

CHEMICKÉ ANALÝZY CESTA K SPRESNENIU ÚDAJOV O LESNÝCH EKOSYSTÉMOCH PRE OCHRANU LESA

Danica Krupová

Úvod

Ekosystém je definovaný ako priestorová jednotka, ktorá vytvára zložité komplexy medzi živou zložkou a prostredím. V minulosti dochádzalo k narušeniu jeho stability, čo sa prejavilo chradnutím lesov v celej Európe. Vysvetlenie tohto javu sprevádzalo mnoho hypotéz. Boli to hypotézy o poškodzovaní lesov znečistením ovzdušia vplyvom imisií, kyslých dažďov, deficitom živín, nadbytkom dusíka, poškodením ozónom, nepriaznivými poveternostnými podmienkami sprevádzanými rozmnožením škodcov. V súčasnosti je vo všeobecnosti konštatované, že je to komplex faktorov. Dlhovekosť lesných drevín spôsobuje, že dané dreviny sú bioakumulátormi škodlivín prostredia, v ktorom existujú. V súčasnosti sa imisná záťaž vďaka prijatým opatreniam znížila, ale vplyv antropogénnych faktorov na lesy je stále významný. Rokmi sa zmenilo ich pomerné zastúpenie. Depozície síry sa značne znížili, ale boli zaznamenané vyššie depozície N-NO_3^- najmä v oblastiach s hustou a intenzívnou automobilovou dopravou. Pochopiť zložité vzťahy v lesných ekosystémoch je bez chemických analýz takmer nemožné. Analýzou ich jednotlivých zložiek sa už viac ako 50 rokov zaoberá Lesnícke laboratórium vo Zvolene, ktoré svojimi výsledkami prispelo k riešeniu mnohých lesníckych úloh. V tomto príspevku by sme chceli predstaviť históriu a navrhnúť možnosti využitia chemických analýz v lesníckej praxi.

Charakteristika a postavenie laboratória

Centrálné lesnícke laboratórium (CLL) je organizačnou jednotkou Národného lesníckeho centra Zvolen. Vykonáva fyzikálne a chemické analýzy jednotlivých zložiek lesných aj nelesných ekosystémov. Výsledky analýz sú podkladom pre získanie nových poznatkov vo vedecko-technických projektoch s národnou a medzinárodnou pôsobnosťou (OPVV, APVV), v monitorovacom systéme ČMS Lesy a ICP Forests, v lesnej hospodárskej praxi, ako i v ďalších oblastiach podľa potrieb zadávateľov z interných a externých subjektov.

Predmetom činnosti CLL sú analýzy environmentálnych vzoriek t.j. kvantitatívne analýzy jednotlivých zložiek lesných ekosystémov:

- biomasy, asimilačných orgánov (listov, ihličia), plodov, kvetov, bylín, konárov, dreva, kôry, koreňov, pilín, drevnej štiepky, peliet,
- pôd humusové a minerálne vrstvy,
- vôd zrážkových, lyzimetrických, povrchových, odpadových i minerálnych,
- riečnych a dnových sedimentov, kalov,
- iného biologického materiálu, dreveného popola.

CLL vzniklo pri založení Národného lesníckeho centra vo Zvolene 1. 1. 2006 spojením dvoch nezávislých laboratórií, laboratória Lesníckeho výskumného ústavu (1991) a Lesníckeho pedologického laboratória Lesoprojektu (od 1953). Na obidvoch pracoviskách sa analyzovali vzorky lesných ekosystémov podobnými analytickými metódami v enormných množstvách ročne. V roku 2009 CLL prešlo rozsiahlou rekonštrukciou a inováciou prístrojovej techniky a zariadení.

Laboratórium dlhé roky vykonáva skúšobné činnosti v zmysle medzinárodnej normy STN EN ISO/IEC 17 025. Je akreditované SNAS pre oblasť biomasy s registračným číslom 440/S-315. Od začiatku 90. rokov zabezpečuje analytické stanovenia pre Čiastkový monitorovací systém Lesy a medzinárodný monitoring lesov ICP Forests.



Obrázok 1. Interiér laboratória

Zabezpečenie kvality

Laboratórium sa riadi politikou vykonávať skúšobné činnosti spôsobom spĺňajúcim požiadavky medzinárodnej normy STN EN ISO/IEC 17 025 s cieľom uspokojiť požiadavky a potreby zákazníkov. Politika kvality a ciele sú sledované počas celého roka, pričom dosiahnuté výsledky sú každoročne vyhodnocované v rámci preskúmania systému kvality vrcholovým manažmentom NLC. Laboratórium má pre zabezpečenie kvality meraní zavedený systém Quality Control/Quality Assurance (QC/QA), ktorý predstavuje definované postupy pre kontrolu analýz v laboratóriách analyzujúcich vzorky v rámci programu ICP Forests, vrátane pravidelnej účasti v medzilaboratórných kruhových testoch tohto programu, ako i medzinárodných testov Wepal a ÚKZÚS. Dôsledným dodržiavaním všetkých prvkov kvality je zabezpečená presnosť a správnosť výsledkov.

Využitie výsledkov chemických analýz

Výsledky laboratórných stanovení v CLL sa využívajú v rámci riešenia výskumných a vedecko-technických projektov so zameraním na ekológiu lesa, ale aj širšiu environmentálnu problematiku. Výsledky analýz sú využívané pre lesnú hospodársku prax, ale aj pre subjekty s iným zameraním, najmä pri:

- pestovaní sadeníc v lesných škôlkach – pri posudzovaní úrodnosti pôd, výživy sadeníc a návrhoch hnojenia,
- pestovaní rýchlorastúcich drevín,
- monitoringu vplyvu znečistenia ovzdušia z energetiky, priemyslu a dopravy na stav lesa,
- analýzach biomasy na energetické účely,
- odpadovom hospodárstve (kaly, sedimenty),
- hodnotení kontaminácie ekosystémov rizikovými prvkami.

CLL analyzovalo vzorky pre projekty :

- Žltnutie smrečín,
- Národná inventarizácia a monitoring lesov Slovenska (NIML),
- Rekonštrukcie nepôvodných lesných spoločenstiev ohrozených zmenou prírodných podmienok (najmä klímy) na ekologicky stabilnejšie ekosystémy,
- Monitoring lesov a environmentálnych interakcií (Forest Focus, Čiastkový monitorovací systém Lesy) – LEVEL II – depozície, lyzimetrické vody, asimilačné orgány, opad,
- Medzinárodný program ICP Forests – BIOSOL. Level I a Level II,

- FutMon/ICP Forest FutMon – ďalší rozvoj a implementácia monitorovacieho systému lesov na úrovni EÚ – LIFE 07ENV/D/000218,
- Vplyv globálnej klimatek zmeny na lesy Slovenska ,
- Rekonštrukcie nepôvodných lesných spoločenstiev ohrozených zmenou prírodných podmienok (najmä klímy) na ekologicky stabilnejšie,
- Komplexné zisťovanie stavu lesa pre vylišovanie lesov ochraných lesov,
- Výskum bukových lesných ekosystémov z hľadiska pôdnych pomerov a biodiverzity,
- Reakcia diverzity lesných fytoocenóz na zmenu edaficko-klimatických podmienok Slovenska,
- Výskum zásob a bilančných zmien uhlíka v horskej krajine,
- Ozdravné opatrenia pre Lesy SR,
- Využitie dreveného popola v lesnom hospodárstve,
- Výskum metód klasifikácie a štrukturálnych modelov priaznivého stavu lesných ekosystémov Slovenska. Hodnotenie stavu a vývoja lesov v krajine s podporou DPZ,
- Progresívne postupy pestovania sadbového materiálu a umelej obnovy lesných porastov po kalamitách veľkého rozsahu,
- Vplyv vetrovej kalamity a následného manažmentu na vývoj lesných ekosystémov v Tatrách,
- Výskum vývoja lesných ekosystémov na vybraných dlhodobo sledovaných výskumných objektoch NLC.

Ponuka chemických analýz

Centrálne lesnícke laboratórium vykonáva analýzy:

1. Vo vodách pitných, odpadových, minerálnych a povrchových. pH, EC, alkalinitu, DOC, TN, prvky Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Zn, P, Cu, Pb, Cd, Hg a ióny F, Cl, NO₂, NO₃, SO₄, NH₄.
2. V biomase v kôre, dreve, koreňoch, plodoch, ihličí, lístí, machoch: vlhkosť, obsahy minerálnych živín i rizikových prvkov: N, C, K, Mg, Ca, S, Na, Fe, Al, Mn, Cu, Zn, Cr, Ni, As, Cd, Pb, P, B, Hg.
3. V minerálnych pôdach a humusoch: pH_{H₂O}, pH_{CaCl₂}, pH_{KCl}, obsahy C_T a C_{org}, N_T, S_T, zrnitosť, výmenné ióny a výmenná kapacita, obsahy živín v prístupných formách vo výluhu Mehlich II a celkových obsahov prvkov po extrakcii v lúčavke kráľovskej K, Na, Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Zn, Cu, Cr, Ni, As, Cd, Pb, P, Hg.
4. V riečnych a dnových sedimentoch, popoloch a kaloch podľa požiadaviek zákazníka.

Zoznam základných analytických metód

1. Príprava vzoriek pred analýzou pre pôdy (STN ISO 11 464) a vody (ISO 5667).
2. Stanovenie sušiny v pôdach (STN ISO 11465), vlhkosti v biomase (STN EN 13183-1 STN 14 774-1,2,3) a popola v biomase (STN ISO 11465).
3. Stanovenie pH elektrometricky vo vodných (STN EN ISO 10 523) a v pôdnych vzorkách podľa ISO 10 390 (pH vo vode, KCl a CaCl₂).
4. Stanovenie špecifickej elektrickej konduktivity pôdy (STN ISO 11265) a vody (STN EN ISO 27 888).
5. Stanovenie zrnitostného zloženia pôd (3 frakcie) (STN EN ISO 11277).
6. Stanovenie obsahu uhličitanov (STN EN ISO 10 693).
7. Stanovenie organického a celkového uhlíka v pôdach a biomase (STN ISO 10 694) a vo vodách (ISO 8245).
8. Stanovenie celkového dusíka v pôdach a biomase (STN ISO 13 878), vo vodách celkového dusíka (STN EN ISO 12 260) a amoniakálneho dusíka (STN ISO 7150-1).
9. Stanovenie celkovej a organickej síry v pôdach a biomase (ISO 15 178).
10. Stanovenie celkovej ortuti v pôdach a biomase (STN EN13506) vo vodách (ISO 5666).
11. Stanovenie alkalinity v pôdach a vodách (STN EN ISO – 9963-1,2).
12. Stanovenie celkových obsahov prvkov P, K, Ca, Mg, Na, B, Fe, Mn, Cr, Cu, Cd, Pb, Ni, Zn v pôdach vo výluhu lúčavky kráľovskej (STN ISO 11 466) metódou AAS (STN ISO 8288) a ICP-OES (STN EN ISO 220 36).

13. Stanovenie výmennej acidity H^+ a výmenných katiónov vo výluhu 0,1M $BaCl_2$, v pôdach (STN ISO 11260, ISO 14 254).
14. Stanovenie prístupných živín skupinovými a selektívnymi extrakčnými roztokmi (Mehlich II, III, Baron, Berger-Trough, Schaschabel, Kappen, Olsen).
15. Stanovenie prvkov (P, Ca, Mg, K, Na, Mn, Fe, Zn, Cu, Cd, Co, Al, B, Ni, Cr vo vodách, mineralizáte biomasy, iných matriciach, kaly, popoly) metódou ICP-OES (STN EN ISO 220 36) a metódou AAS STN (ISO 8288).
16. Stanovenie aniónov kvapalinovou chromatografiou Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , NO_2^- a NO_3^- (STN EN ISO 10 304 -2).

Zákazník si vo väčšine prípadov odoberá vzorky sám podľa odporúčania pracovníkov NLC CLL. Odbery pôd sa vykonávajú podľa STN 48 1000 „Odber a príprava lesných pôd pri zisťovaní zdravotného stavu lesa“ a STN 48 1001 pre asimilačné orgány, doplnené metodikou ICP Forests pre pôdy (COOLS, DEVOS, 2010) a pre asimilačné orgány (RATIO, FURST *a kol.*, 2010). Pre jednotlivé účely analýz sú špecifické odbery vzoriek. Napríklad, pre zisťovanie kontroly výživy v pôdach sa vykonáva povrchový odber, avšak pre zistenie štruktúry pôdy je potrebný profilový odber z viacerých horizontov pôdy.

Chemické analýzy pre rôzne účely

1. Pre účely posúdenia úrodnosti pôd s následným návrhom hnojenia

Pre tieto analýzy je potrebné urobiť odber z plochy, t. j. odobrať viac čiastkových vzoriek z pozemku (zvyčajne 20 – 30 vzoriek z plochy 2 – 3,5 ha rovnomerne po obvode štvorcovej alebo kruhovej plochy pomocou sondovacej tyče do hĺbky 20 cm). Vzorky sa zmiešajú a priemerná vzorka o hmotnosti približne 1 kg vzorky sa dopraví do laboratória. Pred analýzami sa vzorky preosejú cez 2 mm sito. Urobia sa nasledovné rozборы: pH vo vode a pri hodnote pH nad 6,5 i stanovenie uhličitanov, obsahy celkového uhlíka a dusíka, ich pomeru C/N, obsahu humusu a obsahy prístupných živín vápnika, draslíka, horčíka a fosforu (prvkov potrebných pre zdravý rast sadeníc). Výsledky analýz sú vyhodnotené odborníkom pedológom, ktorý posúdi výsledky z hľadiska úrodnosti a odporučí ďalší postup. Cena takejto sady analýz pre jednu vzorku je 65 € s DPH. Pri dodaní 2 až 5 vzoriek je jednotková cena 54 € a pri počte nad 6 vzoriek len 43 €. Pri vyššom počte vzoriek ako 30 je zľava 5 % na každú vzorku.

Prínosom vyhodnotenia pôdy, pomerov obsahov prístupných prvkov s následným vhodným doplnením je zlepšenie rastu a stavu sadeníc.

2. Pre účely monitorovania záťaže spôsobenej dopravou

Bývajú zvyčajne analyzované vzorky pôdy, biomasy (asimilačných orgánov, bylín a časti živočíchov perie, ulity slimákov). Vzorky pôdy sa odoberajú vo viacerých horizontoch v rôznych vzdialenostiach od komunikácie. Sledujú sa v nich obsahy minerálnych a rizikových prvkov: t. j. celkové obsahy dusíka, uhlíka a síry a vo výluhu lúčavky kráľovskej obsahy vápnika, horčíka, sodíka, zinku, medi, olova a kadmia. Jednotková cena s DPH pre 6 a viac vzoriek 93,04 €. Vzorky asimilačných orgánov sa odoberajú z miesta v blízkosti odberu pôdy. Pri ihličnatých druhoch sa odoberajú vzorky z jednoročného ihličia a listnatých zo siedmeho praslenu z okraja porastu v minimálnej výške 2 m a u mladších porastov druhého vekového stupňa z vrcholových častí. Podľa uváženia sa odoberú vzorky z jednej alebo viac drevín a zvlášť vzorky z poškodených a nepoškodených stromov, pričom sa vytvorí kolektívna vzorka minimálne z 10 stromov jedného druhu (15 listov z každého stromu). Potrebné množstvo vzorky na analýzy je približne 1 liter, čo predstavuje 100 g sušiny. Doba odberu pre ihličnaté dreviny október až február a listnaté od júla do konca septembra (ŠVEC *a kol.*, 1992). Sledujú sa podobné prvky ako v pôdach, celkové obsahy dusíka, uhlíka a síry a v mineralizáte kyseliny dusičnej obsahy vápnika, horčíka, sodíka, zinku, medi, olova a kadmia. Jednotková cena s DPH pre 6 a viac vzoriek 91,44 €.

Výsledky chemických analýz je možné využiť pre presnú identifikáciu stavu zložiek životného prostredia. Ak životné prostredie je všetko, čo vytvára prirodzené podmienky pre život organizmu vrátane človeka a je predpokladom ich ďalšieho vývoja bolo by vhodné si ho chrániť. Jeho zložkami sú najmä ovzdušie, voda, horniny, pôda i samotné organizmy. Každá zložka má svoj optimálny obsah minerálnych prvkov pre zdravé fungovanie. Obsahy rizikových prvkov Cd, Pb, Hg, Cr, Ni, As, Cu, Zn však majú negatívny vplyv. Pre riešenie rôznych špecifických problémov v oblasti životného prostredia, pri ochrane lesa je potrebné vybrať analýzy, ktoré by sledovaný problém odhalili a pomohli nájsť riešenie. Pracovníci CLL v spolupráci odborníkmi z NLC môžu poradiť pri výbere analyzovaných parametrov, navrhnúť rozsah analýz a pripraviť cenovú ponuku analýz.

Záver

V súčasnosti sa v lesníctve presadzuje používanie DPZ, leteckého snímkovania spolu s štatistickým digitálnym prognózovaním stavu lesa. Všetky tieto techniky umožňujú síce rýchle a relatívne lacné odhady, ale stráca sa s nimi blízky kontakt lesníka a lesa a znižuje sa presnosť. V minulosti v rámci eko prieskumu – zisťovania komplexného stavu lesa bolo zmapované raz za 10 rokov celé územie Slovenska. Zároveň s odobratými vzorkami pôd a asimilačných orgánov umožňujúcimi definovať reálny stav skúmaného LHP boli vypracované odporúčania obhospodarovania. Chemické rozboru umožnili zistiť stav pôdy, asimilačných orgánov, bylín a do hĺbky odhaliť dynamiku poškodenia lesa dokonca už v predvizuálnom štádiu na úrovni zmien fyziologických procesov. Tváriť sa, že táto činnosť už nemá zmysel môže priniesť v budúcnosti nemilé prekvapenia. Včasné zistenie odchýlok s následným správnym zásahom by mohlo dopomôcť k zdravému vývoju ihličnatých i listnatých porastov v budúcnosti.

Literatúra

- COOLS, N., DE VOS, B., 2010: Sampling and Analysis of Soil. Part X. In: *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*, UNECE, ICP Forests, Hamburg. 208 p. Dostupné na internete: <http://www.icp-forests.org/Manual.htm>
- RAUTIO, P., FÜRST, A., STEFAN, K., RAITIO, H., BARTELS, U., 2010: Sampling and Analysis of Needles and Leaves. 19 pp. Manual Part XII. In: *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*, UNECE, ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg. Dostupné na internete: <http://www.icpforests.org/Manual.htm>
- ŠVEC, M. *et al.*, 1992. EKO dočasná príručka pre prieskum ekológie lesa. Zvolen: Lesoprojekt, 181 s.

Ing. Danica Krupová

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, SK – 960 92 Zvolen,
e-mail: krupova@nlcsk.org