER R, HRIVNÁK M. Genetické a epigenetické aspekty fenologické adaptácie populácií smrku ztepilého a buku lesného na klimatické podmienky lokality pôvodu. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds): Fenologie, její význam a užití. Modrá 11.–12.4.2019, VÚMOP v.v.i. Praha, ISBN 978-80-87361-83-2

4. LEŠTIANSKA A., FLEISCHER P. JR., FLEISCHER P., STŘELCOVÁ K., MERGANIČOVÁ K. Intra-annual radial growth patterns of two species of *Larix decidua* and *Abies alba* in relation to water limitations. In: de Mattos P. P. et al. (eds.), 2019: Forest research and Cooperation for Sustainable Development. Pesq. Flor. Bras., Colombo, v. 39, e201902043, Special issue of the Brazilian Journal of Forestry Research, XXV IUFRO World Congress, 29 Sept – 5 October 2019, Curitiba, PR, Brazil, Abstracts: 768 p.

Vzhľadom na veľký rozsah dosiaľ nepublikovaných dát získaných v rámci riešenia projektu, je reálny predpoklad, že v nasledujúcom období budú tieto využité pre tvorbu ďalších vedeckých publikácií a prezentácií na významných vedeckých podujatiach.

Uplatnenie výsledkov projektu

- v skríningu a identifikácii genetických zdrojov lesných drevín zameraných na toleranciu a adaptáciu na sucho a vysoké teploty
- možnosť integrácie stanovených fyziologických a rastových znakov populácií smreka odlišného geografického pôvodu priamo do hodnotenia porovnávacích výsadiieb aj do hľadania genetického podkladu známych geografických trendov premenlivosti rastových a adaptívnych znakov
- v rozvoji aplikácií fenotypovania pre detailnejšie poznanie a identifikáciu zraniteľnosti rastlín na environmentálne stresy
- pri rozvoji vedeckej školy Stresovej fyziológie rastlín a Fyziológie a patofyziológie lesných drevín na ÚEL SAV a Lesníckej fakulte TU vo Zvolene

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

Hodnotenie adaptívneho potenciálu genetických zdrojov smreka a zvyšovanie jeho adaptability v podmienkach meniacej sa klímy vystupuje ako kľúčový faktor pre prežitie a kontinuitu smrekových ekosystémov. V rámci riešeného projektu sme hodnotili mieru ohrozenia vybraných populácií smreka stresovými vplyvmi (najmä stres zo sucha) prostredníctvom moderných diagnostických metód, ktoré umožňujú kvantifikovať fyziologické procesy v pozadí rastu a prežívania stromov.

V rámci riešeného projektu sme identifikovali mieru zraniteľnosti a adaptívneho potenciálu vybraných populácií smreka na kritické hodnoty niektorých faktorov prostredia – najmä sucha a vysokej teploty, prostredníctvom simulovaných experimentov v kontrolovaných podmienkach i v podmienkach prírodných horských lesov. Verifikovali sme odlišné stratégie populácií smreka (v rámci výškového gradientu) na fyziologickej úrovni - spojené najmä s fotosyntetickou výkonnosťou – voči suchu. V podmienkach Slovenska i strednej Európy bol prvýkrát testovaný a aplikovaný systém automatizovaného fenotypovania na indikáciu miery odozvy smreka na stres zo sucha.

Za najdôležitejší výsledok riešenia projektu považujeme verifikáciu odlišných fyziologických stratégií a regulačných mechanizmov u testovaných populácií smreka (v rámci výškového gradientu) - spojené najmä s fotosyntetickou výkonnosťou, produkciou sekundárnych metabolitov i rastovou odozvou voči suchu a vysokej teplote. Uvedený poznatok môže prispieť k lepšiemu objasneniu environmentálnej zraniteľnosti populácií smreka rozdielného geografického pôvodu v priamej nadväznosti na extrémne prejavy meniacej sa klímy

(opakujúce sa periódy sucha, teplotný stres a ďalšie stresové faktory, ktoré spolupôsobia v horských smrekových ekosystémoch).

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

Assessing the adaptive potential of spruce genetic resources and increasing its adaptability in a changing climate is a key factor for the survival and continuity of spruce ecosystems. As part of the project, we evaluated the degree of threat to selected spruce populations from stress (especially drought stress) through modern diagnostic methods that allow quantification of physiological processes in the background of tree growth and survival. As part of the project, we identified the degree of vulnerability and adaptive potential of selected spruce populations to critical values of some environmental factors - especially drought and high temperatures, through simulated experiments in controlled conditions and in the conditions of natural mountain forests. We verified different strategies of spruce populations (within the altitude gradient) at the physiological level - associated mainly with photosynthetic performance - against drought. In the conditions of Slovakia and Central Europe, an automated phenotyping system was tested and applied for the first time to indicate the degree of response of spruce to drought stress

The most important result achieved in the project is a verification of different physiological strategies and regulatory mechanisms in the tested spruce populations (within the altitude gradient) connected mainly with photosynthetic performance, production of secondary metabolites and growth response to drought. This finding may contribute to better elucidating the environmental vulnerability of spruce populations of different geographical origins in direct relation to the extreme manifestations of a changing climate (recurring periods of drought, heat stress and other stressors that interact in mountain spruce ecosystems).