

DYNAMIKA CHEMISMU LESNÍCH PŮD V MORAVSKOSLEZSKÝCH BESKYDECH

DYNAMICS OF FOREST SOILS CHEMISTRY IN THE MORAVSKOSLEZSKÉ BESKYDY MTS.

VÁCLAV LOCHMAN, MILAN BÍBA, ZDENĚK VÍCHA, ZUZANA OCEÁNSKÁ
 Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

ABSTRACT

In 1981 the samples of forest floor and mineral soil from probes were taken on the fully forested research catchments Červík and Malá Ráztoka in the Moravskoslezské Beskydy Mts. established in 1953 for studying impact of stands felling and replacement of woody species composition on throughfall and runoff regime. Chemical properties of soil were evaluated by leach of 1% citric acid and available nutrients were determined. Since 1989 leaches of 1M NH₄Cl have been used for determination of exchangeable cations. In 1983, 1985 and 1987 application of dolomitic limestone was repeated on the catchment Malá Ráztoka in the amount of 3 t/ha which influences pH increment and content of Ca and Mg in forest floor and surface horizon of mineral soil. On catchment Červík this chemistry of humus and surface horizon of mineral soil was influenced by changes in the status of forest stands (arising of cuttings, canopy of plantings). During investigation contents of available and exchangeable cations decreased in mineral soil of evaluated catchment. Saturation degree of adsorption soil complex (BS) does not reach 5 % on catchment Červík and 10 % on catchment Malá Ráztoka. Content of available P dropped to very low values.

Klíčová slova: chemismus lesních půd, srážkoodtokové poměry, Moravskoslezské Beskydy
Key words: chemistry of forest soils, throughfall, runoff regime, Moravskoslezské Beskydy Mts.

ÚVOD

Výzkumné plochy se sledovanými půdními profily jsou na výzkumných povodích Červíku a Malé Ráztoky spravovaných Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., pracovištěm ve Frýdku-Místku. Jsou to povodí v Moravskoslezských Beskydech a je na nich dlouhodobě sledován srážkoodtokový proces ve vztahu ke změnám v lesních porostech, především k jejich mýcení a ke změně druhové skladby. Výzkumná povodí byla založena v roce 1953. Po ukončení kalibračního období (1953 - 1965) započaly na dílčím povodí Červíku A urychlené těžby porostů (1966). Povodí Červíku B zůstávalo až do roku 1994 nezasazeno úmyslnými těžbami. Na povodí Malá Ráztoka probíhaly urychlené těžby porostů buku a jejich obnovy smrkem. Bližší informace o vlivu těžeb porostů na změny vodnosti povodí, na četnost a velikost povodňových vln a na erozi půdy podávají CHLEBEK a JAŘABÁČ (1995, 1998) a JAŘABÁČ a CHLEBEK (1984a, b).

V roce 1981 vyvolalo rostoucí poškození porostů v povodích vlivem působení imisních látek potřebu sledování jejich spadu se srážkami, sledování chemismu půdní vody a vody v povrchových zdrojích (JAŘABÁČ, CHLEBEK 1983, LOCHMAN et al. 1986). Uvedené práce skončily zjara roku 1984. Sledování spadu látek se srážkami na volné ploše a chemismu vody povrchových zdrojů (potoků) bylo obnoveno v roce 1991 (BÍBA et al. 2006, LOCHMAN et al. 1999, 2000, 2001) a pokračují až dodnes.

Při zřizování zařízení na zachycování půdní vody byly v roce 1981 (1982) odebrány pro analýzy i vzorky půdy (LOCHMAN et al. 1986). Odběry vzorků půdy pro laboratorní rozborů pokračovaly v nepravidelných intervalech i v dalších letech (LOCHMAN et al. 1994).

To umožnilo hodnocení vývoje přítomnosti výměnných či přístupných kationtů i fosforu a jejich celkové zásoby v humusových horizontech půd na obou povodích (Červíku a Malé Ráztoky), které se vzájemně liší složením matečné horniny a především zatížením spady z ovzduší. Toto hodnocení je předmětem předkládané práce.

PŮDNÍ TYPY A HUMUSOVÉ FORMY HDNOCENÝCH PROFILŮ

Geologickým podkladem obou povodí Červíku je godulský pískovec s vložkami ístebňanských břidlic a jílovců, na nichž se vytvořily půdy proměnlivé zrnitosti od písčítých po jílovito-hlinité. Na povodí Malá Ráztoka je geologickým podkladem godulský pískovec.

Na povodí Červíku A se na horní ploše vyvinul podzol modální na velmi zrnitém materiálu s humusovou formou morového moderu. Na dolní ploše je kambizem dystrická, slabě oglejená na písčitohlinitém deluviu, s humusovou formou moderu.

Na horní ploše povodí Červíku B se na hlubokém hlinitopísčitém materiálu vytvořila kambizem dystrická s humusovou formou moru. Na údolní ploše je na balvanitém podkladu vytvořen podzol rankerový, slabě oglejený s humusovou formou mělového moru.

Na povodí Malá Ráztoka je na ploše v horní části (Noříčí) kambizem dystrická s humusovou formou typického moru. V dolní části povodí se vyvinula na skeletovém deluviu s 40% sklonem též kambizem dystrická, rankerová s humusovou formou mulového moderu.

METODIKA ROZBORŮ

Odběr vzorků humusu a půd byl prováděn na plochách v povodí Červíku a na vrcholové ploše na Malé Ráztoce v letech 1981, 1989, 1994, 2000 a 2005. Na údolní ploše v povodí Malá Ráztoka se uskutečnil odběr vzorků v roce 1982, 1987, 1994, 2000 a 2005. Humusové formy a typy půd jsou hodnoceny podle taxonomického klasifikačního systému půd České republiky (NĚMEČEK et al. 2001).

Rozbory půdy prováděly Zkušební laboratoře Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., v Jílovišti-Strnadech.

Celkový oxidovatelný uhlík (C_{ox}) byl stanovován jodometrickou titrací po mineralizaci kyselinou sírovou, celkový dusík (N_t) pomocí kjeldahlizace. Od roku 2005 je celkový obsah C a N měřen ve vzorcích spalovací metodou.

Pro stanovení celkového obsahu dalších prvků v humusu byly do roku 1993 vzorky mineralizovány žiháním a k výluhu popela byla použita koncentrovaná HCl. Od roku 1994 jsou vzorky vyluhovány přímo lučavkou královskou.

Pro zjištění celkového obsahu dalších prvků v pokryvném humusu byla po jeho mineralizaci žiháním do roku 1993 používána koncentrovaná HCl a od roku 1994 lučavka královská. Pro stanovení obsahu přístupných forem prvků v humusu a půdě byl do roku 1989 používán výluh 1% kyselinou citronovou. Od tohoto roku byly stanovovány výměnné kationty výluhem 1 M NH_4Cl .

Měření obsahu kationtů ve výluzech bylo prováděno na spektrofotokolorimetru AAS Varian Techtron. Stanovení těžkých kovů a P je od roku 1994 prováděno na přístroji ICP OES LIBERTY.

VÝSLEDKY

Vývoj chemismu půdy hodnotíme na jednotlivých plochách. Na horní ploše v povodí Červíku A byla v roce 1981 nově zalesněná holá seč, v roce 1994 mlazina před zapojením a od roku 2000 zde existuje zapojený porost smrku s přimíšeným bukem.

Hodnoty aktivního pH (H_2O) a výměnného pH (KCl) narůstaly od roku 1981 do roku 1994. Do hloubky 35 (45) cm měla většina odebraných vzorků půdy pH/ H_2O nižší než 4,2. (tab. 1). Poměr C/N byl v roce 2005 v pokryvném humusu optimální a v minerální půdě vysoký (≥ 20). V pokryvném humusu (H) v letech 1989 až 2005 narůstal obsah výměnného K a poklesl obsah Ca. V minerální půdě se projevil pokles obsahu všech bazických kationtů u Mg a u Ca v půdní spodině jen na < 10 ppm. Poklesl obsah přístupného P na jednotky ppm. Nasycení sorpčního komplexu se současně snížilo na $< 5\%$ v roce 2005 (tab. 10). Mezi roky 1994 a 2005 klesaly i obsahy celkového K, Mg a Ca v pokryvném humusu (tab. 7).

Na dolní ploše u přepadu byla v roce 1981 odrostlá kultura, ze které se v roce 1994 vyvinul zapojený smrkový porost s příměsí listnáčů (buku).

Aktivní a výměnné pH pokryvného humusu se ve sledovaném období (1981 - 2005) s výkyvy snižovalo (nejvyšší hodnoty byly stanoveny v roce 1989) – (tab. 2). V minerální půdě nebyl zjištěn jednoznačný trend, ale nejvyšší hodnoty pH/ H_2O i pH /KCl byly naměřeny u vzorků odebraných v roce 1989. Nižší hodnota pH/ H_2O než 4,2 byla trvale zjišťována v horizontu 0 - 10 cm. V roce 2005 byl poměr C/N vysoký v materiálu pokryvného humusu v půdním profilu do hloubky 40 cm. Obsah výměnných bazických kationtů narůstal v pokryvném humusu a klesal v minerální půdě na 20 - 30 ppm u K, na < 5 ppm Mg, < 10 ppm u Ca a 5,2 ppm

přístupného P v roce 2005. V pokryvném humusu překračovalo nasycení sorpčního komplexu bázemi 50 % a v minerální půdě pokleslo na $< 5\%$ (tab. 10). Obsahy celkového K, Mg a P klesaly, u Ca nebyl zjištěn jednotný trend změn (tab. 7).

Na povodí Červíku B byla horní plocha v roce 1981 umístěna do okraje dospělého uvolněného porostu smrku. Mezi roky 1994 až 2000 byl porost domýcen a zůstal zde řídký porost smrku a buku z náletu.

Od počátku sledování (1981) se zvyšovalo aktivní pH v humusovém horizontu a v půdním profilu do hloubky 25 cm. Výměnné pH se zvýšilo ve vrstvě F a pokleslo v půdě v hloubce nad 25 cm (tab. 3). Hodnoty pH $\leq 4,2$ byly naměřeny ve vrstvě H a do roku 2000 i v horizontu A. Poměr C/N byl v roce 2005 dobrý v materiálu pokryvného humusu a v povrchovém humózním horizontu A. V hlubší části profilu je vyšší než optimum. Obsah výměnného Ca a Mg ve vrstvě F i H pokryvného humusu se zvýšil, v půdním profilu se snížil, v hlubší části u Mg na < 5 a Ca < 10 ppm. Naopak obsah K narůstal. Také přístupný P v minerální půdě profilu poklesl na $< 5,2$ ppm. Současně se snižovalo nasycení sorpčního komplexu půdy V na 5 % (tab. 10). Mezi roky 1994 a 2005 se též zvýšil celkový obsah K, Mg, Ca a P ve vrstvě F a u Ca a P i ve vrstvě H pokryvného humusu (tab. 8).

Dolní plocha na povodí Červíku B byla založena v dospělém smrkovém porostu, který byl vytěžen v roce 1986. Obnova byla provedena smrkem, v roce 2005 byla mlazina zapojena.

Vývoj hodnot pH byl v jednotlivých horizontech nestejný. Ve vrstvě F aktivní i výměnné pH dosáhlo nejvyšších hodnot v roce 2005 ve vrstvě H v roce 1989 (tab. 4). V minerálním půdním profilu bylo stanoveno nejvyšší pH/ H_2O v roce 2000 a pH/KCl v roce 1989, v dalším období pokleslo. Až do hloubky 20 cm bylo pH/ H_2O trvale nižší než 4,2. Poměry C/N v půdě byly na této ploše příznivé. Obsahy výměnných bazických kationtů a přístupného P v pokryvném humusu (H) a v minerálním profilu mezi roky 1989 až 2005 trvale klesaly i v hlubších horizontech u Mg na < 5 ppm, u Ca < 30 ppm a P na $< 5,2$ ppm. Současně klesal stupeň nasycení sorpčního komplexu V, v minerální půdě byl nižší než 5 % (tab. 10). Celkový obsah K, Mg a Ca v humusu od roku 1994 klesal (tab. 8).

Na povodí Malá Ráztoka byla horní plocha založena v dospělém bukovém porostu na Nořiči, který byl v sousedství plochy mýcen. V letech 1983, 1985 a 1987 na povodí proběhla letecká aplikace dolomitického vápence ($3 t \cdot ha^{-1}$).

V pokryvném humusu (H) se aktivní a výměnné pH mezi roky 1981 až 1989 zvýšilo a po roce 1989 klesalo. V minerální půdě pokračoval růst pH/ H_2O až do roku 2000, pH/KCl klesalo již od roku 1989 (tab. 5). Hodnoty pH vodního výluhu půdy v organominerálním horizontu A se pohybovaly pod 4,2. Poměr C/N byl optimální, v pokryvném humusu se pohyboval v rozmezí 15 až 20 (22) a v minerální půdě byl nižší než 15. V období aplikace dolomitického vápence mezi roky 1981 a 1989 v pokryvném humusu i v minerální půdě narůstal obsah přístupného Ca a Mg a po roce 1989 klesal obsah výměnného Mg a Ca, ve spodní části půdního profilu byl u Mg na < 10 ppm. Obsah K v sorpčním komplexu měl opačný průběh, po poklesu v 80. letech se v dalším období projevil nárůst (na > 30 ppm). V celém sledovaném období byl zjišťován pokles obsahu přístupného P v minerální půdě až na < 10 ppm. Od roku 1989 klesalo i nasycení sorpčního komplexu bazickými kationty. V roce 2005 dosahovalo v pokryvném humusu (H) 65,6 % a v minerální půdě $< 10\%$ (tab. 11). Celkový obsah K, Mg, Ca v pokryvném humusu po roce 1982 narostl a po roce 1994 poklesl (tab. 9).

Dolní plocha na povodí Malé Ráztoky (u potoka) byla založena v roce 1982 na holé seči. Obnovený listnatý porost s příměsí smrku již v roce 2000 dosahoval korunového zápoje. Opakovaná aplikace dolomitického vápence v povodí se projevila ve zvýšení hodnot aktivního a výměnného pH v pokravném humusu mezi roky 1982 a 1987 (tab. 6). V dalších letech byl patrný pokles hodnot. V minerální půdě narůstalo pH/H₂O do roku 2000. Maximální hodnoty pH/KCl byly v hloubce 0 - 20 cm stanoveny v roce 1994 a ve spodní části profilu v roce 2000. Hodnoty pH ≤ 4,2 v roce 1982 zasahovaly v minerální půdě až do hloubky 20 - 50 cm. Toto pásmo nízkého pH se během dalších let zúžilo na horizont Ah 0 - 8 cm. Poměr C/N byl v roce 2005 v humusovém horizontu i v minerální půdě optimální (15 - 20 a 10 - 15). Obsahy přístupných bazických kationtů a fosforu v humusu do roku 1987 narůstaly. Po roce 1994 se v celém profilu snižoval obsah výměnného Mg a Ca a přístupného P, u K se v hloubce od 20 cm projevil nárůst.

V půdní spodině byl v roce 2005 obsah Mg < 10 ppm a Ca < 20 ppm a proto pokleslo i nasycení sorpčního komplexu půdy bázemi V na < 10 % (tab. 11). Celkový obsah Mg a Ca v pokravném humusu byl největší v roce 1987 a v dalších letech klesal (tab. 9).

SOUHRN A DISKUSE

Změny chemismu půdy, především povrchových horizontů, na povodí Červíku jsou podstatně ovlivňovány vývojem porostů. Na povodí Červíku A se aktivní pH (H₂O) od roku 1981 na horní i dolní ploše zvyšovalo až do zapojení výsadby (do roku 2000, respektive 1989). Podobně se vyvíjelo i výměnné pH (KCl). V hlubší části půdních profilů nebyly změny pH v průběhu sledování jednoznačné. Na povodí Červíku B se na horní ploše zvýšilo pH/H₂O v povrchových horizontech po roce 1994 a pH/KCl spíše klesalo. Na dolní ploše narůstalo aktivní pH v humusovém horizontu do roku 1989 a v minerální půdě do roku 2000, tedy po smýcení porostu do zapojení mlaziny.

Na povápněném povodí Malé Ráztoky byly nejvyšší hodnoty pH/H₂O zjištěny v roce 2000. Nejvyšší hodnoty pH/KCl byly na horní ploše v porostu buku shledány v roce 1989, na dolní ploše v humusovém horizontu v roce 1987, v hloubce 0 - 20 cm v roce 1994 a v hlubší části půdního profilu roku 2000.

Hodnoty pH vodního výluhu půdy ukazují na možnosti pufrace (spotřeby) vodíkových iontů přicházejících z depozice a z interních procesů v půdě, to je procesů spojených s rozkladem odumřelé organické hmoty, s přeměnami forem dusíku a s výživou fytoceenózy (porostů). Při pH < 4,2 může probíhat destrukce minerálního sorpčního komplexu, tedy rozpad jílových minerálů a uvolňování Al₃⁺ (ULRICH et al. 1981). Tento stav existuje na všech výzkumných plochách v horizontech A. Na horní ploše Červíku A a dolní ploše Červíku B zasahuje zóna pufrace protonů tímto procesem do větší hloubky (20 cm) a v 80. letech dosahovala ještě hlouběji (45 cm). Na těchto dvou plochách se ve svrchním horizontu A pohybuje pH/H₂O v hodnotách nižších než 3,8, což vytváří předpoklad pro pohyb sloučenin Fe (ULRICH et al. 1981). Proto také půdy uvedených ploch vykazují zřetelné znaky podzolizace. V hlubších horizontech půd na všech plochách probíhá pufrace protonů (H⁺) především výměnou kationtů ze sorpčního komplexu (pH/H₂O > 4,2 až ≤ 5,0) a to i na vápněných plochách v povodí Malé Ráztoky.

Trend snižování obsahu přístupných kationtů Mg a Ca (ve výluhu 1% kyseliny citronové) v minerálních částech půdních profilů byl mezi

roky 1981 a 1989 zjištěn na všech plochách v povodí Červíku. Na povodí Malé Ráztoky se v tomto období projevilo zvýšení obsahu přístupného Mg a Ca v horizontu pokravného humusu a v organominerálním horizontu A jako důsledku aplikace dolomitického vápence. Na sečích s obnovovanými porosty v povodí Červíku A a na dolní ploše Červíku B lze nárůst obsahu přístupných kationtů vysvětlit jako následek poklesu kyselé depozice a uvolňování prvků při mineralizaci odumřelé organické hmoty. Obsah přístupného P v minerální půdě se během sledovaného období podstatně snižoval na všech plochách, na povodích Červíku A a Červíku B až na minimální množství (< 5,2 ppm). U tohoto prvku není snížení způsobeno vymytím nebo odčerpáním kořeny porostů, ale především změnou jeho rozpustnosti při změně půdního pH (PAČES 1979).

Obsah výměnných kationtů Mg a Ca v sorpčním komplexu minerální půdy stanovovaný po roce 1989 (1994) klesal na všech plochách a s výjimkou ploch na Malé Ráztoky a horní plochy na Červíku B klesal i obsah výměnného K. Množství výměnného Ca a Mg v materiálu humifikační vrstvy H pokravného humusu se snižovalo na plochách v povodí Malé Ráztoky, a po zapojení mlaziny na horní ploše Červíku A a dolní ploše v povodí Červíku B.

Snižování zásoby bazických kationtů v sorpčním komplexu půdy vedlo k poklesu a vyrovnání hodnot V v minerální části profilů na velmi nízké nasycení (< 5 %) na plochách Červíku A i B a k poklesu hodnoty V na < 10 % na plochách v povodí Malé Ráztoky.

Celkový obsah bazických kationtů v materiálu pokravného humusu na plochách Červíku A s mladými porosty mezi roky 1994 a 2005 klesal. Stejný trend ukazují celkové obsahy K, Mg a Ca na dolní ploše v povodí Červík B. Na horní ploše tohoto povodí nebyly v hodnoceném období změny celkového obsahu těchto kationtů jednoznačné. Na povodí Malé Ráztoky se od roku 1994 na obou plochách v humusovém horizontu snižoval celkový obsah Mg a Ca. Nejvyšší obsahy těžkých kovů a železa byly v pokravném humusu sledovaných ploch stanoveny v roce 2000, vyšší na Malé Ráztoky než na Červíku a vůbec nejvyšší na ploše Noříč. Podle metodiky ICP Forests byly u většiny vzorků během sledování celkové obsahy Cd, Cu, Pb a Zn střední. Vysoké obsahy Cu byly stanoveny v humusu ploch na Malé Ráztoky v roce 1981 a 1987. Vysoké obsahy Pb byly zjištěny ve vzorcích odebraných na všech plochách v roce 2000 a na plochách na Malé Ráztoky ještě v roce 2005. Na tomto povodí se projevuje větší exponovanost ploch vůči proudění vzduchu i v depozici těžkých kovů.

Na změny chemismu půdy má vliv vývoj depozice prvků, ta byla na povodích zjišťována pouze ve srážkové vodě zachycované na volné ploše (bulk) v údolní části povodí (BÍBA et al. 2006). Ve sledovaném období od roku 1992 zde ve srážkách klesaly koncentrace aniontů silných kyselin, především SO₄²⁻, ale také kationtů Ca, K, Mg i Na. To způsobilo, že na povodí Červíku po roce 2000 pokleslo průměrné roční pH srážkové vody pod 5,0 a stejně tak i na Malé Ráztoky již od roku 1999. Větší snížení spadu dusíku proběhlo na Malé Ráztoky, ale stále zde zůstávala depozice vyšší než na Červíku.

Bilancování spadu prvků se srážkami a jejich ztráta s odtékající vodou v letech 1982 a 1983 a též v 90. letech pro povodí Červíku a Malé Ráztoky uvádí LOCHMAN et al. (1999). Výsledky ukazují rozdíly v chemismu srážek v závislosti na charakteru porostu a jeho exponovanosti vůči proudění vzduchu. I když depozice protonů (H⁺) se srážkami z volné plochy v letech 2002 až 2005 z výše uvedených důvodů opět narostla, na Červíku na 0,19 kmol.ha⁻¹ a na Malé Ráztoky na 0,21 kmol.ha⁻¹, je nutné při hledání příčin snižování zásoby

bazických kationtů v půdě uvažovat i jejich spotřebu vzrůstajícími mladými porosty a také uvolňováním protonů při přeměnách a příjmu sloučenin dusíku vegetací.

Při příjmu iontu NH_4^+ ze spadu je uvolňován jeden proton (H^+), při jeho nitrifikaci na NO_3^- jsou uvolňovány dva protony a jsou-li vzniklé nitrátové ionty vymyty z půdy odtékající vodou, působí celý proces okyselování půdního prostředí (KHANNA, ULRICH, 1985, ULRICH et al. 1981). V období let 2002 až 2005 dosahoval námi zjištěný roční spád N/NH_4^+ na volné ploše na Červíku 4,08 kg na ha ($0,288 \text{ k}_{\text{mol}}$) a ztráty s odtékající vodou byly na Červíku A 0,189 kg ($0,0135 \text{ k}_{\text{mol}}$) a na Červíku B 0,199 kg ($0,0142 \text{ k}_{\text{mol}}$) na ha. U N/NO_3^- byl na Červíku stanoven na volné ploše roční spád 4,42 kg ($0,315 \text{ k}_{\text{mol}}$) na ha. Roční průměrné ztráty s odtékající vodou byly na Červíku A 1,84 kg ($0,133 \text{ k}_{\text{mol}}$) a na Červíku B 3,82 kg ($0,272 \text{ k}_{\text{mol}}$) na ha. Na Malé Ráztocce byl ve srážkách na volné ploše stanoven roční spád N/NH_4^+ 6,47 kg ($0,456 \text{ k}_{\text{mol}}$) a ztráta odtokem 0,231 kg ($0,0162 \text{ k}_{\text{mol}}$) na ha. Roční depozice N/NO_3^- zde dosahovala 5,60 kg ($0,399 \text{ k}_{\text{mol}}$) na ha a ztráta odtokem 11,76 kg ($0,840 \text{ k}_{\text{mol}}$). Je tedy zřejmé, že pravděpodobnost působení zvýšeného spadu dusíku na proces okyselování a ochuzování půdy je větší na povodí Malá Ráztoka.

O rozdílech v koloběhu dusíku na jednotlivých povodích svědčí průměrné roční koncentrace nitrátů (NO_3^-) v odtékající vodě, které se v letech 2002 až 2005 pohybovaly na Červíku A mezi 1,28 – 1,58, na Červíku B 2,45 – 3,50 a na Malé Ráztocce 5,11 – 9,70 mg.l^{-1} .

Výsledky analýz jehličí odebraného v mladých porostech smrku v letech 2003 a 2004 ukazují na dobrou výživu porostů na povodí Malá Ráztoka. Na povodí Červíku A v horní části byl stanoven mírný deficit dusíku a fosforu. U hořčičku byly zjištěny nižší koncentrace v jehličí smrku v dolní části tohoto povodí, které se u dvouletého jehličí pohybovaly v oblasti mírného nedostatku ($< 700 \text{ mg/kg}$) (BÍBA et al. 2006).

ZÁVĚR

Od roku 1992 probíhá na povodí Červíku a Malé Ráztoky pokles depozice látek se srážkami na volné ploše (bulk). Snižování kontaminace srážkové vody vede i k poklesu jejího pH. Na povodí Červíku byl chemismus humusového horizontu a povrchových horizontů minerální půdy ovlivňován vývojem lesních porostů (vznik sečí, zapojování porostů). Na povodí Malá Ráztoka se v povrchových půdních horizontech projevoval vliv aplikace dolomitického vápence ve zvýšení hodnot pH a obsahu Mg a Ca. Snižování obsahu bazických kationtů se projevovalo méně v pokrývném humusu a humózním horizontu A. V minerální půdě obou povodí se dále snižoval obsah přístupných kationtů Na, K, Mg, Ca i K. Stupeň nasycení sorpčního komplexu půdy V nedosahuje na povodích Červíku A a Červíku B 5 % a na povodí Malé Ráztoky 10 %. Obsah přístupného P poklesl na velmi nízké obsahy.

Během let pozorování se zužila zóna nízkého ($\text{pH}/\text{H}_2\text{O} < 4,2$) s pufrací protonů uvolňováním Al^{3+} jen na povrchové horizonty. V profilech je pH odpovídající pufrací protonů výměnou kationtů ze sorpčního komplexu. Zásoby výměnných živin jsou však v minerálních půdách sledovaných ploch velmi nízké a výživa fytoceoz je zajišťována jejich uvolňováním z humusového horizontu (ze spadu a rozkladu odumřelé organické hmoty) a uvolňováním při (rozkladu) zvětrávání detritátu matečné horniny. Při narušení těchto procesů může dojít k projevům nedostatku některých prvků v asimilačních orgánech a poškození lesních porostů.

Poznámka:

Příspěvek byl zpracován v rámci výzkumného projektu NAZV č. QF3013 „Vývoj hydrického působení lesů malých horských povodí“, řešeného ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

LITERATURA

- BÍBA, M., JAŘABÁČ, M., LOCHMAN, V., OCEÁNSKÁ, Z., ŠRÁMEK, V., VÍCHA, Z. Vývoj hydrického působení lesů malých horských povodí. Závěrečná zpráva projektu QF 3013. Jiloviště: VÚLHM, v. v. i., 2007. 64 s., 28 tab., 38 grafů.
- CHLEBEK, A., JAŘABÁČ, M. 40 let lesnicko-hydrologického výzkumu v Beskydech 1953 - 1993. Lesn. průvodce, 1995, č. 2, 29 s., 30 tab., 60 grafů, 39 obr.
- CHLEBEK, A., JAŘABÁČ, M. Vliv porostů lesních dřevin a jejich obnovy na vodní režim malých povodí (Červík, Malá Ráztoka, U Vodárny). Závěrečná zpráva. Jiloviště-Strnady: VÚLHM, 1998. 102 s.
- JAŘABÁČ, M., CHLEBEK, A. Vliv lesního hospodářství na kvalitu vody v beskydských experimentálních povodích. Lesnictví, 1983, roč. 29, s. 717-738.
- JAŘABÁČ, M., CHLEBEK, A. Eroze půdy vyvolané technologickými postupy na flyši. Závěrečná zpráva. Jiloviště-Strnady: VÚLHM, 1984a. 16 s., 13 tab., 27 obr.
- JAŘABÁČ, M., CHLEBEK, A. Vliv věku a zakmenění na redukci srážek v Sm Bk a Bk Sm stupni. Etapová závěrečná zpráva. Jiloviště-Strnady: VÚLHM, 1984b. 18 s., 19 tab., 27 obr.
- KHANNA, P. K., ULRICH, B. Processes associated with acidification of soils and their influence on the stability of spruce stands in Solling area. In Proc. Symp. Air Pollution and Stability of Coniferous Forest Ecosystems, Ostravice, October 1 - 5, 1984. Brno: Fac. Forestry, Agric. Univ., 1985. s. 23-26.
- LOCHMAN, V., JAŘABÁČ, M., CHLEBEK, A. Působení lesních porostů a obnovení sečí na chemické složení vody odtékající do vodních zdrojů na výzkumných povodích v Beskydech. Práce VÚLHM, 1986, roč. 68, s. 73-117.
- LOCHMAN, V., CHLEBEK, A., JAŘABÁČ, M. Depozice imisních látek se srážkami a jejich ztráty odtokem vody na povodí Červíku a Malé Ráztoky v Beskydech. In Vliv imisí na lesy a lesní hospodářství Beskyd, 12. Brno: MZLU, 1999. s. 53-58.
- LOCHMAN, V., CHLEBEK, A., JAŘABÁČ, M., ŠEBKOVÁ, V. Působení lesů v povodí Červíku a Malé Ráztoky na chemismus vody povrchových zdrojů. Jour. For. Sci., 2000, vol. 46, s. 305-324.
- LOCHMAN, V., BÍBA, M., ŠEBKOVÁ, V. Vývoj zásoby přístupných živin v půdách výzkumných povodí Červíku A, Červíku B a Malé Ráztoky. Beskydy, 114. Brno: MZLU, 2001. s. 43-50.
- NĚMEČEK, J. et al. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha: ČZU, 2001. 79 s.
- PAČES, T. Geochemický oběh fosforu v exodenní zóně. Věstník Ústředního ústavu geologického, 54. Praha: 1979. s. 365-373.
- UHLÍŘOVÁ, H., HEJDOVÁ, J. Těžké kovy v lesních ekosystémech České republiky. Zprávy lesnického výzkumu, 1999, roč. 44, č. 3, s. 1-10.
- ULRICH, B., MAYER, R., KHANNA, P. K. Deposition von Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldökosystemen im Solling. Schriften. Forstl. Univ. Göttingen, 58, 1981, 371 s.

Tab. 1. Vývoj chemismu půdy na povodí Červíku A - horní plocha. Zásoba přístupných kationtů ve výluhu 1% kyseliny citronové - C a zásoba výměnných prvků ve výluhu 1M NH₄Cl - A
Development of soil chemistry on catchment Červík A – upper plot. Supply of available cations in leach of 1% citric acid – C and supply of exchangeable elements in leach of 1M NH₄Cl - A

Horizont/Horizon	Rok odběru/Sampling	pH/H ₂ O	pH/KCl	Cox %	Nt %	C : N	mg.kg ⁻¹										
							Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P		
L	1982		4,3		0,848	C	26	384	125	1 277	36	150	300	600	124		
F	1982	3,8	3	36,48	1,63	C	34	242	100	1 100	32	150	560	1 100	116		
H	1982	3,3	2,6	30,98	1,23	C	50	161	88	751	24	72	500	1 100	87		
H	1989	3,9	3,3	21,42	1,10	C	48	185	109	686	16	66	387	567	69		
L	2005	4,81	3,89	49,1	1,97	A	35,1	882	398	4 177	44,9	1 405	6,39	19,6	235		
F	2000	4,73	3,31	33,94	2,09	A											
F	2005	4,34	3,3	48,4	2,19	A	30,6	859	302	3 058	43,9	803	21,89	68,4	69		
H	1989	3,9	3,3	21,42	1,10	A		279	135	1 021		56,9	41,9	399	69		
H	1994	3,8	3	24,81	1,18	A	31,6	396	141	1 067	32,6	97,6	145	667	84		
H	2000	3,94	2,82	22,67	1,29	A	24,7	252	120	937		59,8	187	802	33		
H	2005	3,82	2,77	29,5	1,56	A	21,7	474	147	888	20,1	86,1	156	464	85		
0-10	1981	3,4	2,6	6,87	0,291	C	11	50	24	185	8	16	520	1 075	31		
0-5	1989	3,6	3,1	11,82	0,56	C	29	54	29	229	8	6	337	387	37		
0-5	1989		3,1			A		93	37	360		3,8	33,9	405			
0-10	1994	3,8	2,72	7,26	0,365	A	7,1	92	27	116	4,5	23,7	46,3	641	18		
0-10	2000	3,95	2,82	5,61	0,163	A	4,4	36,3	16,8	103		5,1	104	644	5		
0-8	2005	3,82	2,8	3,11	0,179	A	2,2	31,2	14	90,4	2,7	16,1	111	793	26		
10-20	1981	3,7	3,2	1,11	0,084	C	6	22	14	98	10	6	350	365	18		
5-15	1989	4		1	0,075	C	14	30	11	67	3	2	286	288	26		
5-15	1989					A		32,1	9,5	63		1,3	54,5	437			
10-25	1994	4,15	3,5	2,12	0,124	A	5,3	57	13	97	2,2	29,5	45,5	741	114		
10-25	2000	4,17	2,99	1,58	0,087	A	2,9	22,2	8,6	57,5		5,6	89	940	114		
8-20	2005	3,98	3,12	2,22	0,111	A	2,1	27,8	9,8	45	2	21,8	98,3	915	2,1		
20-35	1981	3,6	2,6	1,73	0,094	C	6	25	10	75	6	65	2 150	1 875	37		
20-35	1989	4	3,5	2,6	0,201	C	22	39	15	83	3	42	2 697	1 060	220		
20-35	1989					A		59	14	82		11	70,9	924			
25-45	1994	4,5	3,95	2	0,119	A	4,3	32,4	6,7	49,1	1,8	4,5	7,7	545	74		
25-45	2000	4,3	3,34	2,51	0,164	A	4,82	42	10,3	66,3		13,8	48,1	941	13		
20-45	2005	4,17	3,43	1,73	0,081	A	2,4	22,6	5,1	22,4	1,5	18,9	31,3	788	2,8		
35-55	1981	4,25	4,15	1,53	0,098	C	6	17	8	70	8	39	1 425	2 025	8		
45-60	1994	4,5	4,00	1,24	0,109	A	4,23	69,2	7,04	50,83	0,6	2,89	4,1	441	108		
45-60	2000	4,5	3,64	1,17	0,07	A	3,5	15,4	3,5	21,6		5,4	5,5	831	10		
45-60	2005	4,3	3,67	1,82	0,088	A	1,9	34,6	4,1	9,4	1,9	13	10,3	699	5,7		
60+	2000	4,44	3,5	1,03	0,062	A	10,5	22,1	3,7	18,5		15,2	189	701	8		
60+	2005	4,29	3,72	2,37	0,114	A	3,3	26,7	4,3	16,4	2,2	13,6	18	710	7,3		

Tab. 2. Vývoj chemismu půdy na povodí Červík A - dolní plocha. Zásoba přístupných prvků ve výluhu 1% kyseliny citronové - C a zásoba výměnných kationtů ve výluhu IM NH₄Cl - A
Development of soil chemistry on catchment Červík A - lower plot. Supply of available elements in leach of 1% citric acid - C and supply of exchangeable cations in leach of IM NH₄Cl - A

Horizont/Horizon	Rok odběru/Sampling	pH/H ₂ O	pH/KCl	Cox.%	Nt.%	C:N	mg.kg ⁻¹										
							Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P		
F/H	1982	4,3	3,5	31,7	1,51	21	C	32	631	216	1 550	44	820	550	850	390	
H/Ah	1982	3,6	2,8	12,6	0,644	19,6	C	16	112	50	350	16	25	775	1 050	151	
H/Ah	1989	4,4	3,7	7,8	0,5	15,6	C	31	170	68	578	18,1	286	990	1 058	64	
L	2005	4,2	3,29	50,8	1,34	37,9	A	26,1	842	217	2 552	35,8	614	15,4	33,3	94,6	
F/H	2000	4,34	3,31	31,74	2,1	15,2	A										
F/H	2005	4,1	2,89	48,8	1,76	27,7	A	31,2	524	156	1 981	41	309	76,9	218	82	
H/Ah	1989	4,4	3,7	7,8	0,5	15,6	A		228	73	648		164	11,9	387		
H	1994	4,1	3,4	26,4	1,24	21,3	A	14,8	334	130	1 145	20	353	26,7	299	28	
H	2000	3,81	2,73	26,6	1,5	17,7	A	18,7	327	129	1 305		270	170	436	22	
H	2005	3,87	2,64	45,5	1,69	26,9	A	22,3	474	175	1 929	45,1	225	142	463	62,3	
0 - 5 cm	1981	3,8	3,2	6,96	0,316	22	C	9	92	30	280	14	38	1 100	840	111	
0 - 5 cm	1989	4,1	3,6	5,46	0,32	17,1	C	24	101	51	370	6,4	101	977	896	38	
0 - 5 cm	1989						A		53,2	42	328		24	6,9	537		
0 - 10 cm	1994	3,8	3,1				A	6,6	105	30	123	5,6	10,8	84	570	20	
0 - 10 cm	2000	3,92	2,91	3,47	0,184	18,9	A	4,6	61,4	16,3	71,8		10,6	112	745	10	
0 - 10 cm	2005	4	3,14	4,54	0,208	21,8	A	3,6	39,2	12,1	19,3	2,6	4,1	141	923	<5,2	
5 - 25 cm	1981	4	3,3	1,9	0,116	16,4	C	6	39	13	100	8	39	1 500	1 025	49	
10 - 20 cm	1989	4,5	4	1	0,081	12,1	C	18	24	12	87	3,7	59	866	1 301	16	
10 - 20 cm	1989						A		32,4	11	71,9		13,9	3,2	528		
10 - 20 cm	1994	4	3,4				A	4,5	56,1	13	130	3	6,7	62,1	471	11	
10 - 25 cm	2000	4,48	3,52	1,37	0,087	15,8	A	4,5	26,4	5	13,2		12,1	7,9	638	10	
10 - 25 cm	2005	4,49	3,98	2,75	0,132	20,8	A	2,3	28,4	4,6	6,5	1,6	14,2	13	493	<5,2	
25 - 40 cm	1981	4,7	4,3	0,8	0,059	13,6	C	6	38	6	55	6	38	500	2 450	27	
25 - 40 cm	1989	4,6	4,3	0,83	0,06	13,8	C	7,3	19	6,3	55	2,7	56	619	1 781	19	
25 - 40 cm	1989						A		22,7	11	58		6,2	0,74	240		
25 - 40 cm	1994	4,6	4	0,94	0,084	11,2	A	6,1	53,4	11	49	0,92	7,1	2,1	309	29	
25 - 40 cm	2000	4,7	3,92	0,93	0,077	12,1	A	3,6	16,4	2,6	6,5		7,3	0,77	361	15	
25 - 40 cm	2005	4,72	4,24	2	0,104	19,2	A	2,3	19,3	2,2	3,7	1,62	6,1	1,34	275	<5,2	
40 - 60 cm	1981	4,8	4,3	0,8	0,038	21,1	C	5	39	6	50	7	44	540	2 500	23	
40 - 60 cm	1989	4,6		0,31	0,048	6,5	C	17	31	8,7	48	1,6	62	362	1 464	14	
40 - 60 cm	1989						A		33,6	12	52		5,1	0,19	252		
40 - 60 cm	1994	4,8	4,1	0,62	0,061	10,2	A	2,1	54,8	7,4	49	0,33	5,5	3,3	215	58	
40 - 60 cm	2000	4,83	4,12	0,53	0,052	10,2	A	6	16,1	2,1	9,1		2,7	0,93	278	39	
40 - 60 cm	2005	4,64	4,16	0,56	0,038	14,7	A	2,5	27,9	2,3	3,8	1,63	5,9	0,91	361	<5,2	
60 - 100 cm	1981	4,8	4,2	0,16	0,024	6,7	C	6	22	8	55	5	23	500	1 225	9	
60 +	1989	4,6		0,33	0,027	12,2	C	13	24	8	39	1	36	294	1 043	14	
60 - 100 cm	1994	4,8	4,1	0,26			A	2,1	36,2	4,4	32,6	0,31	2,7	1,27	216	103	
60 - 100 cm	2000	4,77	4,16	0,3	0,032	9,4	A	4,5	21,5	2	8		1,3	0,7	342	47	
60 - 100 cm	2005	4,62	4,12	0,54	0,039	13,7	A	3,6	26,3	2,8	9,8	1,36	4,3	0,85	345	<5,2	

Tab. 3

Vývoj chemismu půdy na povodí Červíku B - horní plocha. Zásoba přístupných prvků ve výluhu 1% kyseliny citronové - C a zásoba výměnných kationtů ve výluhu 1 M NH₄Cl - A

Development of soil chemistry on catchment Červík B – upper plot. Supply of available elements in leach of 1% citric acid – C and supply of exchangeable cations in leach of 1M NH₄Cl - A

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling	pH/ H ₂ O	pH/ KCl	Cox %	Nt %	C : N	mg.kg ⁻¹									
							Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P	
L	1982		3,3				C	32	631	262	1 800	50	300	100	276	262
F	1982	3,9	2,95	36,9	1,63	22,6	C	40	475	139	838	30	404	375	553	92,3
H	1982	3,55	2,7	25,5	1,18	21,5	C	30	187	86,3	400	25	500	750	623	65,6
H	1989	3,7	3,1	28,1		19,5	C	37	206	78	538	17	21	554	799	69
L	2005	4,8	3,73	48,4	1,88	25,7	A									167
F	1994			46,5	1,68	24,9	A	27,9	292	134	1 966	34,1	100	69,3	346	60
F	2000	4,13	2,91	35	2,19	16	A									
F	2005	4,48	3,22	46,1	2,12	21,8	A	27,6	1 071	289	2 646	49,6	220	37,2	101	128
H	1989	3,7	3,1	28,1	1,44	19,5	A		396	113	926		19	71,8	710	
H	1994	3,8	3	28,2	1,47	19,5	A	16,5	206	70	431	15,7	15,9	145	849	28
H	2000	3,87	2,8	32,8	1,87	17,5	A	14,3	234	141	1 166		132	29,9	956	30
H	2005	3,86	2,76	34,6	1,63	21,2	A	20,8	480	139	751	29,6	19,6	242	899	44
0 - 10	1981	3,6	2,9	6,68	0,389	17,2	C	13,5	67,2	31,7	127	10,5	10,5	1 800	1 350	33,5
0 - 5	1989	4,1	3,8	6,66	0,4	16,7	C	20	52	20	82	6	3	2 149	1 318	37
0 - 5	1989						A		60	32	118		1,1	61,6	597	
0 - 10	1994	3,8	3,2	13,5		15,6	A	10,7	115	30	96	4,9	4,3	115	800	22
0 - 8	2000	3,91	2,79	8,5		16,4	A	6,3	81	24,1	149		1,3	33,9	888	9
0 - 8	2005	4,26	3,54	3,68	0,208	17,7	A	4,7	51,5	12,2	16,8	2,71	7,7	92,3	916	<5,2
10 - 25	1981	4	3,5	2,79		16,9	C	9	35	16	70	7	11	3 225	2 025	18
5 - 20	1989	4,1	3,8	2,28	0,135	16,9	C	20	18	5	42	3	5	2 561	1 453	23
5 - 20	1989		3,7				A		32,8	11	48		2,2	33,1	1 262	
10 - 25	1994	4,1	3,7	2,35		22,4	A	5,3	25,6	7,4	27	1,4	3,5	28,2	1 065	23
8 - 25	2000	4,61	3,9	2		16,5	A	5,9	32,7	5,7	13,8		4,8	3,6	819	35
10 - 25	2005	4,40	3,71	2,5	0,121	20,7	A	4,8	38	8,19	14	2,13	5,5	40,6	835	<5,2
25 - 45	1981	4,5	4,1	1,97		16,6	C	9	23	9	50	9	13	1 025	4 375	16
20 - 45	1989	4,4	4,2	1,72	0,105	11	C	18	18	4	37	4	9	1397	2 238	14
20 - 45	1989						A		25,8	8,9	28		1,7	3,9	770	
25 - 50	1994	4,4	3,8	2,04		20,8	A	4,7	25,2	3,4	17	1	0,56	1,8	779	316
25 - 50	2000	4,43	3,63	1,56	0,106	14,7	A	3,5	28,1	4,2	13,3		0,58	3,8	1 207	13
25 - 50	2005	4,41	3,8	2,09	0,113	18,5	A	4,5	38,9	7,1	8,6	1,33	3,63	32,7	834	<5,2
45 - 90	1981	4,7	4,3	0,75		16,7	C	6	17	10	63	8	20	440	2 375	8
45 - 80	1989	4,7		1,15	0,078	14,7	C	6	17	3	35	5	16	354	3 211	19
45 - 80	1989						A		21	5,8			0,91	0,93	228	
50 - 90	1994	4,5	4,1	1,59		18,3	A	5,5	34	4,2	21	1,1	1,15	1,4	301	272
50 - 90	2000	4,64	4,1	1,82	0,109	16,7	A	5,8	25,7	4,1	21		2,48	1,65	507	131
50 - 80	2005	4,7	4,22	1,37	0,072	16,9	A	3	28	2	6,7	0,75	0,95	0,8	229	11,5
90 - 100	1981	4,7	4,3	1,18		12	C	8	15	6	60	6	13	230	1 350	9
80 - 95	1989	4,6		0,58		10,7	C	19	18	3	18	3	11	202	2 050	9
80 - 100	2000	4,76	4,2	0,82	0,05	16,4	A	5,3	23,2	1,7	11,9		0,79	<0,6	241	137
80 - 100	2005	4,67	4,03	1,22	0,072	16,9	A	3,3	49	2,8	7,8	0,663	1,63	0,73	429	<5,2

Tab. 4.

Vývoj chemismu půdy na povodí Červíku B - dolní plocha. Zásoba přístupných prvků ve výluhu 1% kyseliny citronové - C a výměnných kationtů ve výluhu 1 M NH₄Cl - A

Development of soil chemistry on catchment Červík B – lower plot. Supply of available elements in leach of 1% citric acid – C and supply of exchangeable cations in leach of 1M NH₄Cl - A

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling	pH/ H ₂ O	pH/ KCl	Cox %	Nt %	C : N	mg.kg ⁻¹									
							Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P	
L	1982		3,6	40,7		20,2	C	48	1 262	238	1 426	42	450	250	408	374
F	1982	3,8	2,8	38		22,9	C	46	308	131	751	28	150	300	700	572
H	1982	3,4	2,7	29,8		20,9	C	26	198	92	531	22	76	520	700	366
H	1989	4	3,4	30,5		20,6	C	42	367	148	1 122	22	195	374	692	134
L	2005	4,87	3,86	46,7	2,27	20,6	A	33,4	954	337	3 747	41,6	1 566	5,98	13,2	227
F	2000	4,29	2,9	37,1	2,08	17,8	A									
F	2005	4,59	3,3	47	2,22	21,2	A	32,4	1 165	307	1 851	31	610	18,8	14,8	203
H	1989	4	3,4	30,5		20,6	A		436	201	1 643		171	40	369	134
H	1994	3,7	3	33,2	1,37	24,2	A	27,3	326	158	1 201	26	137	73,9	486	72
H	2000	3,82	2,72	28	1,65	17	A	11,7	231	101	833		25,4	139	803	43
H	2005	3,86	2,73	32,3	1,59	20,3	A	15,6	391	125	614	23,3	63,5	189	732	56,6
0 - 5 cm	1981	3,5	2,7	4,06	0,218	18,6	C	8	31	16	105	6	9	800	590	57
0 - 5 cm	1989	3,7	3,1	11,94	0,6	19,9	C	18	118	44	300	6,4	17,1	698	757	40
0 - 5 cm	1989						A		126	72	591		20	54	740	
0 - 5 cm	1994	3,4	2,8	13,11	0,658	19,9	A	11	126	51	420	10,2	28,5	60	437	20
0 - 5 cm	2000	3,85	2,7	6,15	0,295	20,9	A	6,1	67	22,1	166		2,4	11,6	386	14
0 - 5 cm	2005	3,71	2,69	4,69	0,255	18,4	A	4,1	71	15,8	41,8	3,21	5,3	97	580	<5,2
5 - 20 cm	1981	3,8	3	1,71	0,109	15,7	C	8	25	11	87	6	25	13,5	500	53
5 - 15 cm	1989	3,9	3,2	0,79		10,9	C	21	40	10	67	3,6	5,3	689	337	22
5 - 15 cm	1989						A		54	18	110		2,6	34	340	
5 - 20 cm	1994	3,7	3	1,19	0,112	10,6	A	5,1	37,5	8,6	61	1,5	1,2	47	366	9
5 - 20 cm	2000	4,16	2,95	0,7	0,062	11,3	A	5,3	34,5	5,8	45		6,2	42,6	561	10
5 - 20 cm	2005	3,97	2,99	0,89	0,073	12,1	A	3,1	39	5,9	27,6	1,6	6,8	32,7	400	<5,2
20 - 50 cm	1981	4,2	3,7	1,57	0,119	13,1	C	8	31	11	75	21	28	1725	2 000	53
15 - 45 cm	1989	4,3	4,1	1,52	0,102	14,9	C	18	59	8,4	62	3,4	30,6	1685	1 825	32
15 - 45 cm	1989						A		83	17	90		6,4	6,1	651	
20 - 50 cm	1994	3,8	3,2	1,15	0,112	10,3	A	4,2	37	8	58	1,4	4,3	49,2	496	10
20 - 50 cm	2000	4,59	3,79	1,35	0,11	12,3	A	4,7	36	4,4	37		1,7	<0,6	844	31
20 - 50 cm	2005	4,33	3,58	2,23	0,14	15,9	A	3,6	64	8,3	33,9	1,9	10,8	39,1	871	<5,2
50 - 70 cm	1981	4,4	3,9	0,79	0,059	13,4	C	8	26	12	75	6	340	1150	1 800	17
45 - 65 cm	1989	4,6	4,5	0,98	0,096	10,2	C	16	50	5,7	51	4,3	18,8	581	4 012	24
45 - 65 cm	1989						A		77	10,6	70		2	0,74	420	
50 - 70 cm	1994	4,2	3,6	1,4	0,13	10,8	A	7,1	45	9,3	58	1,1	7,6	22,6	625	20
50 - 70 cm	2000	4,81	4,05	1,22	0,093	13,1	A	3,7	32	2,5	27		0,78	0,82	572	101
50 - 70 cm	2005	4,55	3,94	1,6	0,105	15,2	A	3,1	57	4,2	21	1,13	3,4	4,52	617	<5,2

Tab. 5.

Vývoj chemismu půdy na povodí Malá Ráztoka - plocha Noříč. Zásoba přístupných prvků ve výluhu 1% kyseliny citronové C a zásoba výměnných kationtů ve výluhu 1M NH₄Cl - A

Development of soil chemistry on catchment Malá Ráztoka – plot Noříč. Supply of available elements in leach of 1% citric acid – C and supply of exchangeable cations in leach of 1M NH₄Cl -A

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling	pH/ H ₂ O	pH/ KCl	Cox %	Nt %	C : N		mg.kg ⁻¹								
								Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P
H	1981	3,6	3	32,5	1,49	21,5	C	36	445	128	801	44	100	700	1 200	207
H	1989	4,9	4,4	17,6	1	17,6	C	53	196	1 030	2 013	26	101	1 187	1 223	140
L	2005	5,24	4,39	47,1	1,66	28,4	A	27,2	1 182	589	3 483	25,3	725	2,2	< 1,4	294
F	2000	4,78	3,49	24,4	1,6	15,3	A									
F	2005	5,22	4,26	45,2	2,21	20,5	A	36,9	890	675	5 893	40	964	6,5	< 2,9	188
H	1989						A		315		2 549	28,4	54,4	6,1	65	
H	1994	4,2	3,6	25,4	1,12	22,7	A	33,5	231	417	1 723	28,3	74,7	34,7	255	36
H	2000	4,35	3,19	14,9	1,22	12,2	A	18	341	162	913		59,1	74,3	530	46
H	2005	4,25	3,28	21,3	1,24	17,2	A	21,9	400	214	1 602	36,7	300	57	247	38
0 - 8 cm	1981	3,7	2,9	7,72	0,512	15,1	C	19	85	36	155	49	50	1 475	1 075	125
0 - 5 cm	1989	4	3,5	7,89	0,6	13,2	C	8,6	76	136	303	4,6	10,4	1 144	911	83
0 - 5 cm	1989						A		141	177	448		5,9	32,8	565	
0 - 10 cm	1994	3,9	3,3	9,79	0,684	14,3	A	10,1	76	56	154	9,1	13,8	23,6	474	28
0 - 10 cm	2000	4,34	3,24	3,42	0,299	11,4	A	8,8	33,6	77	152		21,4	22,4	637	18
0 - 10 cm	2005	4,11	3,21	5,65	0,385	14,7	A	8,2	99,1	38,4	159	8,1	20	80,1	596	8
8 - 35 cm	1981	4,3	3,8	2,25	0,184	12,2	C	13	36	13	80	5	94	11,4	2 450	68
5 - 30 cm	1989	4,5	4	2,11	0,189	11,2	C	12,3	24	25	73	3,9	59,1	901	1 455	56
5 - 30 cm	1989						A		46	26	136		20,1	1,9	632	
10 - 35 cm	1994	4,4	3,9	1,73	0,151	11,5	A	6,6	45	16	71	1,2	8,1	2,3	601	33
10 - 30 cm	2000	4,83	3,78	1,91	0,193	9,9	A	11,6	35,1	20,8	61,1		8,3	<0,6	569	14
10 - 30 cm	2005	4,46	3,74	2,53	0,198	12,8	A	6,3	53,9	11,3	30,2	2,8	22,3	3,9	522	7,5
35 - 70 cm	1981	4,4	4	1,67	0,144	11,6	C	13	24	9	43	5	60	800	3 000	84
30 - 65 cm	1989	4,6	4,4	1,82	0,17	12,4	C	14,6	19	10,5	58	3,6	37,7	634	2 401	52
30 - 65 cm	1989						A		32	11,4	92		4,2	0,56	398	
35 - 70 cm	1994	4,6	4,1	2,05	0,179	11,5	A	5	38	11,5	96	1,1	6,7	3,26	441	53
35 - 65 cm	2000	4,84	4,01	1,25	0,142	8,8	A	6,5	27,9	11,7	38,9		8	1,23	484	27
35 - 65 cm	2005	4,68	4,05	2,51	0,189	12,3	A	3,9	45	7,7	27,4	0,74	8,8	1,86	395	7,7
70 - 100 cm	1981	4,5	4,1	1,16	0,109	10,6	C	13	18	9	105	5	40	710	3 350	51
65 - 90 cm	1989	4,6		1,44	0,111	13	C	11,9	22	14,4	69	3,5	37,5	475	3 384	59
65 - 90 cm	1989						A		23,8	10	72		2,3	0,93	260	
70 - 100 cm	1994	4,5	4	1,16	0,111	10,5	A	3,6	30	6,8	40,8	0,66	2,8	2,2	280	140
65 - 100 cm	2000	5	4,2	1,19	0,12	9,9	A	6,5	24,3	5,9	26,5		4,7	7,2	300	70
65 - 100 cm	2005	4,8	4,14	0,53	0,053	10	A	3,9	32,6	5,1	18,1	74	2,8	0,63	199	29

Tab. 6.

Vývoj chemismu půdy na povodí Malá Ráztoka - plocha u přepadu. Zásoba přístupných prvků ve výluhu 1% kyseliny citronové C a zásoba výměnných kationtů ve výluhu 1M NH₄Cl - A

Development of soil chemistry on catchment Malá Ráztoka – plot at spillway. Supply of available elements in leach of 1% citric acid – C and supply of exchangeable cations in leach of 1M NH₄Cl –A

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling	pH/ H ₂ O	pH/ KCl	Cox %	Nt %	C : N		mg.kg ⁻¹								
								Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P
H/Ah	1982	3,6	3	13,7	0,952	14,4	C	19	134	63	350	16	30	1 200	1 300	79
H/Ah	1987	4,7	4	13,9	0,82	17	C	57	211	1 077	2 772	37,7	110	1 342	1 635	164
L/F	2005	4,34	3,38	31,5	1,72	18,3	A	18,5	424	240	2 326	44	208	82,7	173	79,5
F	2000	5,2	4,1	22,2	1,63	13,6	A									
F/H	1994	4,7	4,3	29,3	1,32	22,1	A	24,1	332	704	3 455	33,7	185	5	34,4	50
H/Ah	2000	4,86	3,59	13	1,06	12,3	A	12,9	281	418	2 422		175	21,9	187	35
H	2005	4,05	3,17	20,6	1,28	16,1	A	11,9	272	139	1 091	27,6	60,1	147	461	49
0 - 8 cm	1982	3,7	3,2	3,87	0,361	10,7	C	14	48	33	130	18	65	1 450	1 125	57
0 - 8 cm	1987	4	3,3	6,9	0,474	14,7	C	22	52	136	400	7	27,5	1 074	1 280	83
0 - 8 cm	1994	4,2	3,6	11,4	0,67	16,9	A	11,3	110	131	534	6	20,8	37,5	457	20
0 - 8 cm	2000	4,75	3,41	3,74	0,296	12,6	A	6	85,4	105	507		30,5	3,4	587	15
0 - 8 cm	2005	4,07	3,25	8,14	0,511	15,9	A	8,4	101	66,8	261	8,8	9,9	92,2	721	11,2
8 - 20 cm	1982	4	3,4	2,45	0,238	10,3	C	13	62	22	113	10	75	1 200	1 300	48
8 - 20 cm	1987	4,2	3,5	1,7	0,177	9,4	C	25	27	25	94	4,4	33,5	768	1 527	49
8 - 20 cm	1994	4,2	3,7	1,92	0,19	10,1	A	6,5	51	30	114	2,2	14,7	8,3	510	23
8 - 20 cm	2000	4,7	3,62	1,84	0,176	10,5	A	6	40,6	26,3	126		12,1	2,8	635	16
8 - 20 cm	2005	4,42	3,58	2,33	0,2	11,7	A	4,6	48,1	17,3	89,5	2,8	16,5	5,5	593	12,6
20 - 50 cm	1982	4,1	3,7	1,75	0,2	8,8	C	13	50	19	98	7	63	1 025	1 400	46
20 - 50 cm	1987	4,5	4	0,52	0,081	6,4	C	30	20	8	44	2,4	25	392	1 873	21
20 - 50 cm	1994	4,4	3,8	1,71	0,131	13,1	A	4,7	28	12	57	1,3	9	4,6	338	23
20 - 50 cm	2000	4,85	3,99	0,93	0,112	8,3	A	5,1	27,5	7,7	42,6		3,4	0,78	413	39
20 - 50 cm	2005	4,57	3,89	1,27	0,114	11,1	A	3,4	47,1	7,1	39,2	1	7,2	1,26	360	13,2
50 - 80 cm	1982	4,3	4	0,79	0,08	9,9	C	11	31	13	85	4	38	660	1 600	30
50 - 80 cm	1994	4,5	4	1,07	0,098	10,9	A	3	21	6,3	32	0,91	2,8	1,6	278	47
50 - 80 cm	2000	4,88	4,15	0,49	0,051	9,6	A	3,2	22,7	5,1	25,3		2,4	<0,6	269	54
50 - 80 cm	2005	4,7	4,06	0,55	0,05	11	A	2,9	29,1	4,9	19,7	0,79	3,1	0,65	235	23,4
80 - 100 cm	1982	4,4	4,1	0,47	0,052	9	C	14	20	16	130	8	18	425	1 110	38
80 - 100 cm	1994	4,6	4,1	0,68	0,057	11,9	A	1,7	24	5,4	31	0,68	1,3	0,97	182	68
80 - 100 cm	2000	4,94	4,18	0,29	0,034	8,5	A	6,5	24,3	5,9	26,2		4,7	7,2	265	51
80 - 100 cm	2005	4,64	4,04	0,44	0,04	11,1	A	2,8	30	5,9	19	0,67	3,1	1,9	217	32,2

Tab. 7. Celkový obsah prvků v materiálu pokravného humusu na plochách v povodí Červíku A stanovený ve výluhu popela koncentrovanou HCl (1994) a v lučavce královské (2000 a 2005); N stanoven v roce 1994 a 2000 kjeldahlizací a v roce 2005 na přístroji CNS
 Total content of elements in forest floor on plots in catchment Červík A determined in ash leach of concentrated HCl (1994) and in aqua regia (2000 and 2005); N determined by Kjeldahl method in 1994 and 2000 and by CNS device in 2005

Horizont/Horizon	Rok odběru/ Sampling	%																
		Nt	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	
Plocha nahoře/ Upper plot	L	1994	2,04	96,2	1 215	634	1 936	53,3	608	6 833	3 455	1 110	1,082	40,46	14,96		60	
		2005	1,97	32,2	951	516	6 244	77,2	1 586	177	879	1 311	0,6	3,34	9,28	<3	20,58	
	F	1994	1,14	69,1	1 248	689	1 284	28,2	914	14 260	5 621	200	0,256	27,74	8,74		18,68	
		2000	2,09	24,3	1 115	662	3 701	79,8	787	9 801	34 17	1 412		9,3	17,9		76,4	
		2005	2,19	38	972	441	3 871	71,5	853	320	1 378	1 358	<10	0,655	4,83	10,35	3,56	40,25
H		1994	1,18	123	1 255	718	1 193	49,9	127	13 360	6 939	1 100	0,727	11,7	17,4		112,7	
		2000	1,29	20,3	882	739	985	71,4	148	17 355	6 460	1 011		16,7	24		172,4	
		2005	1,56	39,9	814	496	973	64,3	148	983	4 631	1 144	18,36	0,547	13,02	14,81	6,8	102,3
	0 - 10 cm	2005	0,179	13,8	514	435	103	17,6	75,1	1 693	7 008	458	13,76	7,42	3,96	2,95	25,95	
Plocha dole/Lower plot																		
L		2005	1,34	15	845	264	3 784	40,2	651	67	424	865	<10	1,36	6,1	<3	15,27	
	L/F	1994	1,81	70,9	1 126	722	7 076	54,6	3 210	2 990	2 300	900	0,526	16,2	10,55		28,78	
		2000	2,1	33,9	1 485	602	4 805	85,2	2 541	4 265	2 672	1 358		6,1	19,7		81,3	
		2005	1,76	29,9	647	290	2 226	55,6	299	397	1 851	905	<10	0,515	5,89	10,49	4,4	57,1
H		1994	1,24	92,4	1 412	699	1 404	38,3	459	8 100	7 108	700	0,372	8,23	7,26		53	
		2000	1,5	32,4	903	639	1 670	78,4	429	10 709	6 063	890		16	16,1		151,4	
		2005	1,69	26,3	556	348	1 993	75,9	231	577	2 695	785	<10	0,707	9,25	16,9	5,93	104,4
	0 - 10 cm	2005	0,208	26,6	805	941	128	21,2	92,6	1 459	10 211	263	19,36	13,1	8,61	3,37	37,61	

Tab. 8.

Celkový obsah prvků v materiálu pokrývného humusu na plochách v povodí Červíku B stanovený ve výluhu popela koncentrovanou HCl (1994) a v lučavce královské (2000 a 2005); N stanoven v roce 1994 a 2000 kjeldahlizací a v roce 2005 na přístroji CNS

Total content of elements in forest floor on plots in catchment Červík B determined in ash leach of concentrated HCl (1994) and in aqua regia (2000 and 2005); N determined by Kjeldahl method in 1994 and 2000 and by CNS device in 2005

Horizont/Horizon	Rok odběru/ Sampling	%														mg.kg ⁻¹																								
		Nt	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Nt	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb							
Plocha nahoře/Upper plot																																								
L/F	1994	1,78	80,3	1 344	454	4 529	50,8	224	3 202	1 781	967	0,763	7,32	12,4			35,28																							
L/F	2005	1,88	31,8	1 151	583	5 640	76,8	506	167	838	1 097	<10	2,81	11,58			21																							
F/H	1994	1,68	107,2	1 092	579	1 430	53,5	114	8 875	5 621	667	0,896	14,67	13,62			68,53																							
F/H	2000	2,19	27,4	742	660	3 116	105,1	172	7 255	3 474	1 198	12,01	25,2	137,2																										
F/H	2005	2,12	34,3	1 220	528	3 128	78,9	243	447	2 539	1 028	<10	6,77	13,69			52,03																							
H	1994	1,47	129,7	1 510	699	569	36,1	67,6	15 790	12 057	833	0,679	10,43	11,54			67,98																							
H	2000	1,87	31,8	803	574	1 386	97,6	69,9	10 760	7 605	1 087	18,11	28,61	251,7																										
H	2005	1,63	38,9	982	678	849	79,7	75,4	1 201	6 709	949	15,47	17,61	19,26			133,4																							
0 - 8 cm	1994	1,04	147	1 881	814	172	18,5	51,5	19 525	14 910	500	0,767	8,75	6,38			27,62																							
0 - 8 cm	2005	0,208	39,5	1 348	1591	68,8	41,4	93,2	19 412	13 040	375	13,73	23,28	8,91			32,08																							
Plocha dole/Lower plot																																								
L	2005	2,27	38,1	993	544	5 803	90,1	2 059	271	944	1 389	<10	4,41	12,17			33,12																							
L/F	1994	2,2	113	5 167	854	5 746	40,8	1 823	1 836	1 238	1 500	0,354	4,49	5,27			6,47																							
F	2000	2,08	22	1 574	619	2 622	75,3	315	5 378	2 682	1 463	8,02	18,24	91,22																										
F	2005	2,22	37,6	1 211	509	2 306	56,5	689	291	1 602	1 342	<10	4,68	9,92			33,53																							
H	1994	1,37	79,3	873	466	1 559	47,9	192	7 638	4 584	1 000	0,354	7,83	15,5			82,9																							
H	2000	1,65	32,8	843	510	991	69,8	81,7	9 623	5 989	964	17,09	28,31	209,2																										
H	2005	1,59	35	741	480	705	74,4	125	1 042	5 057	1 022	12,37	16,86	20,99			165,4																							
0 - 5 cm	2005	0,255	39,1	1 160	638	101	16,7	62,5	664	7 656	338	15,26	9,76	5,25			44,48																							

Tab. 9.

Celkový obsah prvků v materiálu pokravného humusu na plochách v povodí Malé Ráztoky stanovený ve výluhu popela koncentrovanou HCl (1987 a 1994) a v lučavce královské (2000 a 2005).
 Celkový dusík stanoven v letech 1987 až 1994 kjeldahlizací a v roce 2005 na přístroji CNS.

Total content of elements in forest floor on plots in catchment Malá Ráztoka determined in ash leach of concentrated HCl (1987 and 1994) and in aqua regia (2000 and 2005). Total nitrogen was determined in 1987 and 1994 by Kjeldahl method and by CNS device in 2005.

Horizont/Horizon	Rok odběru/ Sampling															
	%															
Notiči	Nt	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
L	1981	70	1 690	547	7 130	100	740	780	370	741			5	40		36
	1994	88	2 016	991	5 549	56,8	398	2 173	1 291	1 300		0,621	4,93	10,79		28,62
	2005	1,66	27,9	1 250	759	4 269	83,7	104	522	1 156	< 10	0,974	2,01	10,55	< 3	23,67
F	1981	80	1 010	404	5 400	170	460	4 000	1 900	938			4	140		210
	1994	2,07	99,9	1 463	2 100	9 769	905	5 892	3 236	1 100		1,284	11,21	17,32		64,95
	2000	1,6	43,3	1 723	1 338	3 316	509	10 918	7 450	1 216		17,9	22,18		183,4	
	2005	2,21	35,4	930	938	8 185	1 570	323	1 424	1 115	< 10	1,306	5,52	14,53	3,59	61,13
L/F	1981	1,49	120	1 040	688	2 250	220	9 800	5 150	916			10	60		395
	1994	1,12	155	1 875	1 555	2 519	230	19 160	9 930	1 000		0,718	12,2	17,1		129,1
	2000	1,22	49,1	2 028	1 462	1 100	164	14 846	11 286	1 050		25,61	20,28		216,9	
	2005	1,24	49,5	1 306	1 155	1 663	395	1 190	7 928	1 083	22,84	1,237	19,47	17,61	7,96	199,1
0 - 10 cm	2005	0,385	45,1	1 815	1 690	201	168	1 386	10 383	811	19,99	<0,3	18,29	5,8	5,05	76,3
U přepadu/At spillway																
L	1994	1,63	89,1	2 804	1 989	7 303	538	3 308	2 881	1 200		0,88	15,1	8,38		22,5
L/F	1987	2,08	117	1 753	3 453	20 960	840	2 590	1 616	1 300			16	159		77
L/F	1994	1,76	105	1 962	2 077	7 692	658	6 855	5 029	1 100		1,059	18,16	11,36		44,96
F	2000	1,63	30,7	2 090	1 811	6 048	524	10 166	8 419	1 365		77,91	18,46		105,5	
L/F	2005	1,72	42,5	1 443	1 223	3 355	311	984	6 474	1 394	13	1,043	14,58	16,68	6,8	120,9
F/H	1994	1,32	130	2 333	2 257	5 398	513	17 920	9 932	1 300		0,649	10,3	16,11		86,49
H/A	2000	1,06	34,2	2 312	2 051	3 105	357	15 262	12 290	1 192		21,92	18,87		157,3	
H	2005	1,28	39,4	1 431	1 410	1 296	176	1 399	8 752	1 230	25,1	0,881	20,22	18,29	9,1	157,6
0 - 8 cm	2005	0,511	36,6	1 390	1 636	360	142	1 480	9 958	842	28,75	0,442	19,4	11,87	8,01	120,1

Tab. 10.
Sorpční poměry půd na povodí Červík
Sorptions conditions of soils on catchment Červík

Rok odběru/ Sampling	Červík A horní/upper					Červík A dolní/lower					Červík B horní/upper					Červík B dolní/lower				
	horizont/horizon	Cox %	T mmol	V %	horizont/horizon	Cox %	T mmol	V %	horizont/horizon	Cox %	T mmol	V %	horizont/horizon	Cox %	T mmol	V %	horizont/horizon	Cox %	T mmol	V %
2005	F	48,4	265,9	75,5	F	48,8	203,2	62,2	F	46,1	225,4	81,8	F	47	197,3	75,4				
1989	H	21,4	123,5	57,7	H/Ah	7,8	99,2	45,9	H	28,1	156,8	44	H	30,5	166	67,2				
1994		24,8	168,7	45,3	H	26,4	127,1	60,6		28,2	141,4	23,5		33,2	153	53,9				
2005		29,5	169,7	40,9		45,5	240	51,6		34,6	211,7	29,3		32,3	182,2	28,3				
1989	0 - 5 cm	11,8	72,7	32,5	0 - 5 cm	5,46	91,9	28,8	0 - 5 cm	6,66	81,7	13,4	0 - 5 cm	11,94	127,7	30,9				
1994	0 - 10 cm	7,26	87,7	12,2	0 - 10 cm		82,1	14,1	0 - 10 cm	13,5	107,6	9,9	0 - 5 cm	13,11	83,3	31,2				
2005	0 - 8 cm	3,11	105,6	6,2	0 - 10 cm	4,54	115,4	2,7	0 - 8 cm	3,68	111,3	3	0 - 5 cm	4,69	83	6,5				
1989	5 - 20 cm	1	58,8	9,5	10 - 20 cm	1	70,4	14,9	5 - 20 cm	2,28	146,6	3,4	5 - 15 cm	0,79	50,4	18				
1994	10 - 25 cm	2,12	99,6	7,4	10 - 20 cm		66,3	13,9	10 - 25 cm	2,35	123,5	2,3	5 - 20 cm	1,19	50,7	9,7				
2005	8 - 20 cm	2,22	114,1	3,4	10 - 25 cm	2,75	58,1	2,6	8 - 25 cm	2,5	98,4	2,6	5 - 20 cm	0,89	55,5	5,4				
1989	20 - 35 cm	2,6	115,7	6,7	20 - 40 cm	0,83	31,9	14,7	20 - 45 cm	1,72	89,7	4,0	15 - 45 cm	1,52	81,8	10,4				
1994	25 - 45 cm	2,51	65,6	6,1	20 - 40 cm	0,94	42,0	12,4	25 - 50 cm	2,04	92,3	2,2	20 - 50 cm	1,15	64,3	7,3				
2005	20 - 45 cm	1,73	93,5	2,4	25 - 40 cm	2	33,3	2,6	25 - 50 cm	2,09	97,3	2,2	20 - 50 cm	2,23	104,4	4				
1989	35 - 60 cm				40 - 60 cm	0,31	33,6	15,4	45 - 80 cm	1,15	29	12,0	45 - 65 cm	0,98	52,5	12,3				
1994	45 - 60 cm	1,24	56,4	7,3	40 - 60 cm	0,62	29,9	15,6	50 - 90 cm	1,59	36,6	6,9	50 - 70 cm	1,4	80,9	6,7				
2005	45 - 60 cm	1,82	81,4	2,2	40 - 60 cm	0,56	43,6	2,9	50 - 80 cm	1,37	27,1	4,5	50 - 70 cm	1,6	72,3	4,1				
1989																				
1994					60 - 100 cm	0,26	27,5	10,9												
2005	60 cm +	2,37	83,2	2,4	60 - 100 cm	0,54	42,1	3,7	80 - 100 cm	1,22	50,1	13,6								

Tab. 11.

Sorpční poměry půd na povodí Malá Ráztoka

Sorptions conditions of soils on catchment Malá Ráztoka

Rok odběru/ Sampling	Malá Ráztoka - Noříčí				Malá Ráztoka - u přepadu/at spillway			
	horizont/ horizon	Cox %	T mmol	V %	horizont/ horizon	Cox %	T mmol	V %
2005	F	45,2	428,7	87,2	L/F	31,5	190,5	77,4
1989	H	17,6	233,0	95,4				
1994		25,4	163,2	78,2	H	29,3	254,29	94,3
2005		21,3	165,7	65,6		20,6	150	48,9
1989	0 - 5 cm	7,89	98,6	41,5				
1994	0 - 10 cm	9,79	80,8	18,2	0 - 8 cm	11,4	96	42,4
2005	0 - 10 cm	5,65	87,3	16	0 - 8 cm	8,14	108,6	19,8
1989	5 - 30cm	2,11	82,4	12,9				
1994	10 - 35 cm	1,73	80	8,0	8 - 20 cm	1,92	62,2	14,3
2005	10 - 30 cm	2,53	74,2	8,3	8 - 20 cm	2,33	75,1	9,8
1989	30 - 65 cm	1,82	51,6	13,5				
1994	35 - 70 cm	2,05	56,7	12,2	20 - 50 cm	1,71	43,5	10,9
2005	30 - 65 cm	2,51	48,1	6,9	20 - 50 cm	1,27	44,7	8,7
1989	65 - 90 cm	1,44	35,2	17,1				
1994	70 - 100 cm	1,16	35,2	10,0	50 - 80 cm	1,07	34,2	8,2
2005	65 - 100 cm	0,53	24,8	9,4	50 - 80 cm	0,55	28,8	7,8
1989								
1994					80 - 100 cm	0,68	23,2	11,5
2005					80 - 100 cm	0,44	27	8,6

DYNAMICS OF FOREST SOILS CHEMISTRY IN THE MORAVSKOSLEZSKÉ BESKYDY MTS.

SUMMARY

Research of throughfall and runoff regime started on catchments Červík and Malá Ráztoka in 1953. In 1966 felling of stands and replacement of woody species (spruce for beech on catchment Malá Ráztoka) began to be realized. In 1981 (1982) for the first time samples of humus and soil were taken for laboratory analysing. Sampling was repeated in the same places in the next years. The sampling plots are situated into the upper part of catchments Červík A, Červík B and Malá Ráztoka and also into the valley part in the vicinity of measuring spillway.

Due to immission load of the Beskydy Mts. 3 t of dolomitic limestone were repeatedly aerielly applied on catchment Malá Ráztoka in years 1983, 1985 and 1987. Soil samples from years 1981 (1982) and 1989 (1987) were leached by 1% citric acid for determination of available nutrients; exchangeable cations have been determined in 1M NH₄Cl leach since 1989 and in the lower part of catchment Malá Ráztoka since 1994.

On catchments Červík A and Červík B chemistry of forest floor and surface horizons of mineral soil was highly influenced by changed conditions of forest stands – by cutting of stands, spacing of regenerated stands. Contents of basic cations and pH increased in humus on cuttings or in surface soil horizons. After stands spacing content of exchangeable bases and pH in humus were dropping. Content of exchangeable bases in mineral soil was falling down on all plots. Saturation of adsorption soil complex in mineral profile does not reach 5% (BS) when content of Ca, Mg and K is low. During years soil zone with very low pH/H₂O ≤ 4.2 was reduced at Ah horizons at Cambisols, at Podzols this zone penetrates into the deeper zone. On plots with growing stands ratio C/N increased in humus and in surface horizons of mineral soil over the optimal values.

On catchment Malá Ráztoka application of dolomitic limestone caused substantial increase of pH and content of Ca and Mg in surface humus and lower increase in surface Ah horizon. In mineral soils contents of exchangeable Mg and Ca decreased during investigation.

Saturation degree of adsorption complex (BS) in mineral soil dropped below 10%. Only organomineral horizons Ah have very low pH/H₂O ≤ 4.2. Ratio of carbon and nitrogen (C/N) was optimal in year 2005.

Content of available P in mineral soil was falling down, on catchments Červík A and Červík B up to values ≤ 5.2 ppm.

Supplies of exchangeable cations Mg, Ca and available P are very low in mineral part of soil on investigated plots, and in case of reduced decomposition of organic matter of surface horizons lack of these cations can appear in assimilatory tree species organs.

Analyses of needles sampled in young stands in years 2003 and 2004 point to good nutrition of stands in catchment Malá Ráztoka. Mild deficit of nitrogen and phosphorus was found on catchment Červík A in its upper part. Lesser concentrations in spruce needles were observed in the lower part of this catchment for magnesium.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Václav Lochman, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 206; e-mail: admin@vulhm.cz