

Okyselování lesních půd a srovnání měření z let 1941–1942 a 2003–2004 v Jeseníkách

Radim Hédl

Botanický ústav AV ČR, oddělení ekologie, Poříčí 3, 603 00 Brno. E-mail: rhe@centrum.cz

Acidifikace jako komplexní jev

Acidifikace je proces okyselování daný vzrůstem koncentrace vodíkových kationtů půdním nebo vodním prostředím. Jde tedy o časovou změnu, která má povahu trendu, jehož součástí jsou různé krátkodobé fluktuace. Měříme ji jako časovou změnu kyselosti vyjádřenou pomocí pH, které je relativně nejjednodušeji zjistitelnou a bezprostřední mírou acidifikace. Druhotnými jevy jsou v půdách především ztráta bazických kationtů (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+) a uvolňování hliníku a železa. Zhoršení kvality půd vlivem acidifikace lze také sledovat ve vlastnostech sorpčního komplexu, kdy zejména klesá saturace bázemi. Sorpční komplex zabezpečuje omezenou odolnost půd vůči vnějším vlivům typu přísunu kationtů vodíku. Příčiny acidifikace jsou komplexního rázu. Neznáme-li míru působení jednotlivých faktorů potenciálně vedoucích k acidifikaci, nelze ani jednoznačně určit hlavní příčiny jevu. Podstatnou roli hrají lokální odlišnosti ve vlastnostech prostředí a působících vlivech. Důsledkem jsou dalekosáhlé diskuse o tom, které faktory zapříčiňují které procesy a jak jsou důležité.

V lesích střední Evropy můžeme obecně uvažovat především dvě hlavní skupiny příčin časové změny (dynamiky). Na jedné straně je to přírodní dynamika, která je dána stárnutím jedinců, populací a ekosystému vůbec. Bývá velmi často cyklická, přičemž počátek cyklů bývá zapříčiněn disturbancemi (náhlými katastrofickými vlivy) nejrůznějšího rázu. Na druhé straně tuto přírodní dynamiku prakticky veškerých přírodních systémů více či méně ovlivňuje, častěji však reguluje člověk. V realitě se tedy přírodní a antropogenní vlivy prolínají.

Dynamika lesních porostů je z velké části řízena hospodařením, lesní cykly určuje plán těžby nebo v příčině antropogenní kalamita (polom, hmyzí škůdce, povodeň). Avšak souběžně s takovými občasnými, náhlými a intenzivními vlivy, které převážně již nahradily přírodní disturbance, působí na lesní ekosystémy dlouhodobé, pozvolné a málo intenzivní vlivy. Z přírodních faktorů jsou to jednak abiotické podmínky a jejich dynamika, například změny chemismu substrátu dané zvětráváním, jednak dynamika biotické složky, souhrnně pojmenovatelná jako výše zmíněné stárnutí. Z antropogenních faktorů je za nejvýznamnější možno považovat v současných lesích vliv herbivorů (hlavně kopytníků chovaných pro lov) a imise, čili vzdušné depozice nejrůznějších lidstvem produkovaných látek.

Acidifikace lesních ekosystémů je v tomto kontextu dlouhodobým a pozvolným procesem, který má jak přírodní, tak antropogenní příčiny. V průběhu stárnutí lesa vznikají rozkladem a transformací odumřelé organické hmoty organické kyseliny, z půdního profilu jsou vyplavovány bazické a uvolňují se oxidy trojmocných kovů. Vzdušné imise oxidů síry a dusíku jsou zase významným zdrojem vodíkových kationtů antropogenního původu. Tento zdroj nabyl v průběhu 20. století obrovsky na významu a proto s ním bývá spojováno

pozorované okyselování půd a následné změny vegetace a růstových parametrů dřevin v lesích.

Metoda srovnání historických a současných měření

Vlastnosti půd jsou zkoumány již nejméně sto let. Zajímavou možností, jak posoudit dynamiku acidifikace půd, je srovnání hodnot měření z minulosti se současnými hodnotami. Důležité jsou frekvence opakování, tj. kolikrát byla měření během sledovaného časového období opakována, a plošný rozsah, tj. jak velké území údaje zachycují. Obvykle platí nepřímá úměra mezi frekvencí a zachyceným časovým obdobím – měření stará několik desetiletí jsou zpravidla zopakována jednorázově, častá sledování zase nemají obvykle delší trvání.

Plošný rozsah je úzce spjat s prostorovou heterogenitou půdních vlastností, která se projevuje jak v horizontálním (vlastně souběžně s terénem), tak ve vertikálním směru. Obě vykazují diskontinuity – ve vertikálním směru se projevují jako sled půdních horizontů, v horizontálním směru jako různé typy horizontů, sumárně pak jako půdní typy. Hodnoty popisu a měření půdních vlastností odrážejí podmínky v místě odběru vzorku, plošně zpravidla velmi omezenému. Jak se mění půdní vlastnosti v závislosti na vzdálenosti (například jak se liší hned vedle odběrového místa, o 10, 100 nebo 1000 metrů dál), o tom nejsme schopni bez dalšího měření nic spolehlivě tvrdit. Předpokládá se prostorová autokorelace, tedy že bližší místa si budou podobnější než místa vzdálenější. To však nemusí platit tak jednoduše, půda není stejnorodá mrtvá hmota ovlivňovaná pouze plošnými vlivy jako je podloží nebo klima – heterogenita se projevuje i na velmi malém měřítku.

Provádíme-li tedy časové srovnání a chceme-li rozdíly v měření dané prostorovou heterogenitou vyloučit, musíme mít vzorky ze zcela stejného místa. To je ovšem ve skutečnosti nesmysl, protože každé další vzorky fyzicky nemohou být odebrány přesně z míst, kde už jednou vzorky odebrány byly. Pragmatickým řešením je odebrat opakované vzorky co nejbližší původním vzorkům, tj. na stejném místě, ze stejného horizontu a hloubky. Pro interpretaci výsledků měření je však velmi důležité vědět, jak velkou část rozdílu lze přičíst prostorové heterogenitě – čili tomu, že opakované vzorky jsou jiná půda než ta, na které bylo prováděno předchozí měření.

Pokud sledujeme půdu opakovaně, odebíráme vzorky zpravidla z trvale otevřené sondy. Takové „trvalé sondy“ ale nevydrží víc než řekněme deset nebo patnáct let. Chceme-li znát skutečně dlouhodobou změnu, můžeme k jednorázovému srovnání použít několik desítek let stará měření. Lokalizaci původních sond však pouze odhadujeme s různou přesností. Odhad zkreslení vlivem *současné* prostorové heterogenity lze jednoduše provést tak, že odebereme více vzorků na ploše, kam profil lze s jistotou lokalizovat. Příklad rozmístění takových odběrů ukazuje naše níže uvedená studie. Padne-li stará hodnota měřené půdní vlastnosti do rozmezí hodnot nových, nelze o časové změně nic spolehlivě tvrdit. Je-li mimo toto rozmezí, půda se pravděpodobně změnila daným směrem a v dané míře. Zkreslení může být kromě toho vlivem nestejného odběru, zpracování a analýzy vzorků. Provést všechny kroky identicky s původním postupem bývá ve skutečnosti problematické.

Označování půdních horizontů se v průběhu času měnilo a někdy nemusí být jasné, o který horizont šlo. V rámci jednoho pedonu se také mění mocnost horizontů a jejich vnitřní homogenita. Rozhodování o místě odebrání nového vzorku se tedy odehrává *ad hoc*. Při zpracování a analýze vzorků může mít vliv na získané hodnoty i dílčí krok použité metodiky.

Změny pH lesních půd Jeseníků mezi lety 1941–42 a 2003–04

Vědomi si všech těchto skutečností, rozhodli jsme se na základě historických údajů zjistit dlouhodobou acidifikaci lesních půd Jeseníků. Jde o dynamiku půdní kyselosti v krajinném měřítku a po období intenzivního působení okyselujících imisí. Zdrojem historických dat je impozantní studie vegetačních typů středoevropských lesů F. K. Hartmanna (HARTMANN & JAHN 1967), kde jsou uvedeny šedesát let staré hodnoty pH a několika dalších parametrů z oblasti východních Sudet. Lokality byly dobře identifikovány umístěním do lesních pododdělení a popisem terénu, lesa a půdy. Detailní výsledky této studie jsou v závěrečné zprávě (HÉDL et al. 2003, 2004) a na webové stránce HÉDL (2004), stručně v článku HÉDL et al. (2004). Zde uvádím jen stručný výtah.

Z několika desítek Hartmannových půdních sond z oblasti východních Sudet jsme byli schopni znovu lokalizovat 23. Nacházejí se v Rychlebských horách a Hrubém Jeseníku, v rozmezí nadmořských výšek 500–1400 m. Jsou v bukových, smrkobukových a smrkových porostech. Odhad vlivu prostorové heterogenity byl proveden na šesti lokalitách. Vzorky byly odebrány z A-horizontů na dvou stometrových transektech, jednom vedeném po spádnicí, druhém po vrstevnici, s počátkem v sondě. Vzdálenosti odběrů od sondy jsou až na výjimky 2, 8, 15, 30, 60 a 100 m. Měřeno bylo zatím jen pH ve vodě a v KCl, a to u 59 vzorků z 20 opakovaných sond a 72 vzorků z 12 transektů.

Výsledky jsou následující. Téměř u všech horizontů se snížilo pH, v průměru o 0,4–1,0 stupně. Okyselení mírně klesá s hloubkou, nejvíce okyseleny jsou horizonty A. Korelace pH s nadmořskou výškou ukazuje, že okyselení nejvíce působilo na půdy nižších a středních nadmořských výšek, jejichž pH se přiblížilo aciditě půd vyšších nadmořských výšek. Ještě ve 40. letech byly horské smrčiny kyselejší než bučiny a smrkobučiny – za šedesát let se rozdíl značně snížil. Současná prostorová heterogenita na transektech není větší než 0,5 až 1,0 stupně pH, přičemž se vzdáleností rozdílů vzrůstají. Hodnoty pH ze 40. let do rozpětí současných hodnot nespádají, jsou vyšší. Výjimkou je horská smrčina. Ke změně směrem k okyselení tedy skutečně došlo, vliv nepřesné lokalizace sondy pravděpodobně nehraje roli. Nelze ovšem vyloučit zkreslení vlivem použitých měřicích metod, kdy jsme samozřejmě nemohli použít původní pH-metr.

Lze konstatovat, že k okyselení lesních půd Jeseníků došlo působením vnějšího vlivu, který zapříčinil přiblížení hodnot pH ve dříve odlišných podmínkách (nadmořských výškách a typech lesa). Acidita se zřejmě přiblížila jisté dolní limitní úrovni. Vliv vnitřního vývoje ekosystémů nebylo možno kvantifikovat, zdá se však vzhledem k celku nevýznamný.

Literatura

- HARTMANN F. K. & JAHN G. (1967): Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. G. Fischer, Stuttgart.
- HÉDL R. (2004): Dynamika změn půdních vlastností dvou pohoří od 40. let 20. století.
- HÉDL R., REJŠEK K. & PETŘÍK P. (2003, 2004): Dynamika změn půdních vlastností dvou pohoří od 40. let 20. století. – Ms. [1. a 2. (upravená) verze závěrečné zprávy z projektu FRVŠ 1370/2000; depon. in: R. Hédl a CHKO Jeseníky].
- HÉDL R., PETŘÍK P. & BOUBLÍK K. (2004): Acidifikace lesních půd Jeseníků, metodologické a stanovištní vlivy. – In: ROHOŠKOVÁ M. [ed.]: Pedologické dny 2004. Sborník z konference na téma pedodiverzita, 20.–21. 9. 2004, Roztoky u Křivoklátu, pp. 40–42. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN: 80-213-1248-3.