

Aktivita pôdných mikroorganizmov ovplyvnená výskytom *Fallopia japonica*

GABRIELA PINČÁKOVÁ¹, LENKA BOBULSKÁ^{2*}, MICHAELA JAKUBSCIKOVÁ³, ANDREA ČEREVKOVÁ³, MAREK RENČO³ & LENKA DEMKOVÁ²

¹Department of Biology, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov, 17. novembra 1, 081 16 Prešov, Slovakia,

²Department of Ecology, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov, 17. novembra 1, 081 16 Prešov, Slovakia,

³Parazitologický ústav, Slovenská Akadémia Vied, v.v.i., Puškinova 6, 040 01 Košice, Slovakia

Abstract. Activity of soil microorganisms affected by occurrence of *Fallopia japonica*

The present work deals with the activity of microorganisms in sites that are invaded by *Fallopia japonica* in eastern of Slovakia. The aim of the study was to determine physico-chemical (soil pH, organic carbon content, total nitrogen content, soil gravimetric moisture) and microbial parameters (soil respiration, enzymes: β -glucosidase, FDA hydrolase, acid and alkaline phosphatase) that influence quality and health of soil ecosystem. The study was carried out within three climate localities represented by warm, mediate warm and cold conditions. Significant correlations were found between the parameters depending on location and altitude. Our results show that invasive plant species significantly alter the values of physicochemical and microbial parameters.

Keywords: invasive plants, physico-chemical parameters, microbial indices, enzymatic activity

Úvod

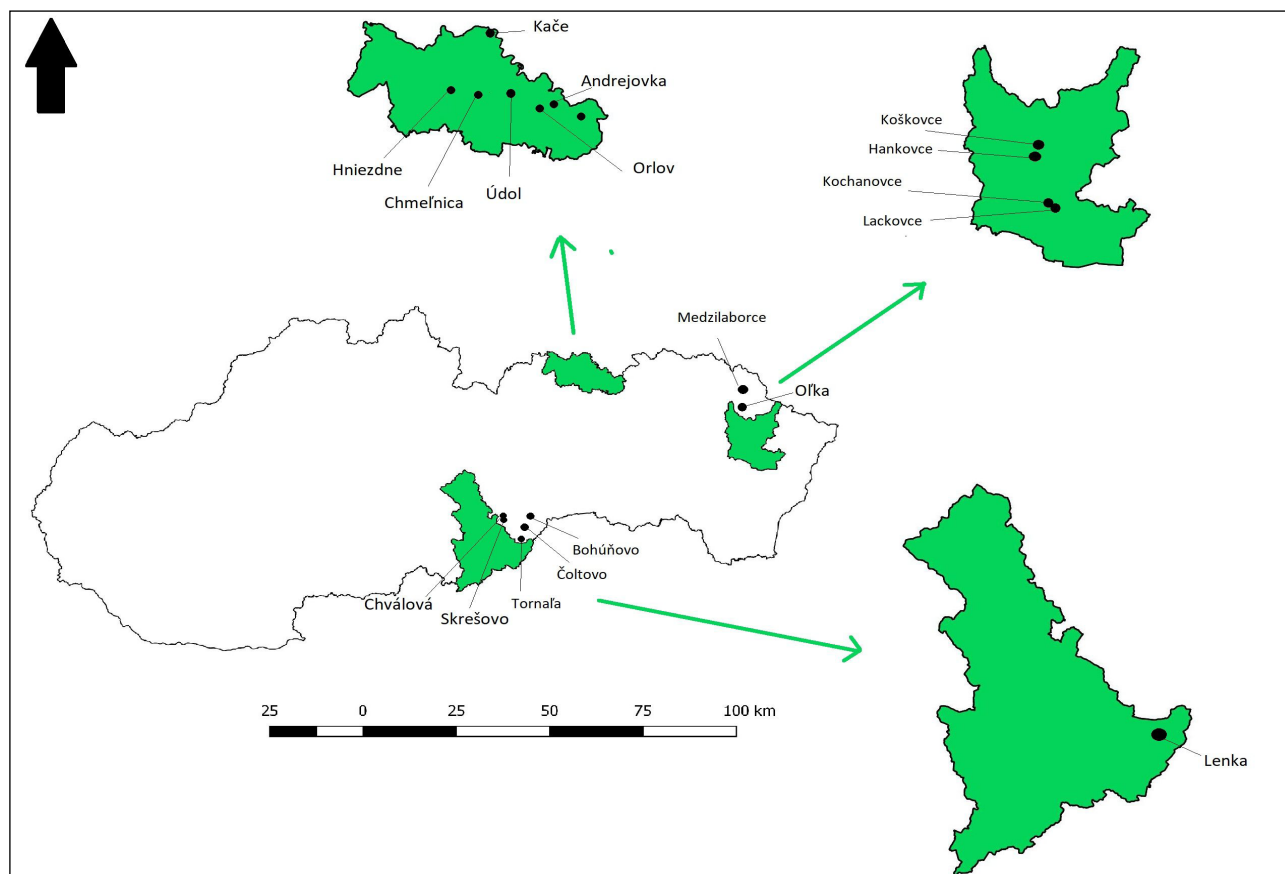
Pôda je nenahraditeľným prírodným zdrojom, ktorý umožňuje produkovať suroviny a potraviny, filtruje a zadržáva vodu, zabezpečuje kolobeh látok v prírode, udržiava diverzitu rastlín a živočíchov a formuje kvalitu životného prostredia (Fazekašová & Bobuľská 2012). Každá pôda má svoje fyzikálne, biologické a chemické vlastnosti, ktoré ovplyvňujú kvalitu a zdravie pôdy (Javoreková 2008). Pod pojmom kvalita pôdy rozumieme schopnosť pôdy fungovať v rámci ekosystému, udržiavať kvalitu prostredia a podporovať zdravie rastlín, živočíchov a človeka (Yakovchenko et al. 1996). Kvalitu odvodzujeme zo zmien jej parametrov (indikátorov) (Wick et al. 2002). Často využívané sú biologické parametre pôdy (Fazekašová & Bobuľská 2012), najčastejšie a najefektívnejšie sú mikrobiologické charakteristiky, ktoré vďaka svojej reaktivite, generačnej dobe a diverzite pôdnej mikroflóry umožňujú okamžitú reakciu na rôzne podnety prostredia (Kubát et al. 2002). Medzi významné mikrobiálne parametre patrí: pôdna respirácia, pôdna mikrobiálna biomasa, aktivita pôdných enzýmov a pod. (Fejér & Bobuľská 2015). Pojem invázia, odvodený od lat. slova „*invado*“, znamená vpadnúť alebo násilne vstupovať (Cvachová & Gojdičová 2003). Invázie sú prítomné vo všetkých biotopoch (Záhorská 2016). Vytlačajú domáce druhy, čím menia štruktúru a funkciu pôvodného ekosystému (Nentwig 2014). Cieľom tejto práce bolo stanoviť aktivitu pôdných mikroorganizmov v porastoch invadovaných druhom *Fallopia japonica* na území troch klimatických oblastí východného Slovenska.

Materiál a metódy

Odbery pôdných vzoriek boli realizované v troch klimatických oblastiach (Obrázok 1): Stará Lubovňa

(okolie rieky Poprad), Humenné (okolie rieky Laborec) a Rimavská Sobota (okolie rieky Slaná). Pre vyššie uvedené lokality platí, že boli výrazne invadované rastlinou *Fallopia japonica*. Na všetkých troch výskumných lokalitách bolo stanovených 20 odberných miest (10 pre invadované a 10 pre neinvadované porasty) s rozmerom 1 m x 1 m, čo predstavovalo celkovo 60 pôdných vzoriek. Každá vzorka pozostávala z troch čiastkových vzoriek odobratých z hĺbky 0,1 – 0,2 m, ktoré boli následne po odbere vzoriek homogenizované. Pred samotnými analýzami boli všetky vzorky preosiate cez sito s veľkosťou ôk 2 mm a uložené v chladničke až do samotných analýz. Naším cieľom bolo stanoviť fyzikálno-chemické a mikrobiálne parametre (pH, obsah organického uhlíka, celkový dusík, gravimetrická vlhkosť pôdy, pôdna respirácia, enzýmy: β -glukozidáza, FDA hydroláza, kyslá a zásaditá fosfatáza). Aktivita jednotlivých pôdných enzýmov bola stanovená za použitia konkrétnych substrátov, tlmivých roztokov a podmienok jednotlivých metodických postupov (Eivazi & Tabatabai 1988, Green et al. 2006, Grejčovský 1991). Pre každú aktivitu pôdneho enzýmu sa vykonala zodpovedajúca kontrola rovnakou analytickou metódou, ale bez prídania substrátu v okamihu začatia enzymatickej reakcie. Aktivita enzýmov bola stanovená spektrofotometricky (UV Spektrofotometer 1800, Shimadzu) vytvorením kalibračnej krivky. Jednotlivé koncentrácie enzýmov boli stanovené pri rôznych vlnových dĺžkach (464 nm - β -glukozidáza, 490 nm - FDA hydroláza, 510 nm - fosfatázy). Zistené údaje boli štatisticky vyhodnotené v programe STATISTICA 12 a všetky štatistické operácie boli vykonané v programe PAST 4.03. Dáta boli pred samotnou analýzou logaritmicke transformované.

* Korešpondenčný autor: L. Bobuľská. E-mail: lenka.bobulska@unipo.sk



Obrázok 1. Mapa odberných miest na Slovensku.

Výsledky a diskusia

Hodnotenie fyzikálno-chemických a mikrobiologických parametrov

V Tabuľke 1. uvádzame získané výsledky fyzikálno-chemických a mikrobiálnych parametrov, kde porovnáваме vzorky pôdy na lokalitách invadovaných rastlinou *Fallopia japonica* (F) a kontrolné vzorky pôdy bez invázie (C). Podľa Stefanowicz et al. (2016) rastlinné invázie môžu ovplyvniť vlastnosti pôdy ako

napr. pH, vlhkosť pôdy, štruktúru a funkciu pôdnych mikroorganizmov. Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že pôsobenie inváznej rastliny v pôde signifikantne mení hodnoty sledovaných pôdnych parametrov. Priemerné hodnoty pôdnej reakcie, obsah organického uhlíka a aktivity FDA sú štatisticky významne vyššie v invadovaných pôdach v porovnaní s pôdami neinvadovanými ($p < 0,05$).

Tabuľka 1. Sledované pôdne parametre invadovaných (F) a neinvadovaných (C) pôd.

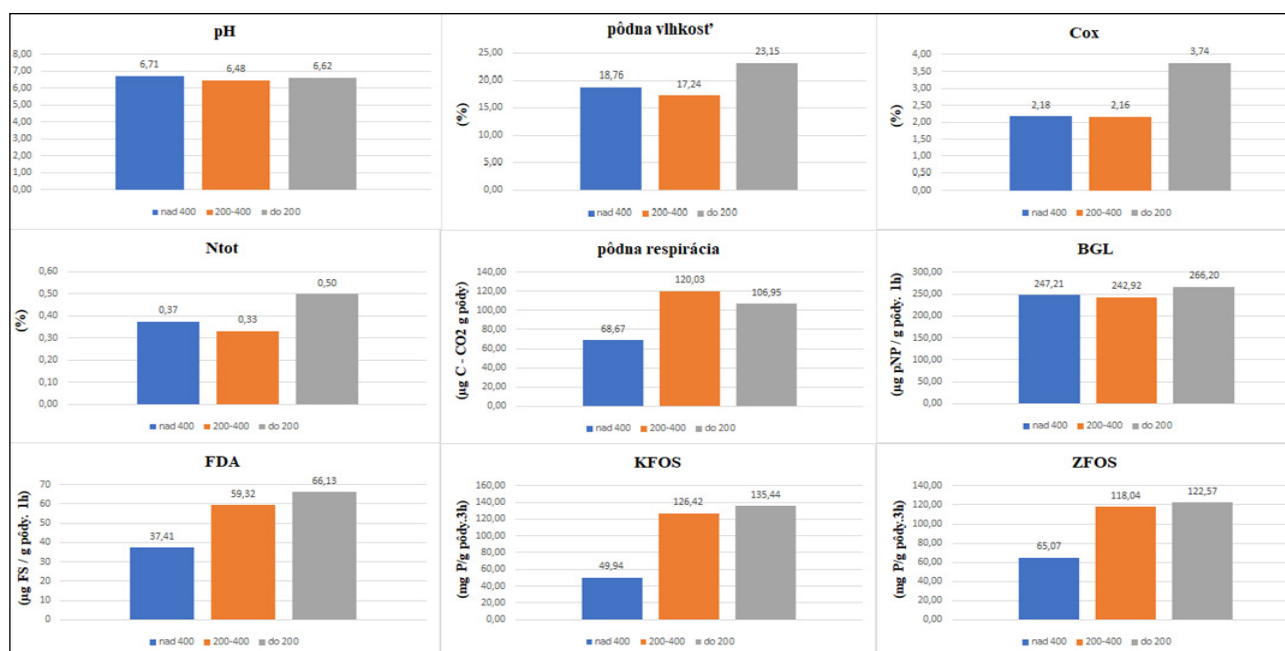
F/C	pH	Pôdna vlhkosť (%)	C _{ox} (%)	N _{tot} (%)	Pôdna respirácia (μg C-CO ₂ /g pôdy)	BGL (μg pNP/g pôdy.1h)	FDA (μg FS/g pôdy.1h)	KFOS (mg P/g pôdy.3h)	ZFOS (mg P/g pôdy.3h)	
F	min	5,83	6,58	1,20	0,15	48,6	161	27,4	10,9	41,1
	max	7,55	41,5	7,34	0,81	129	463	110	254	194
	PR	6,96	20,7	3,09	0,39	84,3	263	63,3	107	110
C	min	4,49	5,21	0,55	0,09	82,2	133	21,1	10,2	12,8
	max	7,3	29,1	3,11	0,57	201	343	89,9	213	196
	PR	6,32	17,3	1,84	0,34	195	251	55,5	181	157

F – vzorky pôdy invadované rastlinou *Fallopia japonica*, C – kontrolné vzorky bez invázie, PR – priemerné hodnoty, pH – pôdna reakcia, C_{ox} - obsah organického uhlíka, N_{tot} - obsah celkového dusíka, BGL – β-glukozidáza, FDA – fluoresceín diacetát, KFOS a ZFOS – kyslá a zásaditá fosfatáza.

Pôdna reakcia (pH) ovplyvňuje mikrobiálnu aktivitu a tým aj aktivitu enzýmov v pôde (Tobiašová 2020). Štúdia Acosta-Martínez & Tabatabai (2000) podporuje názor, že pH je dôležitým ukazovateľom kvality a zdravia pôdy. Pôdna vlhkosť je momentálny obsah vody v pôde v určitom čase, vyjadrený v percentách k hmotnosti/objemu suchej zeminy (Varga 2015). Pasternáková (2015) uvádza, že vyššie hodnoty vlhkosti pôdy sa predpokladajú na miestach napadnutých inváznymi rastlinami, kvôli plytkým koreňom a tým nižšiemu prísunu vody. Podľa Fejéra & Bobulskej (2015) sa pri vyššej pôdnej vlhkosti obsah uhlíka zvyšuje, čo korešpondovalo s našimi dosiahnutými výsledkami. Medzi dôležité biogénne prvky patrí uhlík a dusík a podľa Pilkovej (2018) sa obsah dusíka uvádza v spojitosti s obsahom oxidovateľného uhlíka,

vyjadreného v pomere C:N. Najjednoduchším a najlepšie interpretovateľným mikrobiálnym parametrom je podľa Javorekovej (2008) mikrobiálna respirácia.

V predkladanej práci sme zisťovali vplyv nadmorskej výšky na sledované pôdne parametre zobrazené na Obrázku 2. Hodnotili sme všetky pôdne parametre bez ohľadu na lokalitu. Boli stanovené tri kategórie: do 200 m n. m., 200 – 400 m n. m. a nad 400 m n. m. Štatisticky významné rozdiely ($p < 0,05$) boli zaznamenané pri všetkých pôdnych parametroch s výnimkou pôdnej reakcie (pH) a β -glukozidázy. Podľa Kumara et al. (2019) je nadmorská výška hlavným faktorom, ktorý ovplyvňuje biodiverzitu a fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy. V ich štúdiu boli zaznamenané vyššie hodnoty pH vo vyšších nadmorských výškach, čo korešponduje s našimi výsledkami.



Obrázok 2. Priemerné hodnoty pôdnych parametrov podľa nadmorskej výšky.

Následne sme sledovali súvis medzi sledovanými pôdnymi parametrami a klimatickými regiónmi. Bolo stanovených päť klimatických regiónov: od klimaticky teplej po chladnú oblasť a hodnotených bez ohľadu na invadované územie a lokalitu a vymedzených podľa určitých kritérií (Obrázok 3). Klimatický región 4 a 5 (Rimavská Sobota) je charakterizovaný ako najteplejší a veľmi suchý spomedzi sledovaných regiónov. Klimatický región 6 a 7 (Humenné) je charakterizovaný ako teplý a mierne suchý región. Klimatický región 8 (Stará Ľubovňa) je charakterizovaný ako najchladnejší spomedzi sledovaných regiónov s najvyšším úhrnom zrážok.

Na Obrázku 3 sú zobrazené priemerné hodnoty mikrobiologických parametrov podľa klimatického regiónu. Štatisticky významne najvyššie hodnoty ($p < 0,05$) boli preukázané pri pôdnej vlhkosti, organickom uhlíku a celkovom dusíku v klimatickom regióne 6 a 7. Rastúce klimatické zmeny výrazne menia aktivitu pôdnych enzýmov a tým aj kolobeh látok v pôde (Cao et al. 2021) a vývoj organického uhlíka (Sobocká et al. 2019). Na Obrázku 3. sú zobrazené priemerné hodnoty mikrobiologických parametrov podľa klimatického regiónu. Pri pôdnej respirácii, FDA hydrolýze, kyslej a zásaditej fosfatáze boli preukázané štatisticky významne najnižšie hodnoty parametrov ($p < 0,05$) v klimatickom regióne 8, ktorý bol charakterizovaný ako pomerne chladný.



Obrázok 3. Priemerné hodnoty mikrobiologických parametrov podľa klimatického regiónu.

Záver

Cieľom tejto práce bolo stanoviť aktivitu mikroorganizmov v porastoch invadovaných *Fallopia japonica* na území Slovenska. Odbery pôdnych vzoriek boli realizované v troch klimatických oblastiach a na všetkých troch lokalitách bolo stanovených 20 odberných miest (10 pre invadované a 10 pre neinvadované alebo kontrolné vzorky pôdy). Naším cieľom bolo stanoviť fyzikálno-chemické a mikrobiálne parametre, ktoré ovplyvňujú kvalitu pôdy (pôdna reakcia, gravimetrická vlhkosť pôdy, obsah organického uhlíka, celkový dusík, pôdna respirácia a enzýmy: β-glukozidáza, FDA hydroláza, kyslá a zásaditá fosfatáza). Z našich výsledkov vyplýva, že pôsobenie inváznej rastliny v pôde mení hodnoty pôdnych sledovaných parametrov. Taktiež pôsobenie klimatických podmienok a rôzne nadmorské výšky majú vplyv na mikrobiálnu aktivitu a ostatné pôdne parametre.

Podakovanie

Vedecká práca bola realizovaná s podporou grantu VEGA 2/0018/20.

Literatúra

Acosta-Martínez V, Tabatabai MA. 2000. Enzyme activities in a limed agricultural soil. *Biology and Fertility of Soils* 31(1): 85–91.

Cao R, Yang W, Chang C, Wang Z, Wang Q, Li H, Tan B. 2021. Differential seasonal changes in soil enzyme activity along an altitudinal gradient in an alpine-gorge region. *Applied Soil Ecology* 166: 1040–1078.

Cvachová A, Gojdičová E. 2003. *Usmernenie na odstraňovanie invázných druhov rastlín*. Banská Bystrica: ŠOP SR, Centrum ochrany prírody a krajiny.

Eivazi F, Tabatabai MA. 1988. Glucosidases and galactosidases in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 20(5): 601–606.

Fazekašová D, Bobuľská L. 2012. Pôdne organizmy ako indikátor kvality a environmentálneho stresu v pôdnom ekosystéme. *Životné prostredie* 46(2): 103–106.

Fejér J, Bobuľská L. 2015. *Pedológia*. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove.

Green VS, Stott DE, Diack M. 2006. Assay for fluorescein diacetate hydrolytic activity: Optimization for soil samples. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 693–701.

Grejtovský A. 1991. Influence of soil improvers on enzymatic activity of heavy alluvial soil. *Plant, Soil and Environment* 37: 289–295.

Javoreková S, Králiková A, Labuda R, Labudová S, Maková J. 2008. *Biológia pôdy v agroekosystémoch*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Kubát J, Nováková J, Cerhanová D. 2002. Výskyt a aktivita pôdných mikroorganizmů ve dlouhodobých polních pokusech na orné půdě. In: Tesařová M, Záhora J, eds. *Biologické indikátory kvality půd*. Brno: MZLU, 18–25.

Kumar S, Suyal DC, Yadav A, Shouche Y, Goel R. 2019. Microbial diversity and soil physicochemical characteristic of higher altitude. *Plos One* 14(3): 1–15.

Nentwig W. 2014. *Nevítaní vetřelci: invázní rostliny a živočichové v Evropě*. Praha: Academia.

Pasternáková D. 2015. *Aktivita pôdneho mikrobiálneho spoločenstva vybraných invadovaných porastov*. Bakalárska práca, Prešovská univerzita v Prešove.

Pilková D. 2018. *Stanovenie mobilných foriem dusíka v pôdnych vzorkách*. Diplomová práca, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre.

Sobocká J, Takáč J, Bezák P, Barančíková G. 2019. Význam dopadu klimatickej zmeny na pôdu vo svetle nových globálnych výziev. In: Sobocká J, ed. *Vedecké práce Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy*. Bratislava: VÚPOP: 79–99.

Stefanowicz AM, Stanek M, Nobis M, Zubek S. 2016. Few effects of invasive plants *Reynoutria japonica*, *Rudbeckia laciniata* and *Solidago gigantea* on soil physical and chemical properties. *Science of the Total Environment* 574: 938–946.

Tobiášová E. 2020. *Biológia pôdy*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

- Varga J. 2015. *Základné hydrofyzikálne vlastnosti pôdy, ich sezónna a priestorová dynamika*. Bakalárska práca, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici.
- Wick B, Kühne RF, Vielhauer K, Vlek PL. 2002. Temporal variability of selected soil microbiological and biochemical indicators under different soil quality conditions in south-western Nigeria. *Biology and Fertility of Soils* 35(3): 115 – 121.
- Yakovchenko V, Sikora LJ, Kaufman DD. 1996. A biologically based indicators of soil quality. *Biology and Fertility of Soils* 21(4): 245 – 251.
- Záhorská E. 2016. *Biologické invázie*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave.