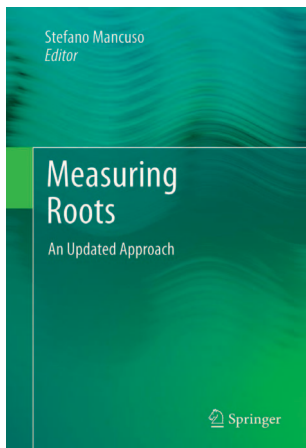


## Stefano MANCUSO (editor): *Measuring roots. An Updated Approach.* (Meranie koreňov. Aktualizovaný prístup.)



Vydalo vydavateľstvo Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012, ISBN 978-3-642-220066-1, 382 strán.

V roku 1990 prof. Hans Persson (Švédsko), svetovo uznávaný odborník na ekológiu a produkciu koreňových systémov lesných drevín, v knihe *Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems* zdôraznil, že vedecká komunita venuje výskumu podzemných častí stromov malú pozornosť. Ako jednu z príčin uviedol nedostatok dostupných metód pre sledovanie koreňov. Odvtedy vyšlo nie-

koľko monografií, týkajúcich sa tejto problematiky. Pritom najkompletnejšia bola kniha *Root Methods* a *Handbook* (SMIT *et al.*, 2000). Počas ostatného desaťročia došlo v tejto disciplíne k nebyvalému rozvoju ďalších metód a technológií, takže vznikla ďalšia informačná „pripasť“, ktorú bolo treba preklenúť súbornou prácou s aktuálnymi informáciami.

Z uvedených dôvodov prof. Stefano Mancuso (Univerzita vo Florencii, Taliansko) spolu so širokým medzinárodným kolektívom zostavil veľmi zaujímavú a po vedeckej stránke hodnotnú monografiu. Autorský kolektív tvorilo okolo 60 špičkových odborníkov z rôznych krajín Európy, Severnej Ameriky, Ázie a z Austrálie. Hlavný editor v úvode publikácie zdôrazňuje, že kniha sa snaží kombinovať „akademické“ a „praktické“ súčasti danej problematiky s ambíciou vytvoriť príručku pre vedcov, či odbornú verejnosť zaujímavú sa o vlastnosti koreňov rastlín. Publikácia sa tematicky člení do 18 kapitol v rámci dvoch základných častí, menovite: *Laboratórne metódy* a *Terénne metódy*.

Časť *Laboratórne metódy* sa začína kapitolou L. G. Tarshis a G. I. Tarshis *Vyššie rastliny: Štruktúrálna premenlivosť koreňov*. Au-

toriky vysvetľujú, že jednou z najmenej prebádaných oblastí je vnútrodrohová premenlivosť štruktúry koreňov. Anatomické vlastnosti koreňov sa sledovali oveľa menej ako pri ostatných častiach rastlín. Na niektorých vybraných druhoch sa uvádzajú príklady anatomickej a morfolologickej premenlivosti koreňov. Pre zhodnotenie štruktúrálnej premenlivosti koreňov sa vytvorili grafické modely. Nazbierané poznatky by mali okrem iných účelov poslúžiť ako identifikačné znaky pre rozlíšenie jednotlivých rastlinných druhov, ako aj pre zhodnotenie vplyvu rastových pomerov (hlavne pôdnych vlastností) na štruktúru a fungovanie koreňov.

Kapitola *Spektroskopia elektrického odporu a korene* (T. Repo a kolektív) ozrejmuje možnosti použitia metódy spektroskopie založenej na elektrickom odpore materiálu pre hodnotenie koreňového systému rastlín. Analyzuje sa vzťah medzi stavom elektrického obvodu, vlastnosťami kmeňa dreviny, koreňov a pôdneho stĺpca. Kapacitný odpor koreňov je v tesnej koincidencii s biomasou koreňov a ich celkovou povrchovou plochou. Keďže elektrický odpor v pôde modifikuje jej textúra a zloženie iónov, metóda sa nedá použiť rutinne. Zatiaľ sa nezodpovedala otázka vplyvu biomasy mykorizných húb na vlastnosti elektrického odporu v koreňovom systéme.

V kapitole E. Masiho a kolektívu *Multi-elektrodové pole a elektrický obvod koreňov* sa vysvetľujú možnosti ďalšej metódy založenej na báze elektrických vlastností. Funguje na princípe elektrickej vzrušivosti buniek v pletivách rastlín. Pritom reakcia rastlinných buniek nie je v koreňovom systéme rovnaká a súvisí s určitým členením (funkčnosťou, resp. poslaním) jednotlivých zložiek. Táto metóda sa priekopnícky využíva v oblasti elektro-fyziológie a v kapitole sa autori zamerali hlavne na jej využitie pre mapovanie koreňového apexu.

Kolektív talianskych vedcov pod vedením C. Pandolfiho sa v kapitole *Technológia vibračnej sondy pre štúdium koreňovej fyziológie v podmienkach stresu* zamerali na nedeštruktívnu metódu pre zhodnotenie stavu membránového prenosu v koreňoch. Sledujú sa toky iónov, ich mimobunková koncentrácia, obsah plyných molekúl v pletivách koreňov vystavených stresovým podmienkam. Autori takéto merania využili na zhodnotenie fyziologických reakcií rastlín na stresy, ako aj adaptačných procesov rastlín za stresových pod-

mienok. Efektívnosť tejto metódy sa môže zvýšiť pri jej kombinácii s ďalšími pokrokovými postupmi ako sú mikroskopové zobrazenie, biochemické a molekulárne analýzy.

S. Blossfeld a D. Gansert v kapitole *Použitie plošných optických senzorov v koreňových štúdiách pre kvantitatívne snímokovanie* prezentujú novátorskú technológiu pre analýzu chemických vlastností koreňových pletív. Takýmto spôsobom sa dajú stanoviť, napr. hodnoty pH, O<sub>2</sub>, či koncentrácia amoniaku. Keďže táto metóda bola vynájdená pred asi piatimi rokmi, stále sa dynamicky vyvíja a hľadajú sa ďalšie možnosti uplatnenia. Plošný optický senzor dokáže napríklad v pôdnom profile mapovať hodnoty pH koreňového systému ako aj v okolítom substráte. Autori jej predpokladajú veľkú budúcnosť napríklad vo vednej disciplíne biochémia.

S. Pollastri a kolektív na začiatku kapitoly *Využitie konfokálneho mikroskopu pre štúdium koreňového aparátu* konštatujú, že takýto druh mikroskopu je mimoriadne účinným nástrojom pre vedcov z oblasti molekulárnej, bunkovej a vývojovej biológie. Rozvoj konfokálneho skenovacího mikroskopu a fluorescenčných sond, ktoré sa môžu aplikovať priamo do buniek koreňov rastlín umožňujú vizualizáciu bunkových častí a aktivít. Takáto technológia má niekoľko výhod: je rýchla a presná, pritom obrazové záznamy sú reálne bez narušenia prirodzeného stavu organizmu. Dobré skúsenosti s touto metódou boli dosiahnuté, napr. pri pozorovaní interakcií medzi hosťateľskou rastlinou a patogénom.

Kapitola *Rýchlo-priepustná kvantifikácia rastu koreňov* od anglického kolektívu na čele s A. Frenchom opisuje skúsenosti s rýchlo-priepustným zobrazovacím systémom, ktorý sa používa v Centre integrálnej biológie rastlín na Univerzite v Nottinghamu. Tento kolektív vyvinul špecializovaný program na vyhodnocovanie vizuálnych záznamov. Program RootTrace analyzuje aj niektoré vlastnosti koreňového systému (zakrivenie osi, uhol koreňových zakončení a pod.), ktoré nie sú súčasťou voľne dostupných špecializovaných programov. Uvádžajú sa zásady zberu, triedenia a archivácie snímkov koreňových systémov.

Kolektív japonských vedcov vedený M. Dannourou v kapitole *Plochý optický skener a dynamika koreňov* vysvetľujú postup *in situ* hodnotenia rastových procesov v podzemných častiach rastlín pomocou zariadenia zabudovaného v pôdnom prostredí. Skener zaznamenáva pôdny profil vymedzený priehľadnou stenou, pritom sa údaje do počítača prenášajú cez USB kábel alebo bezdrôtovo. Túto metódu úspešne použili pri sledovaní formovania koreňových špičiek v porastoch *Pinus pinaster* a *Quercus serrata*. Snímokovanie sa môže vykonávať manuálnym ovládaním skeneru alebo plnoautomatizovaným systémom.

V úvode kapitoly *3D kvantifikácia architektúry koreňov rastlín in situ* S. Fang a kolektív zdôraznili, že pri tradičných – deštruktívnych metódach hodnotenia architektonických vlastností koreňového systému sa cieľový objekt spravidla poškodzuje a narúšajú sa najmä jeho najtenšie frakcie. Preto sa v ostatnom období vyvinuli *in situ* postupy pre 2D alebo 3D zhodnotenie štruktúry koreňového systému. Pri 3D zobrazovaní ide napríklad o využitie tomografie, magnetickej rezonancie a radarových vln. V prípade odhalenia nepoškodeného koreňového systému sa vizualizácia môže zabezpečiť 3D skenerom alebo digitálnou kamerou.

Druhá časť knihy (tzn. *Terénne metódy*) sa začína kapitolou S. A. Hageya *Technológia geofyzikálneho snímokovania*. Autor sa zaoberá postupmi, výhodami aj slabými stránkami metód založených na meraní elektrického odporu pôdneho prostredia a pôdu penetrujúcich radarových vln. Vysvetľuje ich princíp, ako aj spôsoby analýzy údajov. Keďže ide o nepriame spôsoby kvantifikácie koreňového systému, pri aplikácii týchto metód existujú mnohé obmedzujúce faktory. Problémy súvisia prevažne s variabilitou vlastností pôdy.

M. Amato a kolektív v kapitole *Snímanie na princípe multi-elektrodového odporu* tvrdia, že uvedená metóda je progresívnym spôsobom sledovania koreňového systému cez vizualizáciu určitého ob-

jemu pôdy s rôznou hustotou koreňov. Metóda sa zakladá na vzťahu medzi masou koreňov a elektrickým odporom pôdy. Autori zistili, že takýto postup nedokáže zachytiť korene s hrúbkou pod 2 mm.

Kapitola *Použitie pôdu penetrujúcich radarových vln na detekciu koreňov drevín a odhad biomasy*, ktorú vpracoval J. R. Butnor a kolektív sa vracia k metóde založenej na šírení a odraze elektromagnetických vln. Tento postup sa používa na detekciu hrubých koreňov, odhad podzemnej biomasy, hrúbky ako aj priestorovej distribúcie koreňov. Autori sa venujú objasneniu histórie vývoja nedeštruktívnych metód na kvantifikáciu koreňov. Ďalej uvádzajú príklady použitia zvolenej metódy v teréne vrátane schém efektívneho snímania odrazených vln v lesných porastoch. Vysvetľuje sa postup analýzy snímkov pôdneho profilu. Na záver sa načrtli perspektívy využitia tejto metódy a možné smery jej ďalšieho zdokonalenia.

N. Nadeždina a kolektív v kapitole *Štruktúra koreňov: In situ štúdie pomocou výskumu transpiračného prúdu* predstavili možnosti metódy tepelnej deformácie (Heat Field Deformation) pre kvantifikáciu transpiračného prúdu v kmeni, ktorý súvisí s množstvom a štruktúrou podzemnej biomasy. Metóda sa osvedčila aj pre stromy veľkých rozmerov. Autori zistili, že vertikálny profil hustoty koreňov, ako aj veľkosť koreňov sa dajú odvodiť z radiálneho profilu transpiračného prúdu v kmeni. Pomocou zámerného zavlaženia určitého sektoru koreňového systému sa sledovali odozvy na transpiračnom prúde v kmeni. Metóda umožňuje kvantifikovať skupinu plytkých koreňov a vertikálne orientovaných (tzn. hlbších) koreňov, tzn. frakcií, ktorých význam pre zásobovanie stromu sa môže meniť podľa vodného režimu v pôde. Merania ukázali, že plytké korene zásobujú vodou vonkajšie vrstvy transpiračného prúdu, hlbšie lokalizované korene zásobujú viac-menej rovnomerne celý prierez transpiračného prúdu v kmeni.

V ďalšej kapitole *Funkcia koreňov: In situ štúdie pomocou výskumu transpiračného prúdu* N. Nadeždina a kolektív predstavili ešte raz tú istú metódu, ale v inom kontexte. Tvrdia, že transpiračný prúd v kmeni reaguje aj na malé zmeny vodného potenciálu v hydraulickom systéme stromu, ktorý je odrazom fungovania koreňového systému. Takéto merania môžu odhaliť napríklad poškodenie koreňového systému (alebo jeho časti), resp. nedostupnosť vody v niektorom sektore koreňového systému. Týmto spôsobom sa sledovalo poškodenie časti koreňového systému v dôsledku tlaku ťažkej mechanizácie. Autori poukázali na využitie metódy na príkladoch vlastných experimentov.

K. Fukuzawa a kolektív v kapitole *Dynamika jemných koreňov a koreňová respirácia* rozobrali poznatky týkajúce sa fenológie a respiračných prejavov koreňov v lesných porastoch. Najčastejšími priamymi, nedeštruktívnymi metódami sledovania produkcie a mortality koreňov sú minirizotróny a presklené profily. Analyzovali sa faktory ovplyvňujúce sezónnu dynamiku jemných koreňov. Vysvetlili, že koreňová (tzn. autotrofná) respirácia je významnou zložkou pôdnej respirácie a emituje sa ňou do atmosféry obrovské množstvo CO<sub>2</sub>. Uviedli sa najvhodnejšie metódy kvantifikácie koreňovej respirácie. Ďalej autori diskutujú hlavné faktory ovplyvňujúce intenzitu respirácie koreňov. Na záver zdôraznili mimoriadny význam tejto problematiky pre pochopenie globálneho systému obehu uhlíka v kontexte procesu klimatickej zmeny.

D. G. Milchunas sa v kapitole *Odchýlky a chyby súvisiace s rôznymi metódami odhadu produkcie a ich vplyv na odhady podzemnej čistej primárnej produkcie* venuje postupmi stanovenia produkcie koreňov. Metódy akými sú pôdne vývrty, vrastavé valce, minirizotróny, či značkovanie izotopmi poskytujú informácie o koreňovej produkcii. Každá metóda však prináša určitú systematickú chybu. Autor analyzuje výhody a nevýhody každej z uvedených metód a navrhuje možnosti minimalizácie chýb.

V rámci kapitoly *Minirizotróny v modernom štúdiu koreňov* sa T. Vamerali a kolektív zaoberali metódou, ktorá sa veľmi intenzívne využíva pri sledovaní produkcie koreňov, ich životnosti, mykorizá-

cie či parazitizmu na koreňoch. Podáva sa prehľad vývoja tejto metódy, vrátane priehľadných rúr na sledovanie koreňov, samotného snímacieho prístroja, ako aj vyhodnocovacieho softvéru. Uvádzajú sa tu hlavné zásady, ktoré treba dodržať pri inštalácii rúr, snímaní obrázkov, ich analýzach a interpretácii. Autori zdôrazňujú, že minirizotrónové sledovanie koreňov poskytuje výsledky, ktoré sú dosť odlišné od údajov získanými inými metódami. Jedným z dôvodov je, že v okolí minirizotrónových rúr sa nachádzajú mladšie populácie koreňov, ktoré sa svojim správaním môžu líšiť od starších koreňov.

V poslednej kapitole *Obeh jemných koreňov* M. Lukac vyzdvihol význam jemných koreňov pre obeh uhlíka, živín a vody v lesných ekosystémoch. Pri jemných koreňoch spravidla paralelne prebieha ich produkcia a mortalita, pričom sú najdynamickejšou zložkou lesných drevín. To znamená, že majú rýchly obeh. Obeh jemných koreňov sa môže kvantifikovať rôznymi metódami, pritom aj jeho samotná definícia nie je jednotná. Autor rozoberá výhody a slabé stránky metódy pôdnych vývrtov, vrastavých valcov a sieťok, minirizotrónov a rádioaktívnych meraní. Pre spresnenie odhadu obehu jemných koreňov autor navrhuje použiť kombináciu viacerých výskumných metód.

Na záver knihy sa uvádza register najčastejšie používaných vedeckých termínov. Kniha je obohatená mnohými obrázkami, často farebnými, ako aj tabuľkami a grafmi. Je na vysokej vedeckej a grafickej úrovni. Prináša veľké množstvo nových, doposiaľ nepublikovaných informácií. Za jej jediný nedostatok považujem tematické prekryvanie niektorých kapitol, resp. niekoľkonásobné opakovanie rovnakých faktov. Aj napriek tomu ju považujem za nesmierne významné dielo, ktoré vhodne doplnilo chýbajúce poznatky o niektorých najnovších metódach výskumu koreňov rastlín. Publikácia je v dvoch prevedeniach: s mäkkou alebo tvrdou väzbou. Dielo je vhodné pre vedeckých a pedagogických pracovníkov, ako aj univerzitných študentov zameraných najmä na produkciu, ekológiu, produkčnú ekológiu, fyziológiu či anatómiu koreňových systémov rastlín.

Bohdan KONŔPKA

*Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen*

*T. G. Masaryka 22*

*SK - 960 92 Zvolen*

*e-mail: bkonopka@nlc.sk.org*