

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

2

ROČNÍK 24 (LI)
PRAHA
PROSINEC 1978
CENA 12 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

LESNICTVÍ

Redakční rada: člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc. (předseda), Ing. Zdeněk Bludovský, CSc., prof. Dr. Ing. Václav Douda, CSc., prof. Dr. Ing. Ján Halaj, DrSc., Ing. Jan Jindra, CSc., člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Augustin Kalandra, DrSc., prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., genmjr. Ing. Václav Růžicka, prof. Ing. Miroslav Stolina, CSc.

Šéfredaktor člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1978

CS ISSN 0024-1105

LESNICTVÍ uveřejňuje vědecká pojednání o vyřešených výzkumných úkolech ze všech oborů lesnické vědy, studie a rozborů. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541. Celoroční předplatné Kčs 144,—.

LESNICTVÍ публикует научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области лесохозяйственной науки, обзоры и анализы. Издаст Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выходит в свет ежемесячно. Редакция: 120 56 Прага 2, Слезска 7.

LESNICTVÍ publishes scientific treatises about the solved research tasks in the line of forest science, studies and analyses. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office: 120 56 Prague 2, Slezská 7.

LESNICTVÍ veröffentlicht wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Forstwirtschaftswissenschaft, Studien und Analysen. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

LESNICTVÍ publie les traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de science silvicole, études et analyses. Publié par l'Institut des informations scientifiques et techniques pour l'agriculture. Paraît une fois par mois. Rédaction: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

**VÝSLEDKY VĚDECKOVÝZKUMNÝCH PRACÍ Z PROBLEMATIKY
LESNÍCH PŮD V LETECH 1971—1975 A PERSPEKTIVY VÝZKUMU
NA ROKY 1976—1980**

Ve státním plánu základního výzkumu ČSSR na leta 1971—1975 byl schválen stěžejní úkol Teoretické základy lesnictví, jehož součástí byl hlavní úkol s názvem Výzkum biocenologických jednotek lesů a geneticko-produkčních problémů hlavních typů lesních půd. Hlavním pracovištěm tohoto úkolu byla lesnická fakulta Vysoké školy zemědělské v Brně (katedra pedologie a geologie). V rámci uvedeného hlavního úkolu bylo pracováno v letech 1971—1975 na 28 dílčích úkolech celkem na 6 pracovištích v ČSSR.

Vědeckovýzkumné práce byly tvořeny komplexem problémů z lesnického půdoznalství (resp. abiotického lesního prostředí) a komplexem problémů z lesnické fytoecologie a typologie.

Komplex úkolů z lesnického půdoznalství se týkal tvorby lesních půd a zahrnoval výzkum hlavních minerálních živin v horninách, zvětrávací procesy a problematiku jílových minerálů. Byly tu zjištěny určité zákonitosti ve vzniku a tvorbě lesních půd na různých půdotvorných horninách o různé minerální síle.

Další výzkumné práce se týkaly půdní fyziky a zahrnovaly řešení otázek vodního, vzdušného a teplotního režimu lesních půd. Významné jsou tu výsledky o zákonitostech v dynamice přístupné vody v půdách lužních lesů jižní Moravy.

Půdní chemie se týkala zejména výzkumů ročních změn v obsahu přístupného manganu Mn v lesních půdách a vyhodnocení jeho dynamiky v oblasti lužních lesů jižní Moravy. Dílčí otázky pedochemismu byly řešeny ve skupině dílčích úkolů o půdních typech i v úkolech dalších tematických skupin.

Speciální studie byly věnovány také škodlivému zasolování lesních půd roztoky posypových silničních solí podél silnic s následným poškozováním až odumíráním lesních porostů.

Další skupina dílčích úkolů obsahovala problematiku organické hmoty v lesních půdách, tj. humusu. Jsou to významné výsledky o složení mikroedafonu ve vztahu k tvorbě humusu v lesních půdách podle výškové půdní a vegetační pásmitosti, tj. od nížin až do horských poloh. Cenné výsledky a prvé toho druhu poskytl výzkum obsahů tříslovin v humusech hlavních půdních typů.

Další dílčí tematická skupina obsahovala problematiku půdních typů, charakteristiku jejich geneze, pedochemismu a jejich rozšíření se zřetelem k výškové půdní a vegetační pásmitosti. Řešeny byly otázky dynamiky podzolového procesu zejména studiem lyzimetrických vod, což je nová metoda pro studium půdotvorných procesů. V dalších dílčích



úkolem byla studována skupina rendzin na vápencích, půdy na navátých pískách a jejich biologická meliorace a výšková půdní pásmitost v horských oblastech ČSSR. Získány byly nové cenné poznatky jak po stránce teoretické, tak i se zřetelem na praktické zhodnocení a využití.

Další tematická skupina dílčích úkolů řešila problematiku vlivu dřevin na půdy (přípustné zastoupení smrku mimo jeho přirozený areál a jeho vliv na půdu) a změny půdních vlastností ve vztahu k probírkám a k obnově. Cenné výsledky tohoto řešení mají význam teoretický a značný význam pro praktickou realizaci v hospodářských lesních plánech (zastoupení smrku v porostech).

Řešené úkoly přinesly cenné výsledky o tvorbě lesních půd, o fyzikálních vlastnostech a pedochemismu a o vlivu některých dřevin a pěstebních opatření na změny půdního prostředí. Výsledky výzkumných prací tohoto hlavního úkolu za uplynulé období 1971–1975 možno shrnout do těchto hlavních bodů: Stanovení určitých zákonitostí zvětrávacích procesů a tvorby půd na některých hlavních horninách ČSSR, stanovení zákonitostí vodního režimu v půdách lesních oblastí nížin a pahorkatin, objasnění vztahů v systému humus – mikrobiální procesy, stanovení zákonitostí půdotvorných procesů a půd v lesních oblastech a v lesních rezervacích podle výškové půdní pásmitosti ČSSR, stanovení některých zákonitostí v koloběhu živin v lesních ekosystémech pomocí nové metody analýz lyzimetrických vod, stanovení zákonitostí o působení smrkových monokultur mimo jejich přirozený areál na půdy podle výškové půdní pásmitosti ČSSR s praktickým vyhodnocením, stanovení zákonitostí o vlivu listnáčů na biomeliorace písčitých půd s praktickým vyhodnocením, škodlivé zasolování lesních půd roztoky posypových silničních solí s následným poškozováním až odumíráním lesních porostů podél silnic.

V rámci Mezinárodního biologického programu byly řešeny zejména otázky půd lužních lesů jižní Moravy. Některé problémy lesních půd byly řešeny i na výzkumných ústavech — zejména Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti — a to hlavně vlivy exhalací na lesní půdy, otázky vodního režimu lužních lesů na dolním toku řeky Moravy aj.

Výsledky sloužily k dalšímu rozvoji a prohloubení teoretických základů lesnického půdoznalství, pro pedagogickou činnost a z části i pro lesnickou praxi.

V pětiletce 1976–1980 bude opět řešena řada důležitých výzkumných úkolů lesnického půdoznalství, a to jak po stránce teoretické jako základní výzkum, tak i z hlediska aplikačního. Dílčí úkoly dané problematikou budou řešeny opět na řadě vysokoškolských pracovišť a na specializovaných výzkumných ústavech v celé ČSSR.

V ČSR bude pokračovat hlavní úkol týkající se biocenologických jednotek lesů a geneticko-produkčních problémů hlavních typů lesních půd (hlavní pracoviště opět lesnická fakulta VŠZ v Brně) a převážná část dílčích úkolů navazuje na předchozí výzkumy. Pokračováno bude opět ve studiích o tvorbě lesních půd zvětrávacími procesy, studovány budou dále jílové minerály se zřetelem na jejich sorpční schopnost živin, půdní procesy v lesních ekosystémech, půdní procesy lesních rezervací a proměny organické hmoty v lesních půdách. V rámci hlavního úkolu o struktuře, funkci a produktivitě modelových lesních ekosy-

stémů ovlivňovaných uvědomělou antropickou činností (Ústav ekologie lesa) budou řešeny otázky živin a tok energie v lesních ekosystémech lužní a pahorkatinné oblasti a koloběh v těchto lesních ekosystémech.

Úkoly z problematiky meliorace lesních půd budou řešeny ve Výzkumném ústavu meliorací ve Zbraslavi, vlivy průmyslových exhalátů na lesní půdy, hnojení lesních půd a otázky vodního režimu mají být řešeny ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti.

V SSR budou řešeny výzkumné úkoly z lesnického půdoznalství zejména na dvou hlavních pracovištích. Ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství ve Zvolenu jsou naplánovány úkoly o koloběhu bioprveků v půdách lesních ekosystémů, výzkumy půdoochranné a meliorační funkce lesních půd, vliv půdotvorné funkce lesních dřevin a vlivy průmyslových exhalátů na změny půdních vlastností.

Na lesnické fakultě VŠLD ve Zvolenu budou probíhat práce na výzkumu půdního prostředí některých přírodních rezervací, dále pak výzkumy půdotvorných substrátů v chráněných oblastech Středoslovenského kraje, mineralogicko-mikromorfologické výzkumy základních půdních typů, chemismus hlavních půdních typů a výzkumy půdních poměrů ve vztahu k probírkám v bučinách. Některé dílčí úkoly budou řešeny i na jiných pracovištích.

Komplex dílčích úkolů z lesnické typologie a fytocenologie zahrnoval dílčí úkol obsahující problematiku prodromu biocenologických jednotek lesů ČSSR, které jsou tu podány podle výškové vegetační stupňovitosti a půdní pásmitosti s podrobnou charakteristikou fytocenóz a půdního prostředí. Výsledky mají základní teoretický význam a jsou důležité i pro lesnickou praxi, pro praktickou aplikaci v lesnictví, zejména se zřetelem na zastoupení vhodných dřevin v hospodářských lesních porostech.

Další tematická skupina obsahovala výsledky výzkumu proměn biocenóz v upravených lesních rezervacích v ČSSR podle výškové vegetační stupňovitosti a půdní výškové pásmitosti. Zde byla zjištěna zejména cenná data o rozdílech ekologicky důležitých vlastností půdního prostředí v lesních rezervacích a pod hospodářskými lesy, mající význam teoretický i pro využití v lesním provozu (lesní hospodářské plány). Maximální rozdíly byly zjištěny hlavně v podhorských oblastech a do vyšších nadmořských výšek se tyto rozdíly podstatně zmenšovaly.

Další skupina dílčích výzkumných úkolů řešila problematiku fytocenologického, ekologického a typologického výzkumu lesních oblastí Nízkých Tater. Týkala se přírodních a přirozených lesů, změn dynamiky synusů a biotechnických přeměn lesů této horské oblasti. Výsledky těchto výzkumů jsou opět velmi cenné jak teoreticky, tak i z hlediska praktické aplikace pro lesní hospodářství.

Speciální studie si všímaly biocenóz horní hranice lesa a kosodřeviny Vysokých a Belanských Tater s významnými výsledky z hlediska rekonstrukce horní hranice lesa. Výzkumu byly také podrobeny moravské bučiny a jejich kontaktní biocenózy a pak biocenózy s *Carex fritschii* s ohledem na jejich indikační hodnotu.

Samostatný dílčí úkol se týkal sporogenéz, morfologie sporomorf a pylových analýz rašelin Karpat s důležitými poznatky o složení tehdejších lesních porostů.

V rámci prací Mezinárodního biologického programu byly studovány otázky biocenóz, a to především fytocenóz a zejména pak problematika biomasy v lužních lesích jižní Moravy.

Řešené úkoly z problematiky lesnické typologie a fytocenologie přinesly cenné výsledky o výškové vegetační a půdní pásmitosti, o rozdílech v hodnotách ekologicky důležitých půdních vlastností v lesních rezervacích a pod hospodářskými lesy, o horní hranici lesa v horských oblastech, o moravských bučinách, o biomase v lužních lesích a pylových analýzách z oblasti Karpat.

V 6. pětiletce 1976—1980 je plánována opět řada výzkumných úkolů z lesnické typologie a fytocenologie z hlediska základního výzkumu i po stránce praktického využití. Výzkumné práce budou řešeny na pracovištích vysokých škol i na specializovaných výzkumných ústavech v ČSSR.

Plánované vědecko-výzkumné práce na leta 1976—1980 obsahují převážně úkoly z problematiky základního výzkumu, jejichž výsledky budou sloužit k prohloubení znalostí o lesních půdách a o typech našich lesů ve formě základního výzkumu s následným vyhodnocením pro praktické využití lesnickou praxí a pro přednášky posluchačům především na lesnických fakultách.

Prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc.

ZMĚNY VODNÍHO REŽIMU ILIMERIZOVANÉ PODZOLOVÉ PŮDY CHLUMNÍHO SMRKOVÉHO POROSTU V LETECH 1973 AŽ 1975

K. Mráz

MRÁZ, K. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Strnady). *Změny vodního režimu ilimerizované podzolové půdy chlumního smrkového porostu v letech 1973–1975*. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 101–118.

Vodní režim půdy byl zjišťován na základě měření sacího tlaku pomocí rtuťových tenziometrů. Výzkumný objekt je v povodí přítoku Želivky ve výšce 430 m nad mořem na svahovině na rulovém podkladu. Roční úhrn srážek (1969–1976) kolísá mezi 548 a 823 mm. Z výsledků vyplývá, jak velký je vliv průběhu počasí jednotlivých let na vodní režim půdy, a tím i na doplňování zásob podzemní vody. Pod zapojeným dospělým smrkovým porostem došlo v suchém roce 1973 ke vzniku déle trvajícího období nepromyvného vodního režimu půdy s inverzí stratifikace vlhkosti v profilu. Byly prokázány i značné rozdíly v rozložení vlhkosti půdy v prostoru na malé ploše. Srovnání vodního režimu půdy pod smrkovým porostem a na holině na stejné půdě ukazuje velmi nepříznivé hydrologické působení smrkových porostů (v kvantitativním smyslu) v chlumních polohách na půdách popsaných vlastností. Značnou intercepci i v zimním období omezuje smrk naplňování vodních zásob půdy a svým povrchovým prokořeněním půdy vysušuje její povrchové vrstvy, čímž snižuje jejich hydraulickou vodivost. V suchých rocích pak smrkové porosty takto jimi způsobeným vodním režimem nepromyvného typu a vlhkostní inverzí v profilu samy trpí a je to patrně hlavní důvod jejich nedostatečné trvalosti v nižších polohách. Pro lesy vodohospodářského určení nižších poloh (pod 700 m n. m., kde nelze počítat se ziskem z horizontálních srážek) bude do budoucna účelné omezovat smrk a nahrazovat ho opadavými dřevinami, kromě listnáčů zejména modřínem.

vodní režim půdy; sací tlak; smrkové porosty

Vodní režim půd je velmi důležitý jak z hlediska vědeckého, tak i praktického. Má význam pro produkční ekologii, vodní hospodářství i pro pedogenetické úvahy.

Klasifikace vodního režimu půd podle Vysockého (1934), jak ji uvádí Rode (1955), vychází z pozorování v různých klimatovegetačních pásmech SSSR a charakterizuje hlavní typy jako promyvný (permacidní), nepromyvný (impermacidní) a výpotný.

Pelíšek (1958, 1964) typizuje vodní režim lesních půd podle roční dynamiky okamžité vlhkosti; základním kritériem je obsah vody ve svrchních vrstvách ke konci letního období a respektuje změny během roku.

Kutílek (1971) navrhl podrobnější ekologickou klasifikaci typů vodního režimu půd, spjatou s problematikou hydrologické bilance; za hlavní kritéria považuje stupeň provlhčení půdního profilu, trvání provlhčení a stratifikaci vlhkosti.

Z našich výsledků je vidět, že k největším časovým změnám sacího tlaku dochází v povrchových vrstvách půdy, a to v souvislosti s doplňováním vody srážkami a naopak s odčerpáváním vody kořenovou desukcí a evapotranspirací jako celkem (obr. 1, 2, 3). Toto střídání navlhání (obvykle krátkodobého po silnějších srážkách) a většinou déle trvajícího vysychání vykazuje určité zákonitosti. V souvislosti s různou vydatností a intenzitou srážek (fáze navlhání) a intenzitou evapotranspirace (fáze vysychání) vykazují tyto pedohydrologické cykly různé časové trvání, různou výraznost dosažených extrémních hodnot vlhkosti a odpovídajícího sacího tlaku a zasahují různě mocnou vrstvu půdy.

Pedohydrologické cykly můžeme rozlišovat:

celoprofilové, zasahující celý uvažovaný profil půdy a zahrnující i část prakticky už neprokořeněné spodiny (u nás 150 cm);

povrchové, zahrnují v našem případě zpravidla vrstvu půdy do hloubky 70–100 cm;

úplné (výrazné), od nasycení na vlhkost vyšší než odpovídá polní kapacitě, tedy na sací tlak méně než asi 20 kPa neboli 0,2 baru, do vyschnutí na hodnoty blízké bodu snížené dostupnosti, tedy na více než 80 kPa neboli 0,8 baru;

dílčí (nevýrazné) s menším rozsahem sacího tlaku (ev. vlhkosti) než úplné;

souvislé, probíhající bez přerušení od navlhnutí do vyschnutí;

přerušované, které jsou výraznější a zasahují mocnější vrstvu půdy než dílčí cykly, které jsou do nich vloženy.

Uvedené absolutní hodnoty sacího tlaku (odpovídající určitým hodnotám vlhkosti) jsou definitivní a charakterizují sledované roky 1973–1975. Z nich odvozené hodnoty rychlosti vertikálního toku vody v půdě, které závisejí kromě toho ještě na hydraulické vodivosti půdy, jsou předběžné. I když bude nutno do budoucna upřesnit hodnoty kapilární vodivosti půdy, čímž dojde k určité změně absolutních hodnot rychlosti toku vody, nezmění se podstatněji vztahy hodnot pro porost a holinu; tyto hodnoty bude možno upravit pouhým vynásobením opravným faktorem. Velikost a směr gradientu potenciálu vody se nezmění.

METODIKA

Podrobně je metodika probrána v dřívějších pracích (Mráz 1973, 1975). Proto zde uvádíme jen základní údaje.

Základem naší metodiky je měření sacího tlaku, resp. potenciálu vody, v půdě pomocí tenzimetru. Vztah mezi sacím tlakem a obsahem vody v půdě vyjadřují retenční (pF-) křivky pro jednotlivé půdní horizonty; ty jsme stanovili na přetlakovém přístroji s keramickou deskou (do 1 baru) a s membránou (do 15 barů). Sací tlak je podkladem pro výpočet gradientu, směru a rychlosti pohybu vody v půdě, což je důležité pro vodní bilanci a pro vodohospodářské závěry. Hydraulickou vodivost jsme stanovili laboratorně na přístroji s konstantním spádem. Fyzikální vlastnosti půdy, zejména hydrolimity, jsme určili běžnými metodami.

CHARAKTERISTIKA OBJEKTU A VÝZKUMNÝCH PLOCH

Podrobný popis experimentálního objektu Želivka i vlastních výzkumných ploch je uveden v dřívějších pracích (Mráz 1973, 1975). Zde je proto možno se omezit jen na nejstručnější údaje.

Předmětem výzkumu je vodní režim ilimerizované podzolové půdy na výzkumném objektu VÚLHM v povodí přítoku Želivky, které má rozlohu okolo 100 ha.

Nadmořská výška je mezi 360 a 471 m, vlastní plochy leží 430 m vysoko na mírném východojihovýchodním svahu (azimut 125°, sklon 8,8 %). Biotitické pararuly budují skalní podklad území, ale matečným substrátem půdy je srahovina převážně soliflukčního původu, která obsahuje materiál jílovité zvětraliny, původně vzniklé za tropického klimatu v třetihorách a ovlivněné kvartérním zvětráváním (Ž e b e r a 1966) a příměsí sprašového materiálu.

Přirozeným lesním rostlinným společenstvem těchto půd jsou v naší chlumní oblasti jedliny s dubem (*Luzulo-Abietum typicum*). Dnes převládá vlivem kultury smrk, který byl jen přímíšen.

Přehled o makroklimatu podávají výsledky měření blízké stanice v Čechticích; celkové roční srážky činily v letech

1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
548	734	565	673	601	823	713	605 mm

Jako přibližnou charakteristiku teplotních poměrů je možno uvést průměrné měsíční teploty roku 1973:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
-1,9	-0,1	3,2	4,9	12,1	14,7	16,3	16,8	13,9	6,2	1,5	-1,3

I když půdy našich výzkumných ploch označujeme jako oglejené ilimerizované podzolové půdy, jsme si vědomi toho, že rozdíly mezi horizonty jsou dány do značné míry jejich geologickým původem a stářím a nikoliv jen pedogenezí. Pod nadložním humusem (morový moder)

I. Měsíční úhrny srážek stanice Čechtice (v mm). — Total monthly precipitation at the station Čechtice (in mm)

Měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	Rok
1973	23	44	37	61	52	78	140	22	20	41	43	41	601
1974	36	27	11	12	98	122	77	151	33	103	46	107	823
1975	30	18	49	39	87	149	94	112	9	42	54	30	713
1976	118	18	25	33	61	34	50	57	48	63	72	26	605

a velmi tenkým (2—3 cm) A_h je bledě žlutohnědá zemina vzhledu sprašové hlíny, sahající nejčastěji do hloubky 30—40 cm, ale hranice kolísá mezi 25 a 60 cm hloubky. V ní „plovou“ křemeny různé velikosti, což ukazuje, že jde o mladší soliflukční hlínu se sprašovým materiálem. Následuje horizont B_{t(g)}, starší, žlutohnědá jílovitá zemina s rezivě červenohnědými a žlutohnědými jílovými povlaky. Hranice k lehčímu materiálu vzhledu dokonale rozvětrané ruly je podstatně vyrovnanější a probíhá mezi 90 a 120 cm hloubky.

Základní plocha je v nenarušeném dospělém smrkovém porostu v odd. 12b1. Srovnávací plocha je na holině. Na každé ploše je 51 tenziometrů ve 3 řadách ve směru vrstevnic; řady jsou od sebe vzdáleny 0,5 m a 1 m; tenziometry jsou v řadě v odstupu po 30 cm, takže plocha (její vlastní měřená část) je 480 cm dlouhá a 150 cm široká. Bližší, včetně

rozložení stromů na ploše, je vidět z plánku plochy ve zprávě z roku 1975. Do hloubky 20 cm je zasazeno na každé ploše 19 tenziometrů, do 50 cm 15 kusů, do 100 cm 10 kusů a do 150 cm 7 kusů. Je to proto, že variabilita vlhkosti, a tím i sacího tlaku, je zpravidla v povrchových vrstvách největší. Srážky pod porostem i na holině měříme pomocí srážkoměrných koryt; na holině je jich 5 se zachytnou plochou 2 m², v porostu 7 s plochou 2,8 m².

Přehled o fyzikálních vlastnostech půdy byl podán v dřívějších pracích, na které odkazujeme.

ČASOVÁ VARIABILITA VODNÍHO REŽIMU PŮDY V LETECH 1973—1975

Při srovnání diagramů chronoizobar sacího tlaku v profilu ilimerizované podzolové půdy ve smrkovém porostu na Želivce z let 1973 až 1975 je na první pohled patrný výrazný rozdíl mezi roky 1973 až 1974 a rokem 1975. V roce 1973 započal celoprofilový pedohydrologický cyklus, jehož suchá fáze zasáhla spodinu v druhé polovině června (hodnotami nad 50 kPa, tj. nad 0,5 baru) a v polovině srpna zde sací tlak přesáhl 80 kPa, tj. 0,8 baru. Tato suchá fáze přetrvala zimu 1973—1974, jelikož tato zima byla velmi suchá (tabulka I a II) a v roce 1974 tento celoprofilový cyklus pokračoval, jen v povrchových vrstvách se vystřídalo několik povrchových úplných přerušovaných cyklů, což bylo v souvislosti s poměrně pravidelně rozloženými a občas i dosti vydatnými srážkami.

Pozoruhodné je, že ani mimořádně silné srážky ve dnech 18.—19. 8. 1974, které dosáhly hodnoty okolo 80 mm za 2 dny, místy i více, nedokázaly ukončit fázi vysychání tohoto dlouhodobého celoprofilového cyklu v sušší části plochy pod porostem smrku S a zrušit profilovou inverzi vlhkosti, která jím byla vyvolána; došlo jen k posunu izobary 80 kPa asi o 15 cm do spodiny. Jen ve vlhčí části výzkumné plochy ve smrkovém porostu V, výrazněji ovlivňované bočním podpovrchovým tokem vody, byla v této době spodina zřetelně zvlhčena.

V sušší části plochy, která je typická, skončil celoprofilový cyklus teprve v zimním období 1974—1975, takže ve vegetačním období 1975 už byla normální stratifikace vlhkosti s nejvlhčí spodinou v rámci profilu i pod smrkovými porosty.

Ve vegetačním období roku 1975 se vytvořily 3 pedohydrologické cykly celoprofilové povahy, z nichž první byl velmi nevýrazný v celém profilu; druhý byl přerušovaný, v povrchových vrstvách výrazný a ve spodině nevýrazný; třetí byl souvislý, opět při povrchu výrazný a ve spodině nevýrazný; při skončení pozorování (15. 10.) nebyl ukončen.

Zcela odlišný obraz o vodním režimu půdy poskytují diagramy z plochy na holině H. Ve sledovaném období 1973—1975 zde ve spodině nikdy nebyla překročena hodnota, odpovídající polní kapacitě, i přes extrémní vlhkostní poměry s výrazným nedostatkem srážek. Od léta 1973 do jara 1974 zde nedošlo k vlhkostní inverzi v půdním profilu. Kolísání sacího tlaku a tedy i vlhkosti bylo ve spodině nepatrné. Pokud se vůbec celoprofilové cykly dají rozlišit, jsou tedy jen velmi nevýrazné.

Zřetelné bylo kolísání vlhkosti a sacího tlaku v povrchových vrstvách půdy holiny, ale i tyto povrchové pedohydrologické cykly byly zpravidla nevýrazné; výjimku představuje povrchový souvislý cyklus z léta

1973, avšak ani ten nelze označit za výrazný (úplný), a do určité míry je výraznější i cyklus ze srpna 1975.

Je vidět, že závislost vodního režimu půdy na průběhu počasí různých let je tak velká, že půda může přecházet z jedné třídy vlhkosti (ve smyslu Kutílka 1971) do druhé; vodní režim ilimerizované půdy pod porostem smrku patřil v letech 1973–1974 ke třídě semiuvidické (převládající interval vlhkosti mezi polní kapacitou a bodem snížené dostupnosti vody) a v roce 1975 naproti tomu ke třídě uvidické (interval vlhkosti mezi plnou vodní kapacitou a polní kapacitou). Vodní režim půdy je sice tedy na jedné straně určen jejími fyzikálními vlastnostmi, jak se projevují zejména v hydrolimitech a jejich stratifikaci v profilu, ale na druhé straně je řízen průběhem počasí a činností vegetace; z toho je nutno vycházet při sestavování modelů vodního režimu půd. Vhodným podkladem jsou právě výsledky souvislých měření sacího tlaku.

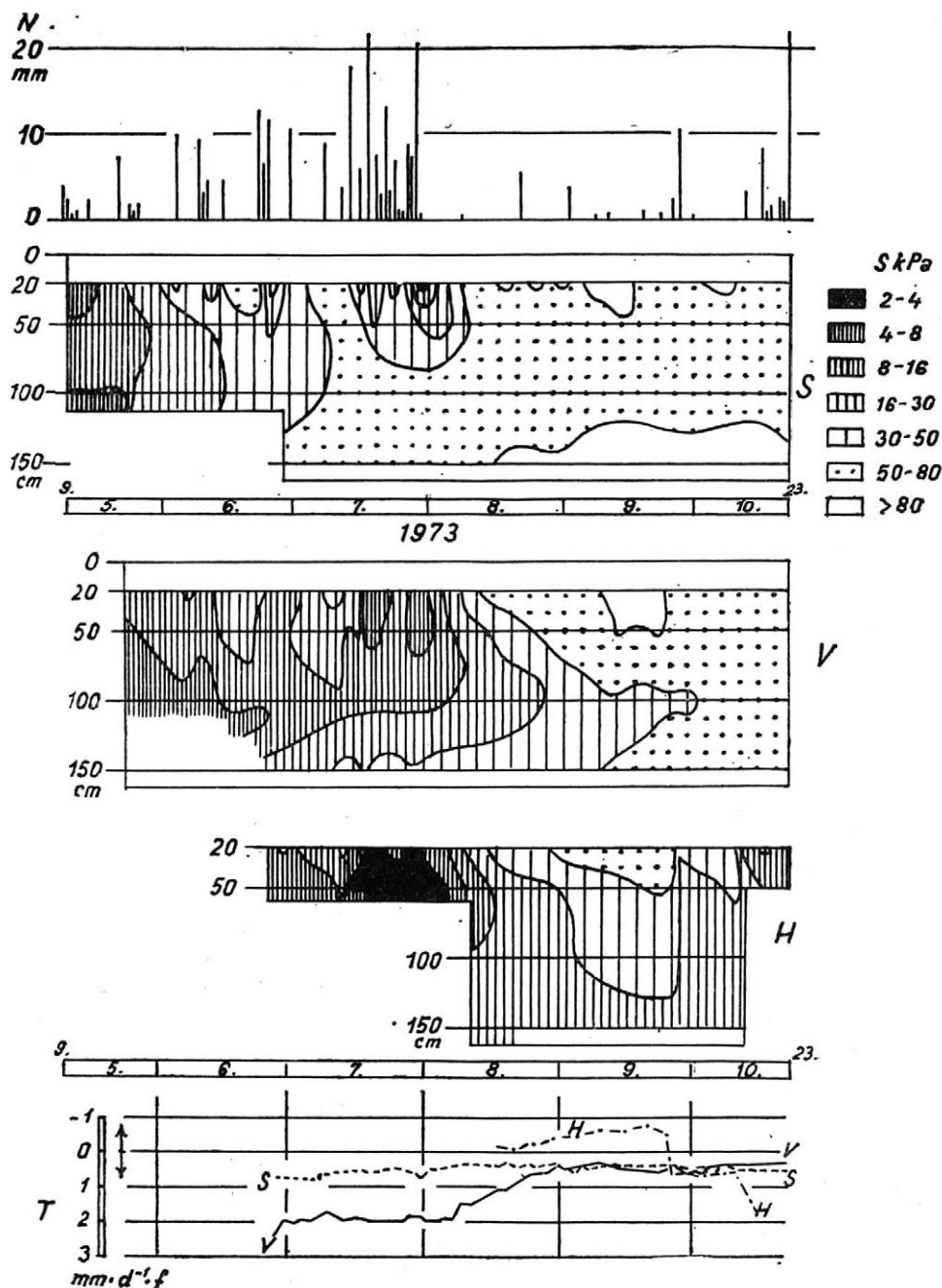
Tento výrazný rozdíl v charakteru vodního režimu půdy v různých letech má velký význam jak pro pedogenezi, tak i pro produkční ekologii i pro hydrologii a vodní hospodářství. Stav v letech 1973 a 1974 připomíná vodní režim nepromyvného typu (imperacidního) ve smyslu Vysockého a Rodeho, i když v našem případě jde jen o náběh na vytvoření tzv. mrtvého horizontu vysušení ve spodině půdy. Ten je při typickém vývoji ve stepních oblastech pod lesem podstatně sušší, v rozmezí od bodu snížené dostupnosti vody do bodu vadnutí (Michovič, Rode, Špak 1976). Podle uvedených autorů nemůže v lesní zóně vzniknout, protože tam suma srážek převyšuje výparnost; podle Vysockého (cit. Rode 1955) je poměr ročních srážek k ročnímu úhrnu výparnosti v lesní zóně 1,33, v lesostepi 1,0 a ve stepi 0,67.

Okolnost, že v našem případě došlo k vlhkostní inverzi, ukazuje, že v popsáných podmínkách může pod zapojeným dospělým smrkovým porostem dojít ve srážkově chudých jarních a letních obdobích, popř. po suché zimě, k déle trvajícimu období nepromyvného vodního režimu půdy. Důsledkem je z produkčně ekologického hlediska nedostatek vody pro porosty, protože je vyčerpán její zdroj ve spodinách, které jindy vzhledem k existenci značných gradientů vytvořených kořenovým sáním doplňují vlhkost povrchových vrstev. Z vodohospodářského hlediska to znamená značné snížení, popř. zastavení, dodávky vody do podzemních vod.

PROSTOROVÁ VARIABILITA VODNÍHO REŽIMU PŮDY

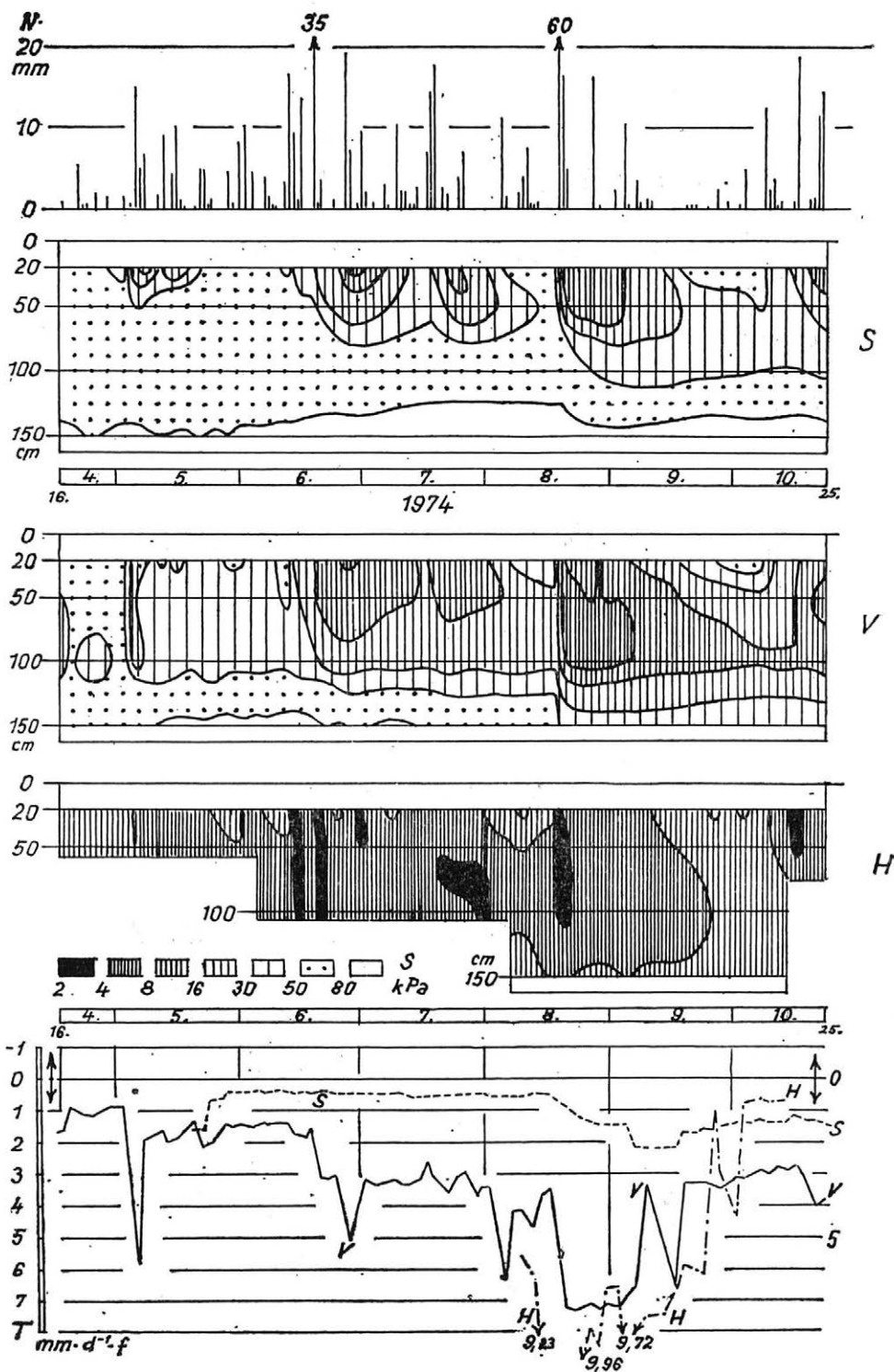
Maloplošná prostorová rozmanitost vodních poměrů půdy, jak se projevuje na našich výzkumných plochách o rozměrech přibližně $1,5 \times 5$ m, je na téže půdě vyvolána nejčastěji různými porostními poměry. Provlhčení půdy ani jednotlivých horizontů není pravidelné a rovnoměrné, neboť jde o mozaiku sušších a vlhčích míst, jak podrobným šetřením dokázali Ehwald a spolupracovníci (1961). Nerovnoměrnost se projevuje už při infiltraci srážkové vody, která proniká do půdy jazykovitě.

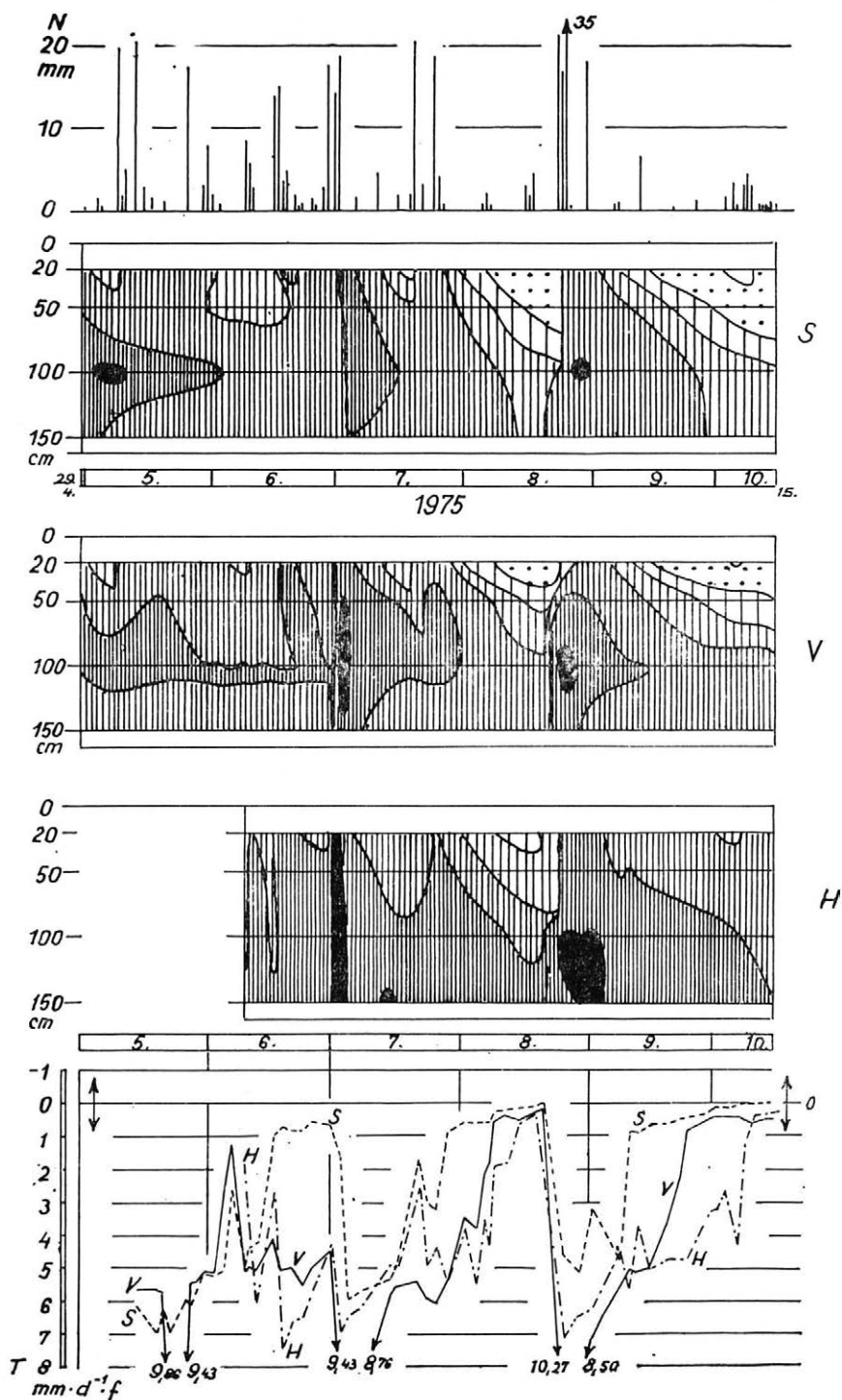
Při řešení této otázky na našem objektu nás zajímá především otázka, zda sušší a vlhčí části výzkumné plochy v porostu si tuto svou specifickou vlastnost zachovávají stále, jaká je rozmanitost hodnot sa-



1.

1, 2, 3. Časový průběh hodnot sacího tlaku na základních plochách znázorněný formou chronoizobar a průběh rychlosti vertikálního toku vody v půdě v hloubce 100–150 cm, pro vegetační období 1973 (obr. 1), 1974 (obr. 2), 1975 (obr. 3): S je sušší část plochy, V je vlhčí část plochy ve smrkovém porostu, H je holina. — Time course of values of suction pressure on the basic plots expressed by chronoisobars and course of speed of the vertical water flow in the soil at the depth of 100–150 cm, for the vegetation period 1973 (Fig. 1), 1974 (Fig. 2), 1975 (Fig. 3): S is the drier part, V the moister part of the plot in spruce stand, H the clearcut area





3.

cího tlaku v čase a zda lze z rozložení hodnot soudit na příčiny odlišnosti obou částí plochy, o kterých jsme již dříve uvažovali a jež nejsou patrně dány porostem (Mráz 1975).

Hodnoty sacího tlaku, znázorněné v základních diagramech na obr. 1 až 3, jsou průměrné hodnoty pro všechny 4 měřené hloubky půdního profilu a vyjadřují tedy průběh hodnot sacího tlaku jakéhosi průměrného, teoretického profilu půdy; ve skutečnosti jsou tyto průměry vypočteny z většího počtu hodnot rozložených na ploše asi $1,5 \times 5$ m. Jestliže však měřené hodnoty z určitého časového termínu (dne) vyneseme do sítě znázorňující průřezový pás naší plochy do míst, kde jsou zabudována čidla jednotlivých tenziometrů, a místa stejného sacího tlaku spojíme izočarami (izobarami), dostaneme přehled o prostorovém rozložení sacího tlaku v průřezovém pásu.

Průřezové pásy s izobarami sacího tlaku na ploše smrkového porostu (obr. 4) a na holině (obr. 5) jsou rovněž do určité míry průměry, protože tenziometry jsou na plochách ve 3 řadách vzdálených navzájem o 0,5 a 1,0 m. Průřezové pásy v diagramech vznikly jakoby projekcí obou okrajových pásů (pod okrajovými řadami tenziometrů) na prostřední průřezový pás.

Jak je vidět z diagramu na obr. 4, můžeme první otázku, zda sušší a vlhčí části plochy v porostu si tuto svou vlastnost zachovávají stále, zodpovědět kladně; sušší část plochy má (pokud uvažujeme profil půdy jako celek) vždy vyšší sací tlaky a je tedy sušší. Rozdíly mezi oběma částmi plochy nejsou ovšem vždy stejně velké. Můžeme říci, že rozdíly mezi nimi byly ve smrkovém porostu podstatně větší v letech 1973 a 1974, kdy se projevovала inverze ve stratifikaci vlhkosti a spodina byla vysušena, a to na sušší části plochy podstatně silněji než na vlhčí části. Podstatně menší rozdíly mezi oběma částmi plochy jsou vidět v roce 1975, kdy stratifikace vlhkosti byla opět normální, s vlhkou spodinou.

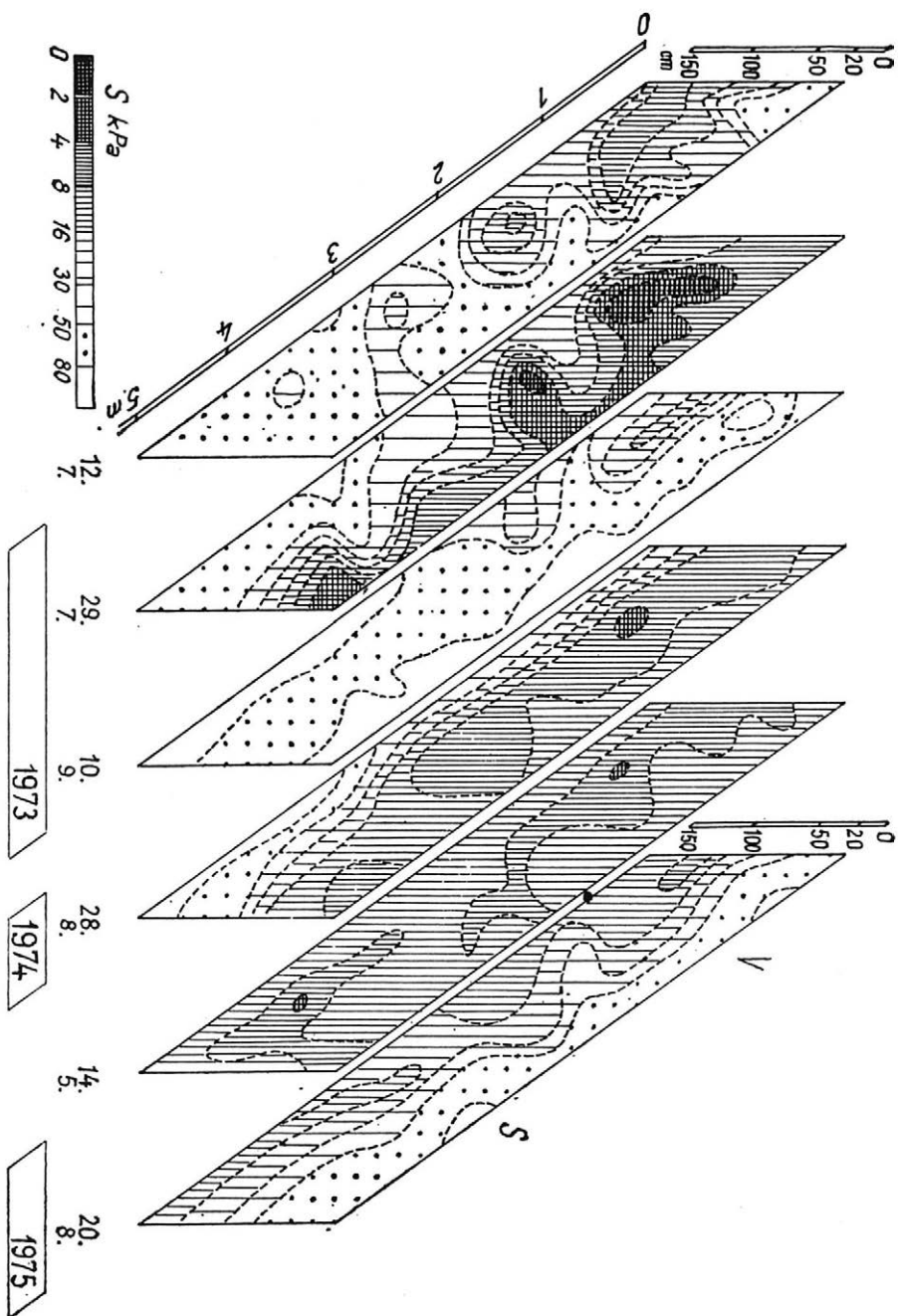
Zajímavé je v této souvislosti zjištění, že ačkoliv v časovém průběhu (obr. 1—3) jsou největší rozdíly v sacím tlaku (a vlhkosti) v povrchových vrstvách, nelze totéž říci o prostorové rozmanitosti; v roce 1973 a 1974 byly naopak větší rozdíly ve spodině (obr. 4).

Velká časová proměnlivost hodnot sacího tlaku v povrchových vrstvách se projevuje i v konkrétních místech na průřezovém pásu, jak je vidět z obr. 4. Termíny znázorněné na pásech byly voleny vždy v extrémních situacích (vrchol navlhčovací nebo vysoušecí fáze pedohydrologického cyklu). Jednotlivá místa ve spodině vykazují podstatně menší časovou proměnlivost sacího tlaku a vlhkosti.

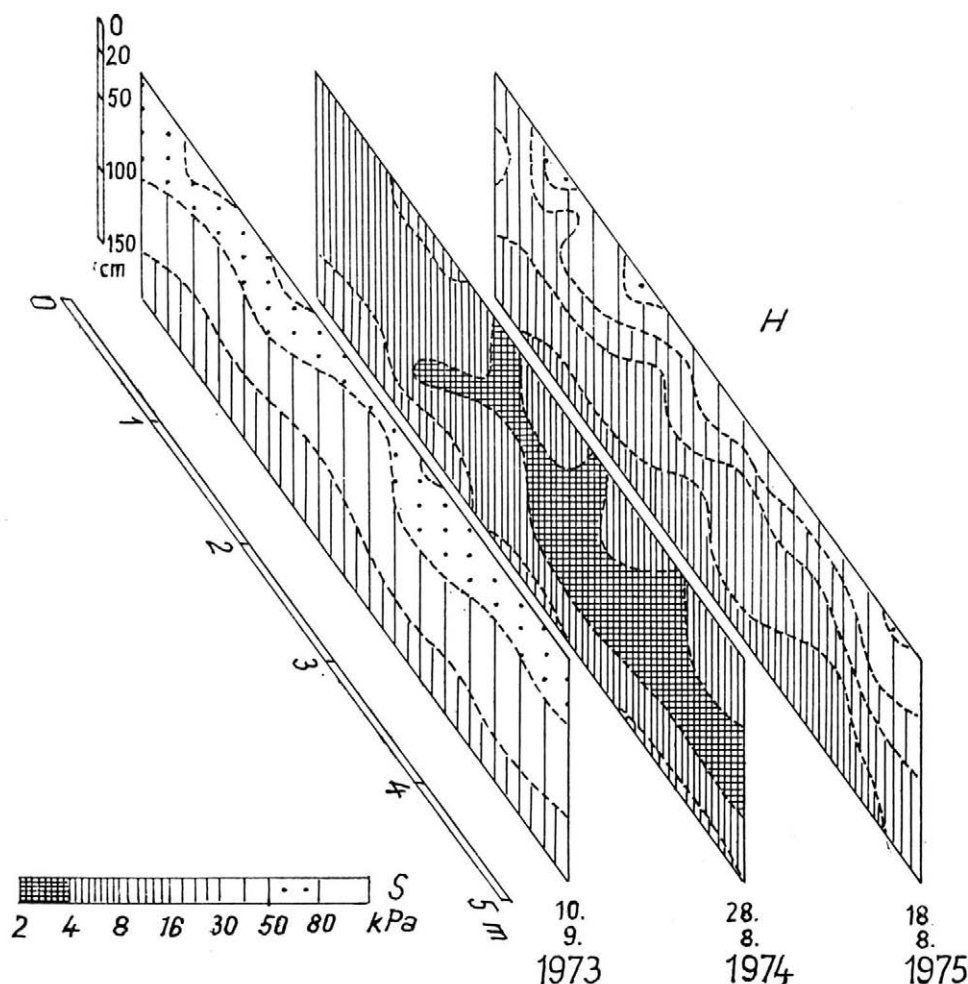
Umístění a tvar nejvlhčích míst na pásu ve vlhčí části plochy v porostu ukazuje určitou pravděpodobnost předpokladu, že v této části plochy je v podzemním reliéfu těžší spodina jakási úžlabina, v níž se voda zadržuje nebo jíž bočně přitéká.

Průřezové pásy půdy na holině (obr. 5) ukazují zřetelně menší prostorovou variabilitu vlhkostních poměrů půdy na holině ve srovnání s půdou pod smrkovým porostem. Poměry jsou zde velmi vyrovnané i v dalších termínech, které nebyly v diagramu znázorněny.

Výsledky stanovení rychlosti vertikálního pohybu vody v půdě ozna-



4, 5. Prostorové rozložení hodnot sacího tlaku na průřezových pásech plochy v porostu smrku (obr. 4) a na holině (obr. 5) v některých významných terminech: V je vlhčí část plochy, S sušší část, H holina. — A spatial distribution of suction pressure values on transects of the area in spruce stand (Fig. 4) and in the gap (Fig. 5) on some important terms: V means the moister part of the plot, S the drier part, H the clearcut area



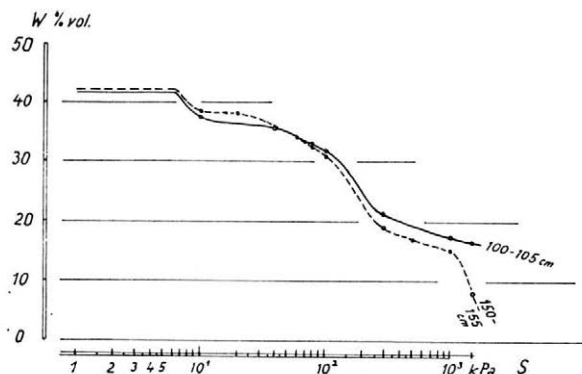
5.

čujeme za předběžné proto, že výpočet rychlosti toku vody v nenasycené půdě se děje podle rovnice Darcy-Buckinghamovy

$$v = -k \cdot \frac{d\Phi}{dx}$$

a v této rovnici známe dostatečně přesně její druhý člen pravé strany, což je gradient celkového potenciálu vyplývající z měření sacího tlaku ve dvou úrovních nad sebou, v našem případě v hloubce 100 a 150 cm, kde už prakticky nepůsobí vliv kořenů. Protože neznáme průběh hodnot sacího tlaku mezi oběma úrovněmi, nepočítáme s diferenciály, ale s roz-

díly $\left(\frac{\Delta\Phi}{\Delta x}\right)$. Tím předpokládáme mezi 100 a 150 cm hloubky lineární průběh sacího tlaku. Naproti tomu nepovažujeme hodnotu kapilární vodivosti půdy v nenasyceném stavu $-k$ za definitivní a počítáme s je-

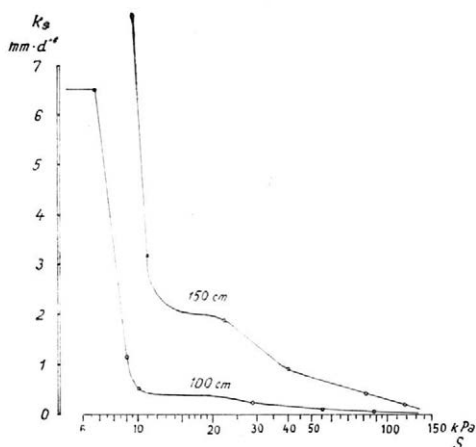


6. Retenční (pF-) křivky ze-
miny z hloubky 100 a 150 cm.
— Retention (pF-) curves of
soil material from the depths
100 and 150 cm

jím upřesněním v dalším průběhu výzkumu. I když se změní hodnoty $-k$ (předpokládáme, že opravný koeficient by se pohyboval mezi 1,0 až 0,2), nezmění se tím vzájemný poměr hodnot na jednotlivých plochách a jejich průběh. Proto můžeme už dnes rychlost vertikálního toku mezi plochami srovnávat, i když absolutní hodnoty nejsou definitivní.

Oproti 1. aproximaci [M r á z 1975] jsou zde uvedené výsledky podloženy hodnotami retenčních křivek, které jsme upřesnili materiálem nových měření, a též hodnoty nenasyčené vodivosti jsme přepočítali (podle M a r s h a l l a, postupem navrženým S e m o t á n e m 1973) s využitím výsledků nových měření. Hodnoty vertikálního toku vody v hloubce mezi 100 a 150 cm jsou graficky znázorněny na obr. 1 až 3, vždy v jejich spodní části.

Stejný způsob výpočtu vertikálního toku vody v půdě použili Brühlhart (1969) a Benecke (1972). Teoreticky jej podrobně zdůvodnil Kutílek (1975), jenž současně formuloval základní myšlenku moderní hydropedologie: „Proudění vody v půdě nasycené (tzv. podzemní hydraulika) a proudění vody v půdě nenasyčené plně vodou má společný fyzikální základ a řeší se v zásadě stejným způsobem, i když vlastní matematické postupy se potom různí“.



7. Grafické znázornění závislosti nena-
sycené vodivosti na sacím tlaku pro ze-
minu v hloubce 100 a 150 cm. —
Graph of the dependence of the unsa-
turated conductivity on suction pressure
for soil material from the depths 100
and 150 cm

Získané hodnoty rychlosti vertikálního toku vody v půdě T řádově odpovídají skutečnosti, což vychází z jednoduchého propočtu podle známých hodnot odtoku z povodí. Jelikož plocha povodí je okolo 100 ha, tedy 1 000 000 m², znamenal by přívod 1 mm (tj. 1 l) z 1 m² odtok 1 000 000 l za den neboli asi 11,6 l za sekundu (neuvažujeme-li laterální podpovrchový tok vody). Jelikož odtok z povodí činí okolo 3,5 l za sekundu, byl by pro hodnotu $T = 1$ mm za den opravný faktor $f = 0,3$. Z diagramů je vidět, že hodnoty T sušší části plochy v porostu smrku se v letech 1973 a 1974 pohybovaly skutečně okolo 1 mm za den; v roce 1975 byly ovšem občas podstatně vyšší.

Z obr. 1 až 3 je na první pohled patrné, že hodnoty T byly v roce 1973 na všech plochách a v roce 1974 na sušší ploše ve smrkovém porostu nízké; je to v souvislosti s profilovou inverzí stratifikace vlhkosti (vyschlá spodina). V tomto období jsou hodnoty vertikálního toku také velmi vyrovnané.

Naproti tomu jsou v roce 1975 (který měl „normální“ stratifikaci vlhkosti v profilu i pravidelné rozdělení srážek) na všech plochách vidět značné výkyvy hodnoty T , která dosahuje ve vlhkých obdobích (fáze navlhání) značných hodnot; v menší míře je to vidět už v roce 1974 na vlhčí části plochy v porostu a na holině. Ve výraznějších fázích vysychání se hodnoty všech ploch sblížují a blíží se nule; jen výjimečně klesají pod nulu a dosahují malých záporných hodnot, což značí pohyb vzhůru (vzlínání). To bylo zjištěno na holině v srpnu a září 1973 a jen nepatrných hodnot dosáhlo vzlínání na sušší části plochy ve smrkovém porostu v říjnu 1975. To platí pro sledovanou úroveň mezi 100 a 150 cm hloubky; ve výše ležících vrstvách je možno se vzlínáním počítat častěji, což však není z hlediska dodávky vody do podzemní vody důležité.

Růst hodnoty T je na všech plochách přibližně současný a stejně rychlý, zatímco pokles během fáze vysychání je různý; křivka vlhčí plochy ve smrkovém porostu se za křivkou sušší části výrazně opožďuje a v ještě větší míře to platí o holině. Z toho je vidět, že hodnoty vertikálního toku vody jsou na vlhčí části plochy ve smrkovém porostu a zejména na holině podstatně vyšší než na sušší části plochy ve smrkovém porostu a že vyšší hodnoty zde mají též podstatně delší trvání.

Hodnoty vertikálního pohybu vody v půdě jsou téměř stále nejnižší na sušší části plochy v porostu, podstatně vyšší ve vlhčí části a nejvyšší na holině. Výjimkou bylo období vzlínání na holině a krátká období výrazných fází navlhání v roce 1975, kdy byly hodnoty T ve vlhčí části plochy v porostu vyšší než na holině, ovšem jen krátkodobě.

SROVNÁNÍ VODNÍHO REŽIMU PŮDY POD SMRKOVÝM POROSTEM A NA HOLINĚ

Srovnání vodního režimu pod smrkovým porostem a na holině má velký význam z hlediska produkce a lesní ekologie všeobecně, pro půdoznalství a také pro hydrologii a vodní hospodářství.

Ze srovnání vyplývá, že ilimerizovaná podzolová půda na svahovině pod zapojeným dospělým smrkovým porostem v typu jedlin na objektu Želivka vykazuje ve srážkově chudých letech za určitých okolností nepromyšlný vodní režim (impermacidní) a s ním spojenou inverzi pro-

filové stratifikace vlhkosti (vyschlá spodina); táž půda na holině (i když byla pokryta téměř souvislou pasekovou vegetací) měla v téže době (1973—1975) stále normální profilovou stratifikaci vlhkosti a vodní režim promyvného typu.

Půda na holině byla ve sledovaných vegetačních obdobích 1973—1975 stále dostatečně zásobena vodou, s výjimkou povrchových vrstev v září 1973. Pod porostem docházelo naopak často i po delší dobu k výraznému omezení zásob rostlinám přístupné vody, což je vidět z vyšších hodnot sacího tlaku. I když se voda považuje za přístupnou rostlinám až do bodu trvalého vadnutí (při sacím tlaku okolo 1500 kPa, resp. 15 barů), klesá dostupnost velmi rychle už při podstatně nižších hodnotách. Podle údajů v literatuře i podle našich vlastních výsledků snižují některé druhy stromů tloušťkový přírůst už při hodnotách sacího tlaku nad 50 kPa. Tato hodnota byla pod porostem překročena v uvedených letech často, na holině jen ve výše zmíněném období v září 1973.

V souvislosti s tím je i vertikální tok vody *T* směrem dolů důležitý jako měřítko obnovování zásob podzemní vody. Na holině je podstatně větší než pod smrkovým porostem. Ve srovnání se sušší částí plochy v porostu je hodnota *T* na holině často několikanásobně vyšší.

Půda na holině je podstatně vlhčí než pod smrkovým porostem, což je způsobeno jednak intercepcí srážek porostem, jednak vyšší spotřebou vody zapojeným dospělým porostem ve srovnání s pasekovou vegetací. Velikost intercepce srážek smrkovým porostem je vidět ze srovnání hodnot srážek na holině a pod porostem (tabulka II). V diagramech jsou (nahore) znázorněny srážky na holině.

Prostorová variabilita půdní vlhkosti (a sacího tlaku) je na holině podstatně menší než pod smrkovým porostem, jak je vidět z průřezových pásů na obr. 4 a 5; vzhledem k tomu, že jde o stejnou půdu (obě plochy leží v sousedství na téměř mírném sklonu), je tento rozdíl možno přičíst vlivu porostu.

O příčinách rozdílů mezi sušší a vlhčí částí plochy pod smrkovým porostem bylo už pojednáno (M r á z 1975). Zatím nelze definitivně vy-

II. Měsíční úhrny srážek na holině a pod porostem smrku v mm. — Total monthly precipitation in the gap and under spruce stand during the vegetation period in mm

Měsíc	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1974							
holina	11	72	152	85	126	24	103 (= 100 %)
porost	4	45	107	50	105	14	65
porost	33	63	70	58	83	55	64 %
1975							
holina	35	85	114	57	99	10	40 (= 100 %)
porost	18	60	87	39	83	4	21
porost	51	70	76	67	84	44	53 %

řešit otázku, do jaké míry jsou působeny rozdílností porostu nebo rozdílností půdních vlastností. Ty bude možno prošetřit až po zrušení plochy po skončení výzkumu, aby nebyla půda narušena.

DISKUSE A ZÁVĚR

Z uvedeného materiálu je možno vyvodit řadu závěrů, a to jak pro další práci na tomto úkolu, tak i pro jiné obory. Po ověření dalším výzkumem budou mít i značný praktický význam pro lesnickou produkční ekologii, pro pěstování lesů, ale i pro lesnickou hydrologii a pro vodní hospodářství.

Jedním z důležitých závěrů je, že nebude možno uvažovat celou plochu jako homogení, ale rozložit výzkumné plochy tak, aby byla zachycena plošná rozmanitost stanovištních podmínek.

Některé poznatky (např. předběžně stanovená vodní bilance — Mráz 1975) ukazují na to, že i při malém sklonu svahu, na němž leží základní plochy, existuje zřejmě alespoň občasné významný laterální podpovrchový tok vody. To ztěžuje sestavení vodní bilance půdy a porostu. Proto počítáme se založením srovnávací plochy na rovině. S další srovnávací plochou počítáme na odlišné půdě (pseudoglej) na rovině. Žádoucí by bylo i založení ploch v porostu, kde byla uskutečněna silná probírka, v různých vývojových stádiích porostů a v porostech různých dřevin.

Po metodické stránce by bylo žádoucí zpřesnění stanovení nenasyčené vodivosti a pokusit se o stanovení laterálního podpovrchového toku vody.

Použité metody i přístrojová technika se plně osvědčily. Do budoucna se chceme pokusit o zavedení modifikovaného tenziometru, jímž by bylo možno měřit i v mrazovém období, což by bylo z vodohospodářského a v souvislosti s tím i z pěstebního hlediska velmi žádoucí.

Z výsledků vyplývá velmi jasně, jak velký je vliv průběhu počasí jednotlivých let na vodní režim půdy, a tím i na její doplňování v zásobách podzemních vod. Proto je nutno, aby výzkum probíhal po dlouhou řadu let a bylo možno zachytit co nejvíce případů z možné proměnlivosti počasí a vodního režimu půd. Závislost vodního režimu půdy na průběhu počasí různých let je tak velká, že půda může přecházet z jedné třídy vlhkosti do druhé; tak vodní režim ilimerizované podzolvé půdy pod smrkovým porostem patřil v letech 1973—1974 ke třídě semiuvídkové (převládající interval vlhkosti mezi polní kapacitou a bodem snížené dostupnosti vody) a v roce 1975 ke třídě uvídkové (mezi plnou vodní kapacitou a polní kapacitou).

Tento výrazný rozdíl v různých letech má velký význam jak pro produkční ekologii, tak i pro hydrologii a vodní hospodářství.

Naše výsledky ukázaly, že v uvedených podmínkách může pod zapojeným dospělým smrkovým porostem dojít ve srážkově chudých jarních a letních obdobích, popř. po suché zimě, k déletrvajícím období nepromyvného vodního režimu půdy s inverzí stratifikace vlhkosti v profilu. Důsledkem je z produkčně ekologického hlediska omezené zásobování porostů vodou, které reagují sníženým přírůstem. Z hlediska

vodohospodářského znamená značné snížení, popř. zastavení, dodávky vody do podzemních vod.

Srovnání vodního režimu půdy pod smrkovým porostem s poměry na holině ukazuje velmi nepříznivé kvantitativní hydrologické působení smrkových porostů v chlumních polohách na půdách podobných vlastností jako na našem objektu, které jsou pro chlumní oblasti typické. Značnou intercepci i v zimním období omezuje smrk naplňování vodních zásob půdy a svým povrchovým prokořeněním vysušuje povrchové vrstvy půdy, čímž snižuje jejich vodivost. V suchých letech pak smrkové porosty značně trpí tímto vodním režimem nepromyvného typu a vlhkostní inverzí v půdním profilu. Je to patrně hlavní a primární důvod jejich nedostatečné trvalosti v nižších polohách.

Mohlo by překvapit, že ke vzniku nepromyvného vodního režimu půd může dojít v oblasti přirozených jedlin vzhledem ke značné náročnosti jedle na vodu. Nelze však zapomínat, že přirozené jedliny neměly patrně tvar stejnověkého jednoúrovňového souvisle zapojeného lesa jako dnešní kůturní smrčiny; pravděpodobně je původní tvar výškově i věkově rozrůzněný, snad charakteru skupinovitě výběrného lesa. V takovém tvaru by nepromyvný vodní režim půd na souvislé větší ploše nemohl vzniknout, protože v kotlících by byl vodní režim půdy patrně podobný jako na holině. Tyto porostní mezery by působily jako tzv. potuskuly ve smyslu Vysockého a zlepšovaly by vodní poměry stromů v sousedství.

Srovnání našich výsledků se zahraničními, které byly získány stejnou metodou, dokazuje, že v chlumní oblasti na Želivce vysychají půdy podstatně více než např. pod smrkovými porosty v oblasti bučin v Sollingu na podobných půdách, kde zjistili Bencke a Mayer v roce 1968 vysušení jen do hodnot 32 kPa; tato oblast má ovšem podstatně vyšší srážky než naše a klima tam má více oceánický ráz. Brühlhart (1969) zjistil v roce 1966 v bukové oblasti švýcarského Mittellandu na těžkých půdách hodnoty blíží se našim.

Došlo dne 18. 8. 1977

Literatura

1. BENECKE, P. — MAYER, R.: Aspects of soil water behavior as related to beech and spruce stands. In: Ellenberg, Integrated experimental ecology. Springer, Berlin 1971
2. BENECKE, P.: Der Wasserhaushalt von Buchenbeständen des Sollings. Forst- und Holzwirt. 27, 1972, s. 48-52
3. BRÜLHART, A.: Jahreszeitliche Veränderungen der Wasserbindung und der Wasserbewegung. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Vers. 45, 1969
4. EHWALD, E. — VETTERLEIN, E. — BUCHHOLZ, F.: Das Eindringen von Niederschlägen und Wasserbewegungen in sandigen Waldböden. Zt. Pflanzenern., Düng., Bodenk. 93, 1961, s. 202-204
5. KRAMER, P. J. — KOZLOWSKI, T. T.: Physiology of trees. New York 1960
6. KUTÍLEK, M.: Vodohospodářská pedologie. SNTL Praha 1966
7. KUTÍLEK, M.: Ekologická klasifikace půdní vlhkosti. Vodní hosp. A, 9, 1971, s. 250-256
8. KUTÍLEK, M.: Aplikovaná hydropedologie. Vyd. ČVUT, Praha 1975
9. MICHOVÍČ, A. I. — RODE, A. A. — ŠPAK, I. S.: O lesných polosach, „mertvom gorizontě issušeniya“ i uslovijach jeho obrazovaniya. Počvovedenije 1976, 10, s. 26-36

10. MRÁZ, K.: Očekávané změny stanovištních poměrů jihomoravských lužních lesů vlivem budovaných vodohospodářských úprav. Zprávy VÚLHM XIX, 3, 1973, s. 2-9
11. MRÁZ, K.: Vodní režim půdy chlumních smrkových porostů jako základ jejich vodohospodářských funkcí. Závěr. zpráva VÚLHM Strnady, 1975
12. MRÁZ, K.: Vliv půdní vlhkosti na tloušťkový přírůst dubu letního v nezaplavovaném luhu. Lesnictví 22, 1976, s. 403-414
13. MUROMCEV, N. A.: Diagnostirovanije poliva rastenij po tenziometram. Počvo-věděníje 1974, s. 79-83
14. PELÍSEK, J.: Lesnické půdoznalství, 2. vyd., SZN Praha 1964
15. RODE, A. A.: Počvoveděníje. Moskva 1955
16. SEMOTÁN, J.: Výpočet hydraulické vodivosti neporušených půdních vzorků. Vodní hosp., A, 5, 1973, s. 107-110
17. SOPPER, W. E. — LULL, H. W.: Forest hydrology. Pergamon Press, Oxford 1967

MPA3, K. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Strnady). Изменения водного режима илмеризованной подзолистой почвы елового насаждения в холмистой местности в период 1973—1975 гг. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 101-118.

Водный режим почвы определялся на основе измерения капиллярного давления с помощью ртутных тензиометров. Экспериментальный объект находится в бассейне притока Желивки на высоте 430 м над уровнем моря на делювиальных почвах на гнейсовом основании. Годовая сумма осадков (1969—1976 гг.) колеблется между 548 и 823 мм.

Из полученных результатов очевидно, насколько велико влияние хода погоды в отдельные годы на водный режим почв, а тем самым и на пополнение запасов грунтовых вод. Под сомкнутым спелым еловым насаждением в засушливом 1973 году наступил продолжительный период непромывного водного режима почвы с инверсией стратификации влажности в профиле. Были доказаны также значительные различия в распределении влажности почвы в просторе на малой площади.

Сравнение водного режима почвы под насаждением ели и на безлесном участке на той же почве свидетельствует о весьма неблагоприятном гидрологическом воздействии еловых насаждений (в количественном отношении) в холмистых местностях на почвах с описанными свойствами. Значительной интерцепцией и в зимний период ель ограничивает пополнение водных запасов почвы и своей корневой системой на поверхности почвы высушивает ее верхние слои, снижая тем самым ее гидравлическую проводимость. В засушливые годы затем еловые насаждения сами страдают от ими же вызванного неблагоприятного водного режима непромывного типа и инверсии влаги в почвенном профиле, что и является, очевидно, главной причиной их недостаточной стойкости в ниже расположенных местностях. В лесах водохозяйственного назначения в ниже расположенных местностях (менее 700 м н. у. м., где нельзя рассчитывать на помощь горизонтальных осадков) в будущем следовало бы ориентироваться на ограничение ели и на ее замену опадающими древесными породами, кроме лиственных прежде всего лиственницей.

водный режим почвы; капиллярное давление; еловые насаждения

MRÁZ, K. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Strnady). *Changes in Water Regime of Illimerized Podzol Soil of Spruce Stand in the Course of 1973—1975.* Lesnictví, 24, 1978 (2) : 101-118.

Water regime of soil was determined on the basis of the suction pressure measurement by means of mercury tensiometers. The research object lies in the watershed of the Želivka tributary, 430 m a. s. l. on the slope of the gneiss subsoil. The annual rainfall (1969—1976) ranges between 548 and 823 mm.

It follows from the results, how big is the influence of the course of weather in single years on soil water regime and thus on a supply of the ground water reserves. In the dry year 1973 there occurred a longer period of non-percolative water regime of soil, with inversion of moisture stratification in the profile under the closed mature spruce stand. Considerable differences in a distribution of soil moisture in a small area were also proved.

A comparison of water regimes of soil under the spruce stand and in a gap on the same soil shows a very unfavourable hydrological influence of the spruce

stand (in a quantitative sense) in the lowland sites with the soil of the above mentioned characteristics. By its high interception, even during the winter period, spruce reduces a supply of water reserves and by its surface rooting of the soil dries up the surface layers, and decreases their hydraulic conductivity. During dry years spruce stands suffer from the water regime of non-percolative type they had caused and from moisture inversion in the profile; this seems to be the main reason of their unsufficient permanence in the lower locations. In the forests of water management determination in the lower locations (below 700 m a. s. l. where we can not count with an advantage of horizontal precipitation) it will be suitable to count with reducing the spruce and its replacing by needle-shedding and broad-leaved species, especially by larch.

water regime of soil; suction pressure; spruce stand

MRÁZ, K. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Changements du régime hydrique du sol podzolique lessivé d'un peuplement d'épicéa en pente au cours des années 1973-1975*. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 101-118.

On identifiait le régime hydrique du sol sur la base des mesures de pression d'aspiration à l'aide des tensiomètres à mercure. La parcelle de recherche se trouve dans le bassin versant de l'affluent de Želivka, à une altitude de 430 mètres, sur une pente dont le sous-sol est gneissique. Le total des précipitations annuelles (1969-1976) varie entre 548 et 823 mm.

Les résultats obtenus nous font savoir quelle est l'influence de l'évolution des conditions atmosphériques des années particulières sur le régime hydrique du sol et de ce fait aussi sur le complètement des réserves en eau souterraine. Sous le peuplement d'épicéa adulte fermé, on a constaté dans l'année sèche 1973 la naissance d'une période assez longue d'un régime hydrique du sol non percolatif accompagné d'une stratification inverse de l'humidité dans le profil. On a même prouvé des différences considérables de répartition de l'humidité du sol dans l'espace sur une petite surface.

La comparaison du régime hydrique du sol sous le peuplement d'épicéa et sur le vide du même sol montre que l'action hydrologique des peuplements d'épicéa sur les terrains en pente sur les sols ayant les propriétés décrites, est très défavorable (dans le sens quantitatif). Par l'interception considérable, ayant lieu même dans la période d'hiver, l'épicéa limite le complètement des réserves en eau du sol et dessèche, par la pénétration peu profonde de ses racines dans le sol, les couches superficielles de ce dernier, ce qui a pour conséquence la diminution de leur conductibilité hydraulique. Or, dans les années sèches, les peuplements d'épicéa souffrent eux-mêmes du régime hydrique de type non percolatif et de l'humidité inverse dans le profil qu'ils ont provoqués, et c'est peut-être la cause principale de leur longévité insuffisante à des altitudes peu élevées. Pour les forêts destinées à régler le régime hydrique à des altitudes peu élevées (de moins 700 mètres, où l'on ne peut pas compter avec le profit qu'apportent les précipitations horizontales), il sera rationnel de compter à l'avenir avec la restriction de l'épicéa et avec sa substitution par les essences à feuilles caduques, notamment par le mélèze, sans parler d'autres essences feuillues.

régime hydrique du sol; pression d'aspiration; peuplements d'épicéa

Adresa autora:

Ing. Karel Mráz, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

VPLYV SMREKA NA PÔDU V ZÓNE JEDĽOBUČÍN

E. Bublinec

BUBLINEC, E. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). *Vplyv smreka na pôdu v zóne jedľobučin*. Lesníctví, 24, 1978 (2) : 119-136.

Na modelovom objekte stanovištné, najmä pôdne pomery boli konštantné. Premennú tvorilo drevinové zloženie na jednotlivých plochách. Sledoval sa listnatý prevažne bukový porast, jedľa-smrekový porast a smreková monokultúra. Vzorky pôdy a nadložného humusu sa odoberali v typických častiach vegetačného obdobia (jar, leto, jeseň) vždy v 5 opakovaníach. Pod porastmi so zastúpením smreka sa zistilo viac nadložného humusu a jeho nižšie pH, v minerálnej pôde viac celkového dusíka, prístupného draslíka a fosforu. Pod bučinou je vyššia hodnota S, menej kyslá pôdna reakcia, ale aj väčší obsah CaCO_3 . Obsah humusu a jeho kvalita (C/N) sa prakticky nezmenili. Na základe týchto i ďalších výsledkov možno konštatovať, že sa v smrekovej monokultúre 1. generácie na bohatom substráte nezistilo výrazné zhoršenie vlastností pôdy. Zmeny, ktoré majú kladné i záporné znamienko, sú zväčša lokalizované do vrstvy nadložného humusu a do povrchovej 10cm vrstvy minerálnej pôdy.

smrek; lesné pôdy; humus

Les v našich podmienkach má značný vplyv na mnohé ekologicko-produkčné vlastnosti pôdy. Avšak mnohé stránky tohto pôsobenia nie sú dostatočne osvetlené. Najpálčivejší, stále neuzavretý problém je vzťah medzi ihličnatými porastmi a pôdou. Dopyt po ihličnatom, obzvlášť smrekovom dreve narastá a rovnorodé porasty sa považujú za najrentabilnejšie. Na druhej strane sa im pripisuje negatívna pôdotvorná funkcia. V Československu existuje pomerne bohatý materiál, ktorý sa týka vplyvu ihličnatých porastov na pôdu a s tým súvisiacej problematiky podzolzácie a teda aj pôdotvornej funkcie lesov (Pelíšek 1963, 1972; Šály 1965, 1973; Klimo 1972; Prudič 1969, 1970; Míchal 1969; Ambros 1970, 1973; Kolektív 1974; Bublinec 1969, 1973, 1975 ai.).

Napriek početným prácam treba konštatovať, že problém nie je definitívne objasnený. Ako príklad možno uviesť niektoré výskumy a názory (Ambros 1970, 1973; Kolektív 1974), v ktorých sa konštatuje, že ihličnany preukazne zhoršujú fyzikálne, chemické i biologické vlastnosti pôdy. Podľa nich i podľa tam citovaných prameňov sa zreteľne zhoršujú v umele zavedených smrečinách produkčne významné vlastnosti pôdy (obsah humusu, pôdna reakcia, sorpčný komplex, obsah prístupných živín P, K, Ca, Mg, vzdušnosť, príp. ďalšie vlastnosti). Vo flyšových oblastiach Slovenska sa v jedľovo-bukovom vegetačnom lesnom stupni zistili zmeny až do hĺbky 50 cm (Kolektív 1974). V týchto prácach sa však nezohľadňujú výskumy a názory Šályho (Šály

ly 1965, 1973], ktorý považuje jedine oblasť nadložného humusu a humusovej formy za sféru, kde môžeme pozorovať dôsledky nepriaznivých zásahov človeka do pôdy prostredníctvom zmeny porastovej skladby. Nezaujalo sa stanovisko ani k ďalším publikovaným výskumom a názorom [Polák 1966; Leporský 1960]. Čo sa týka našich zistení [Bublinec 1968, 1970] o diferencovanej zmene ekologicko-produkčných vlastností pôd pod borovicovými porastmi oproti zmiešaným, príp. dubovým v oblasti Záhoria, nepriamo sa namieta, že k výraznému zhoršeniu vzhľadom na veľmi chudobný materský substrát tu vlastne ani nemôže dôjsť. Z toho vyplývalo zároveň konštatovanie, že zhoršenie sa výraznejšie prejavuje na minerálne bohatších substrátoch [Ambros 1973; Kolektív 1974]. K našim výskumom treba ešte poznamenať, že sa dosiahli za vynikajúco porovnateľných podmienok. K všeobecnému výraznejšiemu zhoršeniu ekologicko-produkčných vlastností nedošlo dokonca ani v prípadoch, keď nastala mierna podzolizácia, t. j. posun R_2O_3 do väčších hĺbok pôdy.

V zahraničnej literatúre sa v posledných rokoch hodnotí vplyv ihličnatých porastov dosť opatrne. Bez toho, že by sme uviedli viaceré známe práce, z novších uvedieme aspoň sumarizujúcu prácu Manila [1971]. V jeho záverečnom súhrne sa konštatuje, že monokultúra ihličnanov nesporne predstavuje určité nevýhody. Avšak spôsobené zmeny v pôde nie sú degradáciou v pravom slova zmysle, teda nie sú to také zmeny, ktoré by spôsobili trvalé zníženie výrobného potenciálu pôd. Autor dokonca varuje pred tým, aby sa tieto zmeny v pôde označovali ako degradácia pôdy. Jeden z najdôležitejších záverov pritom podľa Manila [1971] je, že lesník môže nepriaznivé účinky ihličnatých monokultúr na lesnú pôdu zvládnuť. V tomto zmysle aj Prudič [1970] nabáda k opatrnosti, keď konštatuje, že pôdotvorný vplyv smreka na pôdy našich lesov treba zisťovať podobnými výskumami v každej oblasti pre hlavné lesné typy.

METODIKA

Pri výskume sme použili metódu paralelných plôch. Pri ich výbere sa maximálna váha kládla na ich porovnateľnosť. Rovnaké vlastnosti pôdotvorného materiálu a jeho rovnaká pôvodná zásobenosť živinami je základná podmienka pre porovnávanie výsledkov pôdotvorného vplyvu porastov rozličného zloženia na vlastnosti pôdy. Ich posúdenie z tohoto hľadiska máme v záverečnej správe [Bublinec 1975]. Aby sme sa vyhli variabilite pôdných vlastností, vzorky pôdy sa odoberali a analyzovali vo viacerých, obvyčajne v piatich opakovaniach.

Ekologicko-produkčné vlastnosti sme sledovali metódou statických momentov [Pelíšek 1964], t. j. jednorázovým určovaním pôdných charakteristík v určitých časových obdobiach. Pretože je známe, že vlastnosti pôdy počas roka značne kolíšu, zvolili sme 3-násobné zisťovanie momentov vo vegetačnom období, čo nám dovoľuje do určitej miery rekonštruovať priebeh dynamiky skúmaných zložiek pôdy. Je to dôležité obzvlášť preto, že v danom prípade sledujeme porasty s rôznym zastúpením drevín, u ktorých živinový režim nie je rovnaký a rozdiely sú aj v čase opadu listov na pôdu.

Vzorky sa odoberali na jar, v lete a v jeseni (v polovici októbra), z vrstiev 3–8 a 20–25 cm systematickým odberom o rozsahu $n = 5$. Každá vzorka sa získala z otvoreného zákopku ako priemer z čelnej steny o dĺžke 100 cm v danej vrstve. Okrem menovaných dvoch hĺbok sa odoberali vzorky pôdy aj komorovým vrtákom ešte do 45–50, 70–75 a 100–110 cm z dvoch paralelných plôch.

Ako vyplýva z rozboru problematiky, drevinové zloženie ako aj zmena druhovej skladby by mali ovplyvňovať predovšetkým nadložný humus. Preto sa pri odbere

pôdnych vzoriek (jar, leto, jeseň) zároveň robil kvantitatívny odber nadložného humusu na ploške 25 X 25 cm z každej plochy taktiež v 5 opakovaniach. Okrem toho sa zisťovala jeho reakcia (pH v H₂O).

Keďže podľa našich zistení nadložný humus a jeho rozklad do značnej miery ovplyvňuje aj obsah prístupných živín v povrchových minerálnych vrstvách pôdy, zisťoval sa v nich predovšetkým obsah fyziologicky prístupného draslíka a fosforu. Okrem toho sa sledovalo vo vzorkách zemín pH v H₂O, obsah celkového dusíka, CaCO₃ a hodnota S. Hodnota S sa určila podľa Kappena. Pôdna reakcia sa stanovila elektrometricky multoskopom, prístupný fosfor podľa Egnera, prístupný draslík podľa Schachtschabela.

Celkový dusík sa zistil podľa Kjeldahla.

CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Výskum vplyvu lesných porastov rozličného zloženia sa robil na modelovom objekte, ktorý sa podarilo nájsť v oblasti Chočských vrchov ako súčasť masívu Magury (1170,5 m n. m.), SZ od Lúčiek v obvode bývalého poľesia Lúčky. Objekt leží v nadm. výške 800 m. Miestny názov lokality je Hlboké. Pôdy patria do pôdneho subtypu vylúhovaná hnedá pararendzina (v zmysle klasifikácie Šáľyho 1973 i Tomlana 1971) na kamenitom delúviu slienitého vápenca. Ako ukázali základné zrnitostné a chemické analýzy, pôdotvorný substrát celého modelového objektu je jednotný (Bublinc 1975). Všetky štyri plochy so základnými typmi zmiešania lesných drevín patria do jedného lesného typu, a to nízkobylinná jedľová bučina n. st. zo skupiny lesných typov *Abieto-Fagetum* nižší stupeň. Jednotlivé vybrané plochy sa líšia jedine odlišnou pokryvnosťou základných typových druhov (*Asperula odorata*, *Oxalis acetosella*, *Senecio nemorensis*, *Prenanthes purpurea*), príp. prímесou ďalších bylín podľa rázu porastu ako základného edifikátora. Jednotlivé plochy a porasty možno charakterizovať takto:

Plocha č. 1

Listnatý bukový porast prirodzeného rázu (obr. 1) so zastúpením bk 80—90 %, jvh 5—10 % a sm 0 až 10 %, jd +. Vek 60—120 rokov, zakmenenie 0,5—0,6, zápoj 80—100 %, exp. JV, sklon 20°.

1. Zvyšok prirodzeného bukového porastu s prímесou jedle a javora tvoril porovnávaciu bázu pre posúdenie vplyvu smreka na pôdu v zóne jedľobučín. — The remains of the natural beech stand with fir and maple admixture formed the comparative basis for estimation of spruce influence on the soil in fir-beech zone



Plocha č. 2

Jedľo-smrekový porast (obr. 2) so zastúpením drevín sm 40—60 %, jd 40—50 %, bk + až 10 %, smc +. Vek 60—110 rokov, zakmenenie 0,8—1,0, zápoj 90—100 %, exp. VJV, sklon 15—20°.



2. Pohľad do interiéru jedľo-smrekového porastu, ktorý bol začlenený do série výskumných plôch. — View of an interior of fir-spruce stand which was included into a series of research areas

Plocha č. 3

Smreková monokultúra (sm 100 %, jd +) so zakmenením 0,9—1,0 a so zápojom 95—100 %. Vek 80—100 rokov, exp. JV, sklon 15—20° (obr. 3).



3. Smreková monokultúra tvorila konečný článok paralelných plôch na výskumnom objekte. — The spruce monoculture formed the last link of parallel areas in the research object

Veľkosť plôch, na ktorých sa odoberali vzorky, činila 2000—2500 m². Plochy boli umiestnené v bezprostrednej vzdialenosti (v úseku cca 180 m) na rovnomernom svahu. Smreková monokultúra je pravdepo-

dobne v 1. generácii, listnatý bukový porast je zvyšok prirodzeného porastu vo forme väčšej biogrupy.

Po klimatickej stránke patrí modelový objekt do mierne chladného okrsku C₁, ktorý charakterizuje júlová teplota 12–16 °C. Priemerná ročná teplota je 4–5 °C (vegetačné obdobie 10–11 °C) a priemerný zrážkový úhrn 1000–1100 mm.

VÝSLEDKY

HMOTNOSŤ NADLOŽNÉHO HUMUSU A JEHO REAKCIA

Suchá hmotnosť nadložného humusu sa sledovala v 5 opakovaníach na každej ploche na jar, v lete a v jeseni pri odbere ostatných vzoriek. Okrem listia a ihličia sa odoberali spadnuté vetvičky, semená, šišky, oplodnia a iný na zemi ležiaci mŕtvy materiál, ktorý sa pri náhodnom umiestnení odberových plôšok dostal do odberového rámu o rozmeroch 25 × 25 cm.

Údaje uvedené v prehľade sú v kg na ha (čísla v zátvorkách sú extrémne hodnoty, ktoré sa podstatne líšia od najbližších zistených hodnôt; číslo v zátvorke v menovateli je priemer s extrémnou hodnotou);

plocha	č. 1	č. 2	č. 3
jar	9 000–16 000 12 600	(17 600), 40 800–62 200 (45 400), 55 920	20 000–38 400, (99 200) 28 800, (42 800)
leto	11 700–23 700 15 900	(12 300), 30 600–51 000 (32 980), 38 200	19 800–38 200, (81 000) 27 800, (38 420)
jeseň	11 000–23 500 14 300	29 200–35 000 32 000	32 700–55 000 39 000
priemer	14 267	42 040, (36 807)	31 867, (40 100)

Z výsledkov je predovšetkým viditeľná najnižšia hmotnosť nadložného humusu v bukovom poraste. Na ďalších plochách je jeho množstvo približne 2–3-krát väčšie. Nazdávame sa, že to do určitej miery spôsobuje aj nižšie zakmenenie, hoci zápoj je rovnaký ako na ostatných plochách. Medzi zvyšnými plochami nie sú už také veľké rozdiely, ale z výsledkov je zrejme dosť zreteľné hromadenie nadložného humusu v porostoch sa zatúpením smreka. Potvrdila to aj štatistická analýza významnosti sezónnych a ročných rozdielov suchej hmotnosti nadložného humusu. Zistené sezónne rozdiely aritmetických priemerov boli významne odlišné ($P = 90\text{--}99,9\%$) len medzi bučinou (plocha č. 1) a plochami č. 2 a 3. Aj sumárne údaje (priemer za celé obdobie) ukazujú vysokopreukazné rozdiely ($P = 99,9\%$). Naproti tomu vzájomné rozdiely v suchej hmotnosti nadložného humusu medzi smrečinou a jedľosmrečinou sú štatisticky nepreukazné, prakticky zhodné ($P = 50\%$ a menej).

Reakciu nadložného humusu, vyjadrenú v jednotkách pH, sme zisťovali vo vodnom roztoku:

plocha	č. 1	č. 2	č. 3
jar	5,15–6,00 5,59	4,33–4,44 4,37	3,72–5,02 4,41

leto	<u>4,52—4,96</u>	<u>3,91—4,88</u>	<u>3,97—5,01</u>
	4,80	4,47	4,42
jeseň			
(priemer)	5,0	4,1	4,0
priemer	5,13	4,31	4,28

Vzájomné rozdiely v aktuálnej a výmennej reakcii medzi jedľo-smrekovým a smrekovým porastom sú prakticky zanedbateľné. Na všetkých troch plochách ide o veľmi kyslý nadložný humus. Výnimku na modelovom objekte tvorí len plocha č. 1 s bukovým porastom, v ktorom je pH v priemere o necelú jednotku vyššie, takže ho možno označiť za kyslý s rozpätím $\text{pH} = 4,5 - 5,5$. Významné rozdiely v sezónnej a celkovej preukaznosti rozdielov pH nadložného humusu sa zistili znovu len medzi bučinou a ostatnými typmi porastov ($P = 90 - 99,9\%$). Reakcia horizontu A_0 je prakticky na plochách č. 2 a 3 rovnaká. Zo základných štatistických charakteristík je treba podčiarknuť malú variabilitu pH nadložného humusu (v_x pod 10%), ktorá dosahuje najnižšie hodnoty zo všetkých sledovaných vlastností pôdy.

OBSAH KARBONÁTOV, pH A OBSAH VÝMENNÝCH BÁZ

Základné údaje sú uvedené v tabuľke I. Dokresľujú nám vlastnosti pôdy pod jednotlivými porastmi a sú v úzkej súvislosti s hodnotami pôdnej reakcie i s obsahom skeletu. O priemerných hodnotách v hĺbke 3—8 cm a 20—25 cm dáva prehľad nasledujúce porovnanie (obsah CaCO_3 v $\%$):

hĺbka v cm	p. č. 1	p. č. 2	p. č. 3
3—8	0,13	0,01	0,00
20—25	2,22	0,37	0,87

Porovnanie je dostatočne názorné a vysvetľuje aj údaje o pôdnej reakcii, ktoré interpretujeme v ďalšom texte. Zvýšenému obsahu karbonátov v pôdotvornom substráte možno pripísať menej kyslú reakciu, ktorú sme zistili na ploche pod bučinou a nie jedine výlučnému pôdotvornému vplyvu buka ako by sa na prvý pohľad zdalo.

Štatistická významnosť sezónnych a ročných rozdielov obsahu CaCO_3 v hĺbke 3—8 cm a 20—25 cm potvrdila konštatované rozdiely. Preukaznosť jednotlivých aritmetických priemerov je úplne analogická s preukaznosťou hodnôt pôdnej reakcie. Významné až vysokovýznamné rozdiely ($P = 95$ a 99%) sú v oboch sledovaných hĺbkach len medzi pôdou v bučine a ostatnými plochami.

Aktuálna reakcia sa sledovala na jar (24. 5. 1973), v lete (1. 8. 1973) a v jeseni (12. 10. 1973) vždy vo vzorkách z hĺbky 3—8 cm a 20—25 cm, na každej ploche v 5 opakovaníach a na ploche č. 1 a č. 2 aj vo vzorkách do hĺbky 110 cm. Základné údaje z výsledkov výskumu sú v tabuľke II.

K výsledkom výskumu pH treba povedať, že sa zistila jeho pomerne vysoká variabilita, dosť neobvyklá pre pôdnu reakciu z tej istej lokality. Je podmienená prítomnosťou uhličitanu vápenatého, ktorý sa objavil v niektorých vzorkách. Ako príklad možno uviesť variačné rozpätie hodnôt pH z letného odberu pod jedľo-smrekovým porastom. V hĺbke 3—

I. Základné údaje o obsahu CaCO_3 v ‰. — General data on the CaCO_3 content in ‰

Označenie Porast	Hĺbka v cm	Obdobie	$\frac{\text{Min} - \text{Max}}{R}$	$\bar{x}$	$\tilde{x}$
			‰		
Bučina	3–8	jar	$\frac{0,0-0,4}{0,4}$	0,24	0,3
		leto	$\frac{0,0-0,1}{0,1}$	0,02	0,0
		jeseň	$\frac{0,0-0,5}{0,5}$	0,12	0,0
	20–25	jar	$\frac{0,4-3,5}{3,1}$	1,52	0,6
		leto	$\frac{0,0-3,9}{3,9}$	1,14	0,3
		jeseň	$\frac{2,3-6,2}{3,9}$	4,0	3,0
Jedľo-smrečina	3–8	jar	0,0	0,0	0,0
		leto	$\frac{0,0-0,1}{0,1}$	0,02	0,0
		jeseň	0,0	0,0	0,0
	20–25	jar	$\frac{0,4-0,6}{0,2}$	0,4	0,4
		leto	$\frac{0,0-0,2}{0,2}$	0,04	0,0
		jeseň	$\frac{0,3-1,0}{0,7}$	0,68	0,7
Smrečina	3–8	jar	0,0	0,0	0,0
		leto	0,0	0,0	0,0
		jeseň	0,0	0,0	0,0
	20–25	jar	$\frac{0,0-2,8}{2,8}$	0,9	0,5
		jeseň	$\frac{0,5-2,0}{1,5}$	1,42	1,5
		leto	$\frac{0,0-0,5}{0,5}$	0,28	0,4

II. Základné údaje o pH v H₂O. — General data on pH in H₂O

Označenie Porast	Hĺbka v cm	Obdobie	$\frac{Min - Max}{R}$	$\bar{x}$	$\tilde{x}$
Bučina	20—25	jar	$\frac{5,4-6,6}{1,2}$	6,13	6,4
		leto	$\frac{5,5-6,2}{0,7}$	5,8	5,8
		jeseň	$\frac{5,0-6,4}{1,4}$	5,7	5,8
	3—8	jar	$\frac{6,6-6,8}{0,2}$	6,70	6,7
		leto	$\frac{5,4-6,7}{1,3}$	6,00	5,9
		jeseň	$\frac{7,1-7,5}{0,4}$	7,2	7,1
Jedľo- smrečina	20—25	jar	$\frac{5,1-5,8}{0,7}$	5,55	5,6
		leto	$\frac{5,1-6,1}{1,0}$	5,4	5,3
		jeseň	$\frac{5,1-5,9}{0,8}$	5,4	5,4
	3—8	jar	$\frac{6,1-6,7}{0,6}$	6,53	6,5
		leto	$\frac{5,4-5,9}{0,5}$	5,67	5,7
		jeseň	$\frac{6,3-6,6}{0,3}$	6,5	6,5
Smrečina	20—25	jar	$\frac{5,0-5,9}{0,9}$	5,30	5,3
		leto	$\frac{5,2-5,6}{0,4}$	5,4	5,4
		jeseň	$\frac{5,0-5,3}{0,3}$	5,1	5,1
	3—8	jar	$\frac{5,5-7,8}{2,3}$	6,33	6,3
		leto	6,4—6,8	6,67	6,8
		jeseň	$\frac{5,9-6,5}{0,6}$	6,3	6,5

—8 cm sa hodnota pH pohybuje pri vzorkách v úzkom intervale 5,1—5,2, avšak pri jednej vzorke bolo pH až 6,1. Podobne v hĺbke 20—25 cm na ploche č. 3 (jarný odber) je hodnota pH pri 3 vzorkách v rozpätí 5,5—6,3 a pri 2 v rozpätí 7,0—7,8. Je teda zrejmé, že z hľadiska matematickej štatistiky ide o výbery z dvoch súborov, čo treba zohľadniť pri matematickom spracovávaní výsledkov. Z tohto dôvodu v nasledujúcom prehľade udávame dva druhy priemerov; jeden sme vypočítali z korigovaných hodnôt a ďalší, ktorý uvádzame v zátvorke, zo všetkých vzoriek:

hĺbka v cm	pl. č. 1	pl. č. 2	pl. č. 3
3—8	5,87 (6,01)	5,45 (dtto)	5,27 (dtto)
20—25	6,63 (6,92)	6,23 (6,48)	6,43 (6,61)

Aj tieto výsledky potvrdzujú poznatok, ktorý sme už konštatovali. Plochy č. 2 a 3 majú navzájom minimálne rozdiely. V pôde bukového porastu sa zistili najvyššie hodnoty aktuálnej a výmennej reakcie korigovaných i nekorigovaných hodnôt. Je to podmienené predovšetkým vyšším primárnym obsahom uhličitanu vápenatého. Najnižšie hodnoty, aj keď s minimálnym rozdielom oproti ploche č. 2 a 3, sa našli v hĺbke 3—8 cm pod smrekovou monokultúrou. Je to v súlade aj s významnosťou sezónnych a ročných rozdielov pH v H₂O. Veľmi vysokovýznamné sú najmä výsledky testovania celoročných priemerov medzi bučinou a ostatnými dvoma typmi porastov v humusovom povrchovom horizonte. Vo väčšej sledovanej hĺbke 20—25 cm sú rozdiely len málo preukazné.

Pre informáciu uvádzame aj profilový priebeh reakcie pôdy v letnom a jesennom období:

hĺbka v cm	3—8	10—25	45—50	70—75	100—110
leto pl. č. 1	5,8	7,8	8,2	8,1	8,3
pl. č. 2	5,1	7,6	8,0	8,1	—
jeseň pl. č. 1	6,1	7,5	8,0	8,0	8,2
pl. č. 2	5,6	6,6	7,7	7,9	8,0
priemer pl. č. 1	5,95	7,65	8,10	8,05	8,25
pl. č. 2	5,35	7,10	7,85	8,00	8,00

Sezónne zmeny sú najmä v povrchových vrstvách malé. Napriek tomu sa zdá, že maximá sa kumulujú do letného odberu. Určitú výnimku pre obe konštatovania môžeme zaznamenať v pôde na ploche č. 3.

Momentálny obsah výmenných báz, čiže hodnota S, sa sledovala len v letnom odbere v zmiešaných vzorkách a v jeseni vo všetkých vzorkách (údaje sú v mval na 100 g zeminy):

hĺbka 3—8 cm	č. 1	č. 2	č. 3
plocha			
leto	52,8	48,0	48,8
jeseň	47,2—62,0	45,6—56,0	42,8—50,8
	54,7	49,0	47,1
priemer	53,75	48,50	47,95
hĺbka 20—25 cm	č. 1	č. 2	č. 3
plocha			
leto	49,0	52,0	48,8
jeseň	54,0—75,6	47,2—59,2	45,6—53,2
	62,6	52,2	50,2
priemer	55,85	52,10	50,00

Z výsledkov stanovenia hodnoty S vidno úplnú vyrovnanosť výsledkov na ploche č. 2 a 3, najmä v povrchovej 3—8 cm vrstve. Výnimku tvorí prevažne bukový porast z plochy č. 1, kde možno zaregistrovať zreteľné zvýšenie obsahu výmenných báz oproti predchádzajúcim 2 plochám. Pre doplnenie uvedieme ešte aj profilový priebeh hodnoty S až do hĺbky 110 cm, ktorý však pre karbonátový pôdotvorný substrát bohatý na bázy z hľadiska cieľa výzkumu má len informačnú cenu:

hĺbka v cm	3—8	20—25	45—50	70—75	100—110
plocha č. 1 leto	52,8	49,0	75,0	70,0	74,5
jeseň	56,8	75,6	42,3	45,2	68,7
plocha č. 2 leto	48,0	52,0	62,3	62,0	—
jeseň	48,8	51,2	97,6	97,6	—
priemer pl. č. 1	54,80	62,30	58,65	57,6	71,6
pl. č. 2	48,40	51,60	79,95	79,80	—

Štatisticky preukazné rozdiely (maximum $P = 95\%$) sa zistili len medzi bučinou a ostatnými porastmi.

OBSAH PRÍSTUPNÉHO DRASLÍKA A FOSFORU

Poznanie obsahu ľahkorozpustných podielov bioprvkov má veľký význam nielen z ekologicko-produkčného hľadiska, ale je to aj zložka, ktorá je bezprostredne ovplyvňovaná drevinovým zložením lesného porastu a rozkladom nadložného humusu. Práve spôsob jeho rozkladu ovplyvňuje predovšetkým dynamiku a množstvo tej-ktorej prístupnej živiny.

V tabuľke III máme údaje o obsahu ľahkopristupného draslíka. Ak si údaje zo sezónnych odberov spriemerujeme (mg K_2O na 100 g) a urobíme zároveň prepočet na kg na ha do hĺbky 25 cm, dostávame tento obraz:

hĺbka v cm	pl. č. 1	pl. č. 2	pl. č. 3
3—8	18,34	23,26	22,94
20—25	14,28	14,78	17,94
kg na ha (do 25 cm)	412	407	480

Z tabuľky, obrázkov i z tohto prehľadu vyplýva niekoľko záverov. Predovšetkým treba povedať, že tieto pôdy sú pre rastliny prístupným draslíkom veľmi dobre zásobené. Potom, na rozdiel od mnohých predchádzajúcich charakteristík, sa najmenší obsah fyziologicky prístupného draslíka zistil pod listnatým prirodzeným spoločenstvom a relatívne najvyšší v porastoch so 100% zastúpením ihličnanov. Možno to konštatovať nielen o priemerných údajoch, ale aj o údajoch, nameraných na jar, v lete a v jeseni.

Pre úplnosť uvedieme aj profilový priebeh prístupného draslíka v mg K_2O na 100 g zeminy:

hĺbka v cm	3—8	20—25	45—50	70—75	100—110
leto pl. č. 1	16,3	16,9	11,7	10,7	7,8
pl. č. 2	23,4	10,9	11,7	10,6	9,0
jeseň pl. č. 1	18,1	12,7	11,7	10,2	7,9
pl. č. 2	23,2	13,6	11,9	10,9	10,2
priemer pl. č. 1	17,20	14,80	11,70	10,45	7,85
pl. č. 2	23,30	12,25	11,80	10,75	9,60

III. Základné údaje o prístupnom draslíku v mg K₂O na 100 g. — General data on available potassium in mg K₂O per 100 g

Označenie Porast	Hĺbka v cm	Obdobie	$\frac{Min - Max}{R}$	$\bar{x}$	$\tilde{x}$
			mg . 100 g ⁻¹		
Bučina	3—8	jar	$\frac{17,7-20,2}{2,5}$	91,22	19,6
		leto	$\frac{16,3-21,1}{4,8}$	18,41	18,2
		jeseň	$\frac{16,4-18,4}{2,0}$	17,38	17,3
	20—25	jar	$\frac{11,4-15,8}{4,4}$	12,78	12,6
		leto	$\frac{14,6-16,9}{2,3}$	15,82	15,8
		jeseň	$\frac{12,7-15,6}{2,9}$	14,23	14,1
Jedľo- smrečina	3—8	jar	$\frac{21,9-29,6}{7,7}$	24,80	24,8
		leto	$\frac{17,9-26,4}{8,5}$	22,94	23,4
		jeseň	$\frac{17,5-23,5}{6,0}$	22,05	23,1
	20—25	jar	$\frac{12,8-21,3}{8,5}$	16,80	16,8
		leto	$\frac{10,9-16,5}{5,6}$	14,09	14,6
		jeseň	$\frac{11,9-14,9}{3,0}$	13,45	13,6
Smrečina	3—8	jar	$\frac{19,8-25,1}{5,3}$	22,34	22,4
		leto	$\frac{19,7-26,8}{7,1}$	21,98	20,4
		jeseň	$\frac{22,9-25,9}{3,0}$	24,50	24,7
	20—25	jar	$\frac{12,8-16,8}{4,0}$	16,82	16,7
		leto	$\frac{18,5-19,7}{1,2}$	19,22	19,3
		jeseň	$\frac{16,2-18,6}{2,4}$	17,77	18,1

Obsah pre rastliny prístupného fosforu je ďalšou ľahko ovplyvni-
teľnou ekologicko-produkčnou charakteristikou. V tabuľke IV sú základ-
né údaje vyjadrené v mg P_2O_5 na 100 g zeminy. Ak si z nich vypočítame
priemerné hodnoty za celý rok a zároveň vypočítame aj absolútne hod-
noty v kg na ha v 25cm vrstve minerálnej zeminy, dostaneme toto po-
rovnanie:

hlbka v cm	pl. č. 1	pl. č. 2	pl. č. 3
3—8	14,51	15,45	16,48
20—25	13,15	14,17	12,77
kg na ha	398	380	388

Pôda na všetkých plochách modelového objektu je všeobecne dobre
zásobená aj fyziologicky prístupným fosforom. Rozdiely v absolútnych
i relatívnych hodnotách nie sú medzi plochami veľké. Celkové hodnotenie
nie plôch č. 2 a 3 v porovnaní s plochou č. 1 je podobné.

Malé rozdiely medzi jednotlivými plochami sa prejavili aj v ich ma-
tematicko-štatistickej významnosti. Sezónne priemery sú na všetkých
plochách prakticky rovnaké. Len v letnom odbere sa v humusovom ho-
rizonte pod smrekovou monokultúrou v porovnaní s bučinou zistil väčší
aritmetický priemer ($P = 95\%$). To isté možno konštatovať aj v celo-
ročných priemeroch, ale významnosť rozdielov v prospech smrekového
porastu sa o niečo znížila. Aj v ďalšej sledovanej hĺbke sú obdobné po-
mery ako v hĺbke 3—8 cm. Aj tu je vo väčšine prípadov sezónna pre-
ukaznosť nevýznamná ($P = 50\%$ a menej).

Pre dokompletizovanie obrazu uvedieme aj profilový priebeh prís-
tupného P_2O_5 (v mg na 100 g):

hlbka v cm	3—8	20—25	45—50	70—75	100—110
leto pl. č. 1	13,2	12,6	14,4	11,0	9,0
pl. č. 2	11,5	14,3	14,5	13,6	12,0
jeseň pl. č. 1	17,8	17,5	14,1	10,1	7,6
pl. č. 2	14,9	12,0	12,8	11,9	11,0
priemer pl. č. 1	15,50	15,05	14,25	10,55	8,3
pl. č. 2	13,20	13,15	13,65	12,75	11,5

Podobne ako rozdiely medzi plochami sú malé aj rozdiely medzi
ročnými obdobiami (jar, leto, jeseň) takže o prístupnom fosfore možno
povedať, že má vcelku malú sezónnu dynamiku.

OBSAH CELKOVÉHO DUSÍKA

Dusík je z hľadiska produkcie najdôležitejšia živina, ktorá bez-
prostredne vplyva na tvorbu fytomasy. Základné údaje o jeho obsahu
sú v tabuľke V. Jeho obsah sa v priebehu roka mení pomerne málo
a ťažko posúdiť, či ide o skutočné sezónne zmeny alebo o priestorovú
variabilitu.

Z hľadiska cieľa výskumnej úlohy je však dôležité vzájomné porov-
nanie sledovaných plôch (údaje sú v % N a v kg na ha do hĺbky 25 cm):

hlbka v cm	pl. č. 1	pl. č. 2	pl. č. 3
3—8	0,390	0,483	0,400
20—25	0,177	0,205	0,217
kg na ha	7703	8163	8058

Ako vidno, i v tomto porovnaní sú na prvom mieste plochy č. 2
a č. 3, teda ihličnaté porasty. Je to dôležité zistenie, lebo dusík nepatrí
medzi minerálne živiny. Na jeho množstvo nevlýva priamo pôdotvor-

IV. Základné údaje o prístupnom fosfore v mg P₂O₅ na 100 g. — General data on available phosphorus in mg P₂O₅ per 100 g

Označenie Porast	Hĺbka v cm	Obdobie	$\frac{Min - Max}{R}$	$\bar{x}$	$\tilde{x}$
			mg . 100 g ⁻¹		
Bučina	3—8	jar	$\frac{11,9-22,7}{10,8}$	915,8	14,8
		leto	$\frac{11,7-14,9}{3,2}$	13,10	13,2
		jeseň	$\frac{11,6-17,8}{6,2}$	14,44	14,5
	20—25	jar	$\frac{8,0-16,8}{8,8}$	12,44	12,8
		leto	$\frac{11,7-15,3}{3,6}$	13,34	12,6
		jeseň	$\frac{11,4-17,5}{6,1}$	13,68	13,0
Jedľo-smrečina	3—8	jar	$\frac{10,0-19,5}{9,5}$	15,87	17,0
		leto	$\frac{11,5-17,7}{6,2}$	15,14	16,5
		jeseň	$\frac{12,8-17,3}{4,5}$	15,34	15,2
	20—25	jar	$\frac{9,2-16,8}{7,6}$	11,90	10,8
		leto	$\frac{9,9-18,5}{8,6}$	15,08	16,3
		jeseň	$\frac{12,0-17,6}{5,6}$	15,54	16,5
Smrečina	3—8	jar	$\frac{13,6-20,0}{6,4}$	17,26	17,4
		leto	$\frac{12,0-18,5}{6,5}$	16,80	18,0
		jeseň	$\frac{12,1-19,4}{7,3}$	15,32	15,4
	20—25	jar	$\frac{8,7-15,5}{6,8}$	11,45	10,8
		leto	$\frac{10,9-14,4}{3,5}$	13,02	13,3
		jeseň	$\frac{10,9-19,3}{8,4}$	13,84	12,8

V. Základné údaje o obsahu N v ‰. — General data on N content in ‰

Označenie Porast	Hĺbka v cm	Obdobie	$\frac{Min - Max}{R}$	$\bar{x}$	$\tilde{x}$
			‰		
Bučina	3—8	jar	$\frac{0,36 - 0,53}{0,17}$	0,43	0,43
		leto	$\frac{0,33 - 0,43}{0,10}$	0,38	0,40
		jeseň	$\frac{0,32 - 0,39}{0,07}$	0,36	0,37
	20—25	jar	$\frac{0,20 - 0,25}{0,05}$	0,23	0,24
		leto	$\frac{0,13 - 0,21}{0,08}$	0,16	0,16
		jeseň	$\frac{0,07 - 0,21}{0,14}$	0,14	0,11
Jedlo- smrečina	3—8	jar	$\frac{0,38 - 0,88}{0,50}$	0,57	0,54
		leto	$\frac{0,33 - 0,69}{0,36}$	0,48	0,45
		jeseň	$\frac{0,36 - 0,43}{0,07}$	0,40	0,42
	20—25	jar	$\frac{0,11 - 0,23}{0,12}$	0,16	0,16
		leto	$\frac{0,26 - 0,36}{0,10}$	0,30	0,30
		jeseň	$\frac{0,08 - 0,20}{0,12}$	0,16	0,17
Smrečina	3—8	jar	$\frac{0,29 - 0,40}{0,11}$	0,35	0,36
		leto	$\frac{0,34 - 0,48}{0,14}$	0,41	0,41
		jeseň	$\frac{0,36 - 0,49}{0,13}$	0,42	0,43
	20—25	jar	$\frac{0,23 - 0,34}{0,11}$	0,28	0,27
		leto	$\frac{0,13 - 0,20}{0,07}$	0,18	0,19
		jeseň	$\frac{0,16 - 0,22}{0,06}$	0,20	0,21

ný substrát, ale takmer výlučne len lesné spoločenstvá, resp. ich odumreté vegetačné orgány.

Toto konštatovanie potvrdilo aj testovanie sezónnych a ročných rozdielov aritmetických priemerov. Preukaznejšie výsledky ($P = 95$ a 99%) sa zistili predovšetkým v prospech jedľovej smrečiny a v prospech smrekovej monokultúry.

Pre porovnanie profilového priebehu uvedieme obsahy celkového dusíka aj v hlbších vrstvách pôdy (N v %):

hlbka v cm		3—8	20—25	40—45	70—75	100—110
leto	pl. č. 1	0,33	0,21	0,10	0,22	0,09
	pl. č. 2	0,49	0,26	0,37	0,23	—
jeseň	pl. č. 1	0,34	0,20	0,10	0,13	0,04
	pl. č. 2	0,42	0,08	0,08	0,06	0,07
priemer	pl. č. 1	0,335	0,140	0,100	0,175	0,065
	pl. č. 2	0,455	0,170	0,225	0,145	0,070

Aj tieto údaje potvrdzujú to, čo sa už povedalo o rozdieloch medzi plochami a sú tak isto v dobrom súlade s profilovým priebehom uhlíka.

ZHRNUTIE A ZÁVER

Les v našich podmienkach má značný vplyv na mnohé ekologicko-produkčné vlastnosti pôdy. Avšak mnohé stránky tohto pôsobenia nie sú dostatočne osvetlené. Aj keď sa už vylučujú rýchle zmeny, ktoré presahujú rámec určitého typu, v súčasnom období sa sformovali v súvislosti s pôsobením ihličnatých porastov na pôdy v podstate dva názory. Jeden z nich predpokladá pomerne značné zhoršenie mnohých ekologicko-produkčných vlastností pôdy do značnej hĺbky, druhí autori jadro zmien vidia len vo vrstve nadložného humusu. V ňom, prípadne v priľahlej pôde, sa majú zhoršovať mikrobiálne pomery, je zabrzdená činnosť mikroorganizmov, a tým obmedzený kolobeh živín. Vyslovil sa aj názor, podľa ktorého k výraznému zhoršeniu pôdy dochádza na bohatých substrátoch, kdežto v pôdach s malým obsahom živín sú zmeny vplyvom pestovania ihličnanov pomalé a ťažko postrehnuteľné. Pre zabránenie negatívnych účinkov ihličnatých drevín na pôdy majú sa pestovať listnaté alebo zmiešané porasty s dostatočným zastúpením listnáčov. Takto sa zároveň dostáva do rozporu biologický a ekonomický princíp obhospodarovania lesov, pretože ihličnaté, najmä smrekové drevo a rovnorodé porasty sú najrentabilnejšie. Tým bol vytýčený aj cieľ tohto príspevku, ktorý mal prispieť k objasňovaniu tohto problému.

Z výsledkov je evidentné, že vôbec nemožno hovoriť o jednoznačnom zhoršovaní pôdných vlastností pod ihličnatými porastmi či už zmiešanými (smrek + jedľa), alebo rovnorodými vo forme monokultúry. Listnatý porast v našom objekte nevykazuje jednoznačne priaznivý účinok na pôdu. Aj tie vlastnosti pôdy, pri ktorých sme očakávali najväčšie zhoršenie, ako je obsah prístupných živín a dusíka, sú pod ihličnatými porastmi priaznivejšie. Pod bukom sa zistilo o niečo viac humusu, vyššie pH minerálnej pôdy a nadložného humusu, vyšší obsah výmenných báz, ale aj viac karbonátov. Nemožno teda hovoriť o globálnom zhoršení pôdy a vôbec nie o zhoršení z hľadiska pestovania

ihličnatých porastov. To je možné tvrdiť aj o ďalších (takmer 60) aj mikrobiálnych, tu neinterpretovaných pôdnych vlastnostiach, ktoré sa na tomto modelovom objekte v uplynulej päťročnici sledovali (Bublínec 1975). Skôr tu možno hovoriť o alterácii, ktorá má rozličný smer. Najväčšia zmena sa zaznamenala predovšetkým v suchej hmotnosti nadložného humusu, ktorého je v ihličnatých porastoch podstatne viac. Avšak jeho vlastnosti sa výraznejšie nezmenili. Zistené zmeny, ale predovšetkým ich výraznosť, sú ohraničené na nadložný humus a povrchové vrstvy pôdy, v našom prípade prakticky na humusový horizont (do hĺbky cca 10 cm) a nezasiahli horizont (B). Jednoznačne vyššie pH a hodnota S pod bučinou súvisí zrejme s vyšším obsahom CaCO_3 v pôdotvornom substráte. Je teda zrejme, že porasty rozličného zloženia vplývajú na ekologicko-produkčné vlastnosti pôdy diferencovane. Menia ich v rozličnom smere a upravujú si prostredie tak, aby im čo najlepšie vyhovovalo. Naše výsledky výskumu nepotvrdili názor o rýchlom zhoršovaní vlastností pôdy pod ihličnanmi na týchto bohatších substrátoch.

Na druhej strane treba zdôrazniť, že zloženie lesných porastov dosť citlivo koreluje s pôdnymi vlastnosťami. Napriek veľkej všeobecnej bohatosti pôd zo slienitých vápencov už mierne zvýšenie obsahu CaCO_3 podporilo s veľkou pravdepodobnosťou udržanie buka na časti skúmaného objektu, hoci vylúhované hnedé pararendziny sú u nás všeobecne charakterizované zvýšeným podielom ihličnanov. Koreň mnohých názorov o rýchlej všeobecnej degradácii všetkých pôdnych vlastností pod monokultúrami ihličnanov treba vidieť v tom, že sa často zamieňala príčina za následok. Poznáme prípady, kedy starým porastom ihličnanov bola pripisovaná výrazná podzolizácia. Avšak v skutočnosti podzoly tu boli už pred výsadbou ihličnanov. A práve preto, že tu boli podzoly, prípadne tieto stanovištia boli chudobnejšie, lesníci minulej generácie tam vysádzovali ihličnany, ktorým tieto pôdy z ekologického hľadiska oveľa lepšie vyhovovali.

Došlo dne 25. 1. 1977

Literatúra

1. AMBROS, Z.: Vplyv smreka na úrodnosť pôdy flyšového pásma na Slovensku. Záverečná správa, PF B. Bystrica, 1970, 43 s.
2. AMBROS, Z.: Prispevok k otázke vplyvu zastúpenia ihličnanov v lesných porastoch na úrodnosť pôdy. Vedecké práce VÚLH Zvolen, 1973, s. 221-234
3. BUBLÍNEC, E.: Momentálny obsah výmenných báz v piesočnatej pôde pod dubovým a borovicovým porastom. Lesníctví, 15, 1969, 4, s. 361-375
4. BUBLÍNEC, E.: Vplyv borovicových porastov v oblasti Záhoria na pôdu a účelnosť jej biologickej meliorácie listnáčmi. Lesníctví, 19, 1973, 2, s. 139-146
5. BUBLÍNEC, E.: Pôdotvorný vplyv lesných porastov v zóne jedľobučín. ZS. VÚLH Zvolen, 1975, 112 s.
6. KLÍMO, E.: K problematice vývoje podzolových pôd v oblasti Českomoravskej vysočiny. Acta universitatis agriculturae, Serie C, 41, 3-4, 1972, s. 199-206
7. KOLEKTÍV: Odvodenie cieľového zastúpenia drevín pre oblasť smreka, jedle a buka. Les. štúdie, 20, 1974
8. MANIL, G.: Problém zachování úrodnosti půdy pod monokulturou jehličnanů. Katedra pedologie, Fakulta zemědělských věd — Gembloux č. 5, 1971
9. MÍCHAL, I.: Vliv různé dřevinné skladby na stav půdy a dřevní produkci v lesních typech jedlových bučin. Lesníctví č. 5, 1969, s. 403-427, Lesníctví 15-XVII, č. 3, 1969, s. 169-190

10. PELÍŠEK, J.: Vliv smrkových porostů na půdy v oblasti ČSSR. Sb. VŠZ Brno, č. 2, 1963
11. PELÍŠEK, J.: Lesnické půdoznalství (druhé prepracované a doplnené vydanie). SZN, Praha 1964
12. PELÍŠEK, J.: Lesní půdy na přesypových pískách a jejich biologická meliorace (Karpatská oblast Slovenska). Tézy ZS, KPG – LF VŠZ Brno, 1972
13. POLÁK, O.: Je u nás problém smrku definitivně vyřešen? Lesnická práce, 3, 1966
14. PRUDIČ, Z.: Vplyv smreka na pôdne podmienky bučín v Bielych Karpatoch. Les, 25, č. 3, 1969, s. 103-107
15. PRUDIČ, Z.: Vplyv smreka na pôdne podmienky Abieto-Fageta Hostýnských vrchov. Les, 26, č. 8, 1970, s. 693-705
16. ŠALY, R.: Hlavné typy lesných pôd na Slovensku. Vyd. SAV Bratislava 1962, 256 s.
17. ŠALY, R.: Poznámky k vplyvu smrečín na pôdu. Les, 21, č. 1, 1965
18. ŠALY, R.: Lesnícke pôdoznalstvo. VŠLD, Zvolen, 1973
19. TOMLAN, A.: Dočasná príručka pre typologický prieskum – časť pedologická, ÚHÚL Zvolen, 1971

БУБЛИНЕЦ, Е. (Вýskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). Влияние ели на почву в зоне пихтово буковых рощ. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 119-136.

На модельном объекте местопроизрастания, главным образом почвенные отношения были константными. Переменную представлял древесный состав на отдельных местах. Исследовалось лиственное, преимущественно, буковое насаждение, елово-пихтовые насаждения и еловая монокультура. Образцы почвы и неперекрывающего слоя гумуса отбирались в типичных частях вегетационного периода (весна, лето, осень) всегда в 5 повторениях. Под насаждениями ели оказалось большее количество перекрывающего слоя гумуса и его пониженное pH, в минеральной почве большее количество азота, доступного калия и фосфора. Под буковыми насаждениями большее количество S, более низкая кислотная реакция, но и большее содержание CaCO₃. Содержание гумуса и его качество (C/N) практически не меняется. На основе этих и других результатов можно констатировать, что в еловой монокультуре I генерации на богатом субстрате не наблюдалось ухудшение свойств почвы. Изменения с положительными и отрицательными показателями, чаще всего локализованы в слое поверхностного гумуса и в поверхностном 10 см слое минеральной почвы.

ель; лесные почвы; гумус

BUBLINEC, E. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). The Influence of Spruce on the Soil in a Fir-Beech Zone. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 119-136.

The site, and especially the soil, conditions in our model object were constant. Species composition on individual areas was the variable. We investigated broad-leaved, especially beech stand, fir-spruce and spruce monoculture. The samples of soil and upper humus were taken in typical parts of vegetation period (spring, summer, fall) five times each. There was found more upper humus under the stands with spruce representation and its pH was also lower. In mineral soil there was more total nitrogen, available potassium and phosphorus. There is higher value of S, less acid pH, but higher content of CaCO₃ under the beech stand. The content of humus and its quality (C/N) did not change. On the basis of these and other results it may be stated that we had not found any significant deterioration of soil characteristics in the spruce monoculture of the first generation. Changes with either plus or minus sign are located into the upper humus layer and to the upper 100 cm layer of mineral soil.

spruce; forest soils; humus

BUBLINEC, E. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). L'influence de l'épicéa sur le sol dans la zone des hêtrais à sapin. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 119-136.

Les conditions de station, surtout les conditions pédologiques dans la zone modèle, étaient constantes. Seulement la composition d'essences accusait un certain changement. On s'intéressait surtout au peuplement feuillu, pour la plupart au peu-

plement d'hêtres ainsi qu'aux hêtrais à épicéa et à la monoculture d'épicéa. Les spécimens de sol et d'humus grossier ont été prélevés au cours des périodes typiques de végétation (printemps, été, automne) et dans 5 répétitions. Les sols des peuplements à forte représentation de l'épicéa accusaient une quantité élevée d'humus grossier à pH inférieur avec plus d'azote total dans le sol minéral et avec une quantité élevée de potassium et de phosphore disponible pour les plantes. Les sols des hêtrais accusaient une valeur supérieure de S, une réaction acide moins prononcée et une teneur élevée en CaCO₃. La teneur en humus ainsi que la qualité de ce dernier (C/N) restent inchangées. Sur la base de ces résultats on peut conclure, que dans la monoculture d'épicéa de 1^{ère} génération sur un substrat riche, il ne se produisit aucune aggravation de l'état du sol. Les changements, aussi bien positifs que négatifs, sont pour la plupart localisés dans la couche d'humus grossier, ainsi que dans une couche de 10 cm de sol minéral.

épicéa; sols forestiers; humus

Adresa autora:

Ing. Eduard Bublinec, CSc., Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen

BIOLOGICKÁ AKTIVITA DEGRADOVANÝCH LESNÍCH PŮD

M. Vinšová, J. Lhotský

VINŠOVÁ, M. — LHOTSKÝ, J. (Výzkumný ústav meliorací, Praha 5 - Zbraslav). *Biologická aktivita degradovaných lesních půd*. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 137-154. Sledování početnosti, skladby a biochemických projevů mikroflóry v půdách vybraných degradačních stadií jedlových bučin z oblasti Českomoravské vrchoviny (v roce 1974) a bukových doubrav z oblasti Středočeské pahorkatiny (v roce 1973) potvrdilo, že půdy degradačních stadií mají vůči zachovanému stavu sníženou biologickou aktivitu. Projevu se zejména snížením počtu mikroorganismů, zvýšením podílu plísní, oslabením mineralizace, omezením koloběhu N. Degradace biologické činnosti v půdě obvykle začíná při nevhodné záměně dřeviny a stoupá při nevhodném hospodaření (selské lesy).

degradované půdy; degradační stadia ekosystému; biologická aktivita půd

Studie navazuje na výzkum degradačních stadií některých produkčně důležitých lesních typů, uskutečněný v letech 1971—1974 (Lhotský 1974, Lhotský, Podhorník 1976). Tento výzkum potvrdil, že na stejném výchozím stanovišti existují vedle sebe produkčně různé silné ekosystémy jako důsledek dlouhodobé odchylky v ekologické rovnováze (degradační stadia) a že stupeň vybočení z rovnováhy ekosystému přímo úměrně ovlivňuje snížení produkčního potenciálu.

Pro mikrobiologický výzkum byly zvoleny čtyři řady těchto degradačních stadií, spadající jednak do areálu jedlových bučin Českomoravské vrchoviny, jednak do areálu bukových doubrav Středočeské pahorkatiny, u nichž byla degradace vyvolána dlouhodobou záměnou původní dřeviny, resp. záměnou přirozené skladby za monokulturu (slabá degradační stadia) nebo záměnou dřeviny a nesprávným hospodařením v bývalých selských lesích (silná degradační stadia).

Roční sledování početnosti, složení a biochemických projevů půdní mikroflóry mělo zachytit vliv degradace na biotickou složku půdy.

METODICKÝ POSTUP

Půdní vzorky byly odbírány třikrát v roce, a to vždy jednorázově na všech porovnávaných lokalitách: v roce 1973 ve Středočeské pahorkatině 8. května, 12. července a 30. října, v roce 1974 na Českomoravské vrchovině 18. dubna, 11. července a 31. října. Odběr se prováděl z pevně fixovaných sond po odstranění nadložního surového humusu, vždy ze dvou vrstev (0–20 cm a 20–40 cm). Tyto vrstvy byly zvoleny proto, aby hloubka odběru, a tím i získaná biologická kritéria pro produkční schopnost půdního profilu, byla jednotná.

K mikrobiologickým a biochemickým analýzám bylo použito čerstvých vzorků prosátých 2mm sítím o přirozené vlhkosti. Výsledky jsou průměrem ze tří odběrů v roce.

Počet mikroorganismů byl zjišťován na agarových deskách: aerobní bakterie jednak na Thorntonově agaru (TA), jednak na masopeptonovém agaru (MPA), aktinomycety na TA, sporulující bakterie na MPA, anaerobní bakterie na TA, mikroskopické houby na Jensenově agaru (JA). Intenzita rozkladu celulózy byla stanovena procentuálně rovněž na agarových deskách (celulózový agar) při pH 4 a při pH 7.

Byly použity mikrobiologické a biochemické testy vypracované nebo ověřené ve VÚRV v Praze-Ruzyni. V respirometrickém testu (Novák, Apfelterhaler 1964) bylo zjišťováno množství CO_2 po 48hodinové inkubaci při 27°C interferometrickou metodou. Byla stanovena jednak bazální respirace (B), jednak potenciální formy respirace: s přidavkem minerálního dusíku (N), glukózy (G), dusíku a glukózy (NG) a fosforu (P) a byly vypočteny relativní hodnoty respirace. V amonizačním testu (Pokorná a kol. 1964) je použito těchto symbolů: A_A — celkové množství N/NH_4 v neinkubovaném vzorku, K_A — množství N/NH_4 po osmidenní inkubaci, Pep_A — množství N/NH_4 po 24hodinové inkubaci s přidavkem peptonu a NG_A — množství N/NH_4 převedené do organických vazeb během 48hodinové inkubace s přidavkem glukózy a amonného dusíku. U nitrifikačního testu (Löbl, Novák 1964) je použito hodnot A_N — obsah N/NO_3 ve vzorku neinkubovaném a K_N — obsah N/NO_3 po osmidenní inkubaci.

Ke stanovení amoniaku bylo použito Conwayovy difúzní metody a dusičnany byly zjišťovány fotometricky pomocí kyseliny fenoldisulfonové. Při každém odběru byla též zjišťována okamžitá vlhkost vzorků, pH aktivní a výměnné, organický uhlík (C_{ox}) a veškerý dusík (N_t).

POPIS SROVNÁVANÝCH LOKALIT

Lokality I. a II. řady degradačních stadií patří k Lesnímu závodu Světlá nad Sázavou (polesí Dobrá Voda). U obou řad jde vždy o 3 stadia svěží jedlové bučiny štavelové (s určitým rozdílem v druhovém složení mezi oběma řadami), se stejným pedologicko-geologickým zařazením (okrové lesní půdy na rule — podle Pelíška). Zrnitostním složením patří tyto půdy k písčitohlinitým druhům. Nadmořská výška je 530—535 m, resp. 490—500 m (II. řada). Roční úhrn srážek v roce odběru (1974) činil 822 mm, z toho ve vegetačním období 446 mm (dlouhodobý normál 668 mm, ve vegetačním období 406 mm). Průměrná roční teplota vzduchu v roce 1974 byla 7,7°C, ve vegetačním období 12,4°C (dlouhodobý normál 7°C, ve vegetačním období 13,2°C).

I. řadu tvoří zachované stadium (resp. stadium s vhodnou záměnou dřeviny) se zastoupením dřeviny sm 8, bk 2, md, věk 108 let, dále smrkové stadium (sm 10, md) ve věku 86 let a silné degradační stadium (bývalý selský les) se zastoupením dřevin sm 7, bo 3 ve věku 94 let.

II. řadu tvoří zachované stadium (jd 6, sm 2, bk 2) ve věku 105 let, smrkové stadium (sm 10, bk, jd) ve věku 108 let a silné degradační stadium (bývalý selský les se zastoupením dřevin sm 10, jd, bk ve věku 125—140 let).

Lokality III. a IV. řady degradačních stadií se nacházejí v polesí Vráž a Nová Ves (LZ Písek v Čížové). Jsou zde srovnávána degradační stadia svěží bukové doubravy (s třtinou rákosovitou) a vlhké bukové doubravy (řada IV.) na téměř půdotvorném substrátu (granodiorit). Zrnitostí patří půdy do písčitých (převážně ve spodině) až písčitohlinitých půdních druhů. Půdním typem je okrová lesní půda (podle Pelíška), u IV. řady mírně oglejená. Nadmořská výška je 415 m. Roční

úhrn srážek v roce odběru (1973) činil 485 mm, z toho ve vegetačním období 341 mm (dlouhodobý normál 588 mm, ve vegetačním období 383 mm). Průměrná roční teplota vzduchu v roce 1973 byla 7,8 °C, ve vegetačním období 14,1 °C (dlouhodobý normál 7,2 °C, ve vegetačním období 13,3 °C).

III. řadu tvoří zachované stadium se zastoupením dřevin bo 3, sm 2, lp 1, db 1, hb 1, jd + bk 2 ve věku 175 let, borové stadium (bo 10, db) ve věku 115 let, smrkové stadium (sm 5, bo 5) ve věku 111 let a silné degradační stadium (bývalý selský les) se zastoupením bo 10, sm, db věku 115–120 let.

IV. řada je neúplná a tvoří ji morové stadium (bo 9, sm 1, db, bř, bk) ve věku 115 let, smrkové stadium (sm 10, bo) ve věku 111 let a silné degradační stadium "bývalý selský les" se zastoupením bo 10, sm, db ve věku 115–120 let.

IV. řada stadií vlhké bukové doubravy byla sledována v bezprostřední blízkosti lokalit svěží bukové doubravy na stanovištích, která se lišila pouze výraznějším vlivem vody. U zachovaného stadia III. řady, situovaného ve větší vzdálenosti od degradačních stadií, se projevuje určitá odchylka v původu zvětrávacího substrátu (příměs diluvia). Ve IV. řadě nebylo zachované stadium nalezeno.

EXPERIMENTÁLNÍ VÝSLEDKY

OBECNÉ ZHODNOCENÍ BIOLOGICKÉ AKTIVITY VYŠETŘOVANÝCH PŮD

Společným znakem všech lokalit je poměrně nízký počet mikroorganismů v půdě (tabulka I a IV), který je pravděpodobně důsledkem kyselé půdní reakce (pH 3,5–4,5). Celkový počet aerobních zárodků (stanovených na TA a JA) přesahuje ve sledovaných vrstvách půdy v ročním průměru 1 milión buněk v 1 g suché půdy pouze u nejlepších lokalit, jinak se pohybuje v rozsahu řádu 10^5 . Spodní vrstvy, jak bývá pravidlem, jsou na mikroflóru chudší než vrstvy svrchní.

Převahu v celkovém počtu mikroorganismů mají aerobní bakterie (59–96 %, v průměru 80 %). Velmi nízký počet anaerobních zárodků a zejména jejich poměr k aerobním bakteriím svědčí o celkově dobrých podmínkách pro aerobní pochody, zvláště v půdách jedlových bučin na Českomoravské vrchovině. Vyšší poměrné zastoupení aerobů ve vlhké bukové doubravě Středočeské pahorkatiny souvisí s výraznějším vlivem vody. Druhou nejpočetnější skupinu aerobních mikroorganismů tvoří mikroskopické houby (7–37 %, v průměru 17,3 %). Jejich počet klesá do hloubky mnohem rychleji než u bakterií. Významnou úlohu mikroskopických hub při rozkladu ústrojné hmoty v lesních půdách potvrzuje celulolytický test. Zatímco množství bakteriemi rozložené celulózy představuje v průměru pouze 1,4 %, mikromycety rozkládají celulózu velmi intenzívně. Intenzita rozkladu se pohybuje mezi 40–50 %, s více nebo méně výrazným poklesem do hloubky. Limitujícím faktorem pro větší výskyt aktinomycet je pravděpodobně vyšší acidita půdy. Podobně i ojedinělý výskyt azotobaktera plně odpovídá nepříznivým podmínkám pro tento náročný druh.

Biologická aktivita zkoumaných půd (tabulka II, V) je v souladu s výsledky mikrobiologických testů rovněž celkově poměrně nízká. Ma-

I. Mikrobiologický rozbor (Českomoravská vrchovina). - The microbiological analysis (The Bohemian-Moravian Uplands)

Řada	Stadium	Baktérie aerobní (TA)		Baktérie anaerobní(TA)		Aktinomycety (TA)		Mikromycety (JA)	
		v 10 ³ na 1 g suché půdy pro vrstvu v cm							
		0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40
I.	zachované smrkové degradační	1400	647	0,890	0,244	29,0	8,0	175	44
		578	403	0,127	0,061	2,3	2,0	53	15
		209	103	0,384	0,031	1,7	1,4	73	21
II.	zachované smrkové degradační	1320	632	8,600	5,630	19,1	4,1	177	38
		187	86	5,040	1,650	19,2	1,4	73	19
		111	39	1,500	4,170	6,3	2,8	68	16
Řada	Stadium	poměr						rozklad celulózy v % (pH 4) 0—20 20—40	
		baktérie mikromycety		b. anaerobní b. aerobní (× 10 ⁻²)		b. sporulující baktérie (MPA)			
		0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40		
I.	zachované smrkové degradační	8,0	14,7	0,063	0,038	0,131	0,111	51	47
		10,9	26,9	0,022	0,015	0,115	0,063	52	52
		2,9	4,9	0,184	0,030	0,122	0,195	48	43
II.	zachované smrkové degradační	7,4	16,6	0,651	0,891	0,068	0,070	51	52
		2,6	4,5	2,695	1,919	0,025	0,037	51	48
		1,6	2,4	1,351	10,692	0,540	0,075	41	39

II. Biochemický rozbor — respirace (Českomoravská vrchovina). — The biochemical analysis — respiration (The Bohemian-Moravian Uplands)

Řada	Stadium	Respirometrický test mg CO ₂ na 100 g suché půdy za h		Relativní hodnoty respirace pro vrstvu v cm								Organický uhlík	
		B		N : B		P : B		G : B		NG : B		C _{ox} %	
		0—20 cm	20—40 cm	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20 cm	20—40 cm
I.	zachované	0,41	0,28	1,02	1,14	1,61	1,25	6,68	4,46	12,95	10,89	1,52	0,53
	smrkové	0,33	0,21	1,36	0,95	1,61	1,62	5,15	3,24	7,30	9,71	1,06	0,40
	degradační	0,37	0,22	1,43	1,27	1,57	1,50	4,05	3,18	9,38	17,54	0,90	0,32
II.	zachované	0,45	0,29	0,87	1,10	1,44	1,52	3,31	4,24	15,13	25,55	1,53	0,67
	smrkové	0,30	0,19	1,27	1,05	1,47	1,74	4,53	3,21	15,23	15,84	0,79	0,35
	degradační	0,41	0,27	1,05	0,96	1,61	1,74	3,39	3,92	8,63	13,26	1,40	0,35

III. Biochemický rozbor — dynamika dusíku (Českomoravská vrchovina). — The biochemical analysis — nitrogen dynamics (The Bohemian-Moravian Uplands)

Řada	Stadium	Amonizační test mg N na 100 g suché půdy pro vrstvu v cm								Nitrifikační test mg N na 100 g suché půdy pro vrstvu v cm				
		A_A		K_A		Pep_A		NG_A		A_N		K_N		$K_N - A_N$
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20
I.	zachované	11,87	3,27	12,42	3,97	101,19	48,59	7,66	3,92	0,491	0,230	0,533	0,246	+0,043
	smrkové	5,96	2,85	6,27	2,30	49,85	32,89	3,13	4,09	0,164	0,169	0,171	0,169	+0,008
	degradační	5,79	1,32	5,66	1,94	64,81	40,34	7,36	6,80	0,059	0,065	0,075	0,089	+0,017
II.	zachované	9,44	5,88	8,70	5,87	69,24	42,66	9,53	13,83	0,233	0,082	0,127	0,074	-0,106
	smrkové	5,48	1,45	5,48	1,74	70,93	30,14	5,84	2,95	0,067	0,069	0,055	0,073	-0,012
	degradační	5,43	2,94	6,04	2,54	60,20	25,01	5,21	5,03	0,157	0,064	0,074	0,056	-0,083

IV. Mikrobiologický rozbor (Středočeská pahorkatina). — The microbiological analysis (The Central Bohemian Uplands)

Řada	Stadium	Baktérie aerobní (TA)		Baktérie anaerobní (TA)		Aktinomycety (TA)		Mikromycety (JA)	
		v 10 ³ na 1 g suché půdy pro vrstvu v cm							
		0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40
III.	zachované borové smrkové degradační	702	323	nezjišťovány		38,8	35,3	57	8
		823	501			61,7	35,3	125	7
		230	372			1,8	7,1	117	104
		558	425			6,0	9,5	77	21
IV.	borové smrkové degradační	244	350	5,310	13,300	4,0	1,8	42	13
		766	430	20,400	35,700	3,8	0,4	117	36
		236	170	7,260	9,920	5,5	2,0	60	9
Řada	Stadium	poměr						rozklad celulózy v % (pH 4) 0—20 20—40	
		baktérie mikromycety		b. anaerobní b. aerobní (× 10 ⁻²)		b. sporulující baktérie (MPA)			
		0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40		
III.	zachované borové smrkové degradační	12,3	40,4			0,023	0,035	49	41
		6,6	71,6			0,116	0,016	41	39
		2,0	3,6			0,081	0,024	37	31
		7,2	20,2			0,031	0,018	40	42
IV.	borové smrkové degradační	5,8	26,9	2,176	3,800	0,055	0,025	50	35
		6,5	11,9	2,663	8,302	0,122	0,043	43	44
		3,9	18,9	3,076	5,835	0,081	0,084	41	38

V. Biochemický rozbor — respirace (Středočeská pahorkatina). — The biochemical analysis — respiration (The Central Bohemian Uplands)

Řada	Stadium	Respirometrický test mg CO ₂ na 100 g suché půdy za h		Relativní hodnoty respirace pro vrstvu v cm								Organický uhlík C _{ox} % 0—20 cm 20—40 cm	
		B		N : B		P : B		G : B		NG : B			
		0—20 cm	20—40 cm	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40
III.	zachované	0,40	0,23	0,87	1,00	1,30	1,96	4,12	3,87	36,80	59,09	2,44	0,96
	borové	0,45	0,31	1,09	1,03	1,31	1,77	3,47	2,39	19,98	25,00	1,52	0,67
	smrkové	0,42	0,31	0,88	1,00	1,14	1,10	2,40	2,32	31,78	37,61	1,02	0,34
	degradační	0,40	0,24	1,02	1,29	1,47	1,79	3,20	3,62	33,90	53,87	1,12	0,54
IV.	borové	0,38	0,29	1,00	1,14	1,13	1,31	3,16	2,72	21,84	23,55	1,64	0,66
	smrkové	0,45	0,31	1,02	0,93	1,31	1,10	2,78	2,10	15,55	9,19	1,33	0,58
	degradační	0,37	0,28	1,11	1,00	1,24	1,14	4,59	2,68	25,84	18,61	1,16	0,59

ximální hodnota bazální respirace (hodnota B) dosahuje v ročním průměru $0,45 \text{ mg CO}_2 \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ suché půdy} \cdot \text{h}^{-1}$. Potenciální respirační hodnoty indikují vesměs příznivou reakci mikroflóry na přidání fosfor, který zvyšuje respiraci v obou vrstvách průměrně asi $1,5 \times$. Působení samotného minerálního dusíku zůstává až na některé výjimky prakticky bez odezvy, jak dokazují hodnoty $N : B$ blízké 1. Příznivější účinek P než N min. na mikrobiální aktivitu není u deficitních lesních půd zřejmě neobvyklý, neboť k podobným závěrům došli např. Mai a Fiedler u pseudoglejových půd (1973) a Lhotský, Rosamová (1972) u kaolinitických podzolových půd.

Glukóza zvyšuje mikrobiální aktivitu v půdě ve všech případech, i když zvýšení není v průměru velké (cca $3-4 \times$). Největšího účinku bylo dosaženo současným přidáním minerálního dusíku a glukózy. Komplexním působením těchto živin dochází (vztaheno k bazální respiraci) ke zvýšení 7–37násobnému. Z porovnání relativních hodnot respirace $NG : G$ a $NG : N$ vyplývá, že limitujícím faktorem pro vyšší mikrobiální aktivitu je spíše nedostatek lehce rozložitelného uhlíku než nedostatek lehce přístupného dusíku.

Rovněž z hlediska dynamiky dusíku lze vytknout určité společné rysy pro sledované půdy (tabulka III, IV). Obsah amonného dusíku (hodnoty A_A) se pohybuje v ročním průměru zhruba od 4 do $12 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ suché půdy ve svrchních vrstvách a od 1 do 6 mg ve spodních vrstvách. Množství nitrátového dusíku (hodnoty A_N) je většinou nízké, ve spodních vrstvách často na hranici přesné stanovitelnosti. Souvisí to s nepříznivými podmínkami pro nitrifikaci, zejména s kyselou půdní reakcí. Přitom je třeba brát v úvahu, že postižení nitrátové formy dusíku v lesních půdách je nesnadné, protože vzniklé nitráty jsou intenzívně spotřebovávány vegetací i mikroflórou a často podléhají migraci. Intenzivní spotřebu nitrátů mikroflórou potvrzuje častá immobilizace nitrátového dusíku během inhibice půdních vzorků (hodnoty $K_N - A_N$). Z hlediska ročních období byl jarní odběr půdních vzorků charakteristický nižším obsahem N/NH_4 proti odběrům podzimním, popř. letním. Obsah N/NO_3 byl nejvyšší v roce 1973 převážně při jarním odběru (Středočeská pahorkatina) a v roce 1974 při podzimním odběru (Českomoravská vrchovina).

Hodnoty NG_A , které mají indikovat schopnost mikroflóry syntetizovat nové organické látky při dostatku energetických zdrojů, korespondují s respiračními hodnotami NG v tom smyslu, že vyšší respirační aktivita mikroflóry se projevuje i intenzivnějším převodem minerálního dusíku do organických vazeb. Podle hodnot PeP_A , kterými sledujeme schopnost mikroflóry rozkládat organické dusíkaté sloučeniny (aminovazby), je tato schopnost v lesních půdách všeobecně nižší než v zemědělských půdách. Souvisí to pravděpodobně s odlišným mechanismem rozkladu organických dusíkatých látek v kyselém prostředí při vyšší účasti mikroskopických hub v amonizačním procesu. Ve spodních vrstvách (vztaheno k výchozímu stavu A_A) vzniká po přidavku peptonu relativně větší množství amoniaku. Vlhkost půdy vzájemně porovnávaných lokalit byla velmi vyrovnaná a při vyhodnocování výsledků se neprojevil podstatný a jednoznačný vliv malých rozdílů v obsahu vláhy na množství a činnost půdní mikroflóry jednotlivých lokalit.

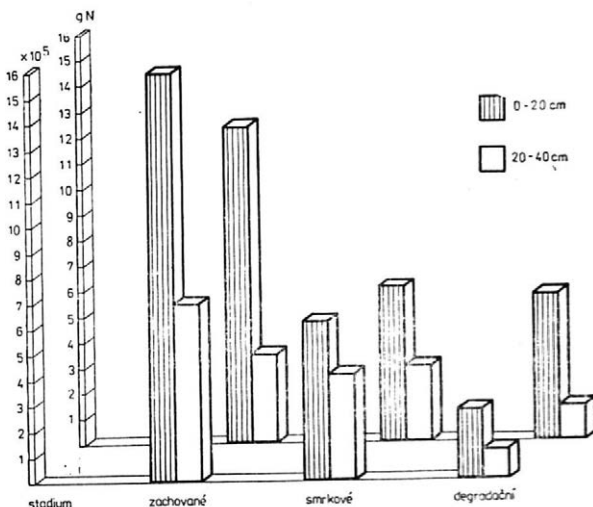
VI. Biochemický rozbor — dynamika dusíku (Středočeská pahorkatina). — The biochemical analysis — nitrogen dynamics (The Central Bohemian Uplands)

Řada	Stadium	Amonizační test								Nitrifikační test				
		mg N na 100 g suché půdy pro vrstvu v cm								mg N na 100 g suché půdy pro vrstvu v cm				
		A_A	K_A	P_{epA}	NG_A					A_N	K_N	$K_N - A_N$		
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20
III.	zachované	8,77	3,43	8,19	2,61	36,21	33,06	41,06	40,72	0,220	0,074	0,203	0,047	-0,017
	borové	7,57	1,66	7,81	1,42	37,48	39,38	28,11	29,99	0,120	0,077	0,122	0,055	+0,002
	smrkové	4,17	0,77	3,51	0,72	25,66	30,24	35,12	33,21	0,115	0,069	0,091	0,090	-0,024
	degradační	4,16	1,62	3,64	1,44	34,71	27,86	37,24	35,91	0,107	0,036	0,059	0,044	-0,048
IV.	borové	4,65	1,42	4,23	1,71	33,38	31,12	16,68	17,02	0,137	0,061	0,074	0,068	-0,063
	smrkové	5,12	1,47	4,24	0,90	44,24	31,71	16,77	24,86	0,039	0,043	0,065	0,043	+0,026
	degradační	4,13	1,86	2,92	1,05	33,08	31,61	40,13	17,77	0,153	0,024	0,051	0,039	-0,102

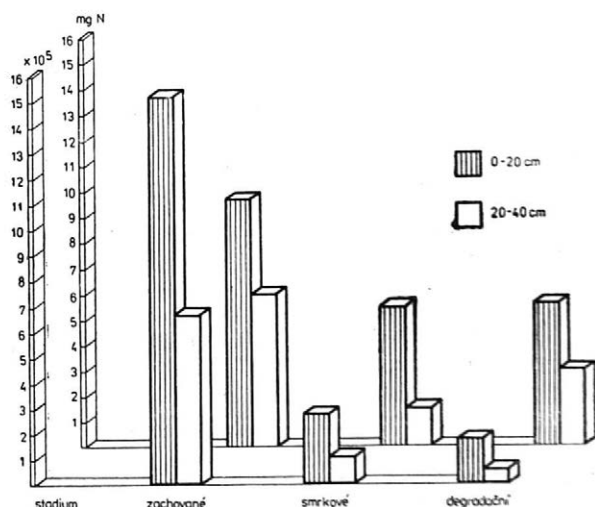
Českomoravská vrchovina

Celkový počet aerobních mikroorganismů (obr. 1, 2) se v obou řadách stadií svěží jedlové bučiny snižuje tímto směrem: zachované stadium > smrkové > degradační, a to souhlasně ve svrchních i ve spodních vrstvách půdy. Odstup zachovaného stadia od obou degradačních stadií je po stránce mikrobiálního oživení dosti výrazný. Při porovnání obou řad je snížení absolutního počtu aerobních mikroorganismů poněkud výraznější u degradačních stadií II. řady. Zdálnivě to překvapuje, protože je tato řada skladbou dřevin bližší původní přirozené skladbě. Zřejmé

1. Celkový počet aerobních zárodků (TA, JA) v 10^5 na 1 g suché půdy. Celkové aktuální množství amonného a nitrátového dusíku v mg na 100 g suché půdy. I. řada degradačních stadií. — The total number of aerobic germs (TA, JA) in 10^5 per 1 g dry soil. The total actual amount of ammonium and nitrate nitrogen in mg per 100 g dry soil. Ist series of degradation stages



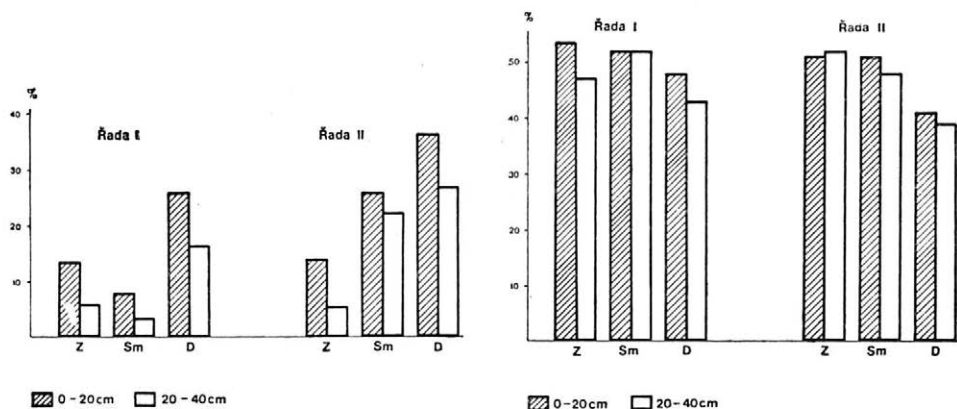
2. Celkový počet aerobních zárodků (TA, JA) v 10^5 na 1 g suché půdy. Celkové aktuální množství amonného a nitrátového dusíku v mg na 100 g suché půdy. II. řada degradačních stadií. — The total number of aerobic germs (TA, JA) in 10^5 per 1 g dry soil. The total actual amount of ammonium and nitrate nitrogen in mg per 100 g dry soil. IInd series of degradation stages



však bude mít svůj význam ovlivnění dynamiky půdních procesů větším věkem porostů a s tím spojeným postupným prosvětlováním. Jev zčásti vysvětluje i ta okolnost, že výchozí, zvláště chemické vlastnosti substrátu, byly zjištěny příznivější u I. řady (Lhotský, Podhorník 1976).

Procentuální zastoupení mikroskopických hub (popř. poměr bakterií k mikromycetám) je u zachovaných porostů obou řad zhruba na stejné výši. Více než dvojnásobné zvýšení procentuálního zastoupení mikromycet v degradačních stadiích II. řady a silně degradačního stadia I. řady je dalším ukazatelem degradace.

Ostatní fyziologické skupiny, jako aktinomycety, anaerobní a spórotvorné bakterie, nejsou vzhledem k nízkému početnímu zastoupení dosti spolehlivým ukazatelem odlišnosti jednotlivých stadií. Možno pouze globálně konstatovat, že z hlediska těchto skupin se každá řada stadií jeví jako poněkud odlišný, ale uvnitř řady velmi blízký biologický celek. U I. řady souhlasí nejvyšší poměr bakterií anaerobních k aerobním u silného degradačního stadia s nápadným zhoršením fyzikálních podmínek (pórovitosti a propustnosti půdy pro vodu). Ve II. řadě indikuje tento poměr zhoršující se podmínky pro aerobní procesy u obou degradačních stadií. Nejvyšší poměr ve spodní vrstvě silného degradačního stadia II. řady plně odpovídá největšímu snížení propustnosti a pórovitosti v horizontu B (tabulka I).



3. Procentuální zastoupení mikromycet z celkového počtu aerobních zárodků (stadium zachované — Z, smrkové — Sm, degradační — D). — Percentual representation of the micromycetes out of the total amount of the aerobic germs (preserved stage — Z, spruce — Sm, degradation — D)

4. Rozklad celulózy při pH 4 (stadium zachované — Z, smrkové — Sm, degradační — D). — Cellulose decomposition at pH 4 (preserved stage — Z, spruce — Sm, degradation — D)

Intenzita rozkladu celulózy je u smrkových stadií dobrá, takže mezi smrkovými porosty nejsou v tomto směru rozdíly. Snížení rozkladné činnosti celulólytické mikroflóry, resp. mikromycet, se projevuje teprve u silných degradačních stadií (obr. 4).

Celková biologická aktivita, charakterizovaná bazální respirací, je poněkud vyšší u obou zachovaných stadií s početnější mikroflórou. Korelace mezi početností mikroflóry a bazální respirací se u ostatních

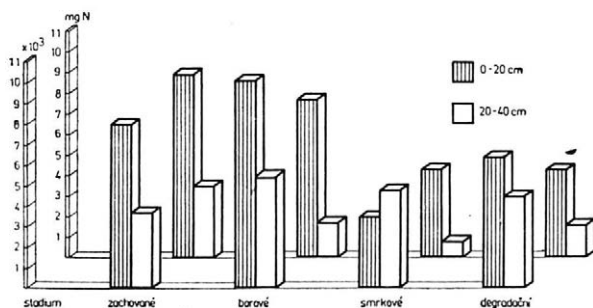
stadií neprojevuje, naopak obě silná degradační stadia mají vyšší bazální respiraci než poměrně lepší stadia smrková. Tento jev není při zhoršených fyzikálních poměrech neobvyklý a může mimo jiné souviset s větším zastoupením lehce mineralizovatelných látek v humusu, které se uvolní zvýšenou aktivitou mikroflóry po laboratorní úpravě vzorku. Také hodnoty potenciální respirace s přídavkem G a NG jsou nejvyšší u zachovaných stadií a nasvědčují tomu, že mineralizační aktivita půdy klesá směrem přes smrkové stadium k silně degradačnímu (největší účinnost přidané glukózy u smrkového stadia ve II. řadě je pravděpodobně důsledkem velmi nízkého obsahu uhlíku ve svrchní minerální vrstvě půdy způsobeného nedostatečným smíšením s humusovým nadložím).

Také vyšším obsahem minerálních forem dusíku (v obou vrstvách půdy) se opět zřetelně odlišují zachovaná stadia jedlové bučiny od degradačních stadií. V dynamice dusíku se opět projevuje určitá odlišnost řad jako celků. U I. řady je při celkově vyšším obsahu N_t a N/NO_3 bilance hodnot $K_N - A_N$ (intenzita nitrifikace) převážně kladná, zatímco u II. řady s celkově nižším obsahem nitrátů je tato bilance záporná a spolu s dalšími ukazateli (respirační hodnotou G a NG) svědčí o poněkud vyšší potenciální mineralizační aktivitě spojené s intenzivnější biologickou immobilizací N, především u zachovaného a smrkového stadia. Je dost pravděpodobné, že příčinou intenzivnější mineralizační činnosti v půdě bude těžební zásah, který byl proveden na těchto lokalitách během roku sledování a postihl zvláště smrkové stadium.

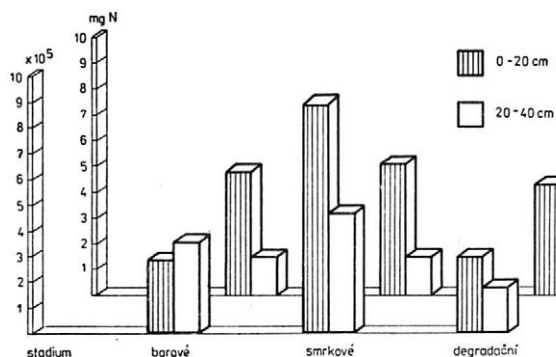
Středočeská pahorkatina

V řadě svěží bukové doubravy (III) dominuje po stránce celkového mikrobiálního oživení i po stránce kvalitativního složení mikrobiálního společenstva zachovaný porost a porost borovice s dubem (borové stadium). Celkovým počtem aerobních mikroorganismů, vyšším zastoupením aktinomycet, příznivějším poměrem bakterií k mikroskopickým houbám a u zachovaného stadia rovněž intenzivnějším rozkladem celulózy (obr. 5, 7, 8) se zřetelně odlišují od smrkového a silného degradačního stadia. Smrkové stadium je z celé řady nejhorší. To koresponduje s fyzikálně chemickými údaji: jde o nejkyselejší půdu s nejmenším obsahem organické hmoty a nejsušší stanoviště v řadě stadií.

V řadě vlhké bukové doubravy (IV) chybí zachované stadium. Určitá srovnatelnost se stadii svěží bukové doubravy však není vyloučena vzhledem k blízkosti a příbuznosti stanovišť. Na rozdíl od předešlé řady



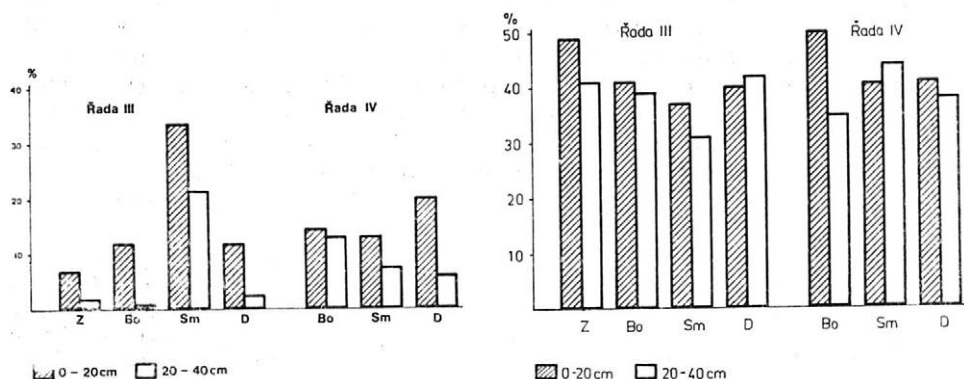
5. Celkový počet aerobních zárodků (TA, JA) v 10^5 na 1 g suché půdy. Celkové aktuální množství amonného a nitrátového dusíku v mg na 100 g suché půdy. III. řada degradačních stadií. — The total number of aerobic germs (TA, JA) in 10^5 per 1 g dry soil. The total actual amount of ammonium and nitrate nitrogen in mg per 100 g dry soil. IIIrd series of degradation stages



6. Celkový počet aerobních zárodků (TA, JA) v 10^5 na 1 g suché půdy. Celkové aktuální množství amonného a nitrátového dusíku v mg na 100 g suché půdy. IV. řada degradačních stadií. — The total number of aerobic germs (TA, JA) in 10^5 per 1 g dry soil. The total actual amount of ammonium and nitrate nitrogen in mg per 100 g dry soil. IVth series of degradation stage

je na prvním místě po stránce mikrobiálního oživení smrkové stadium s největším celkovým počtem aerobních mikroorganismů (obr. 6) a s nejširším poměrem bakterií k mikroskopickým houbám ve svrchní vrstvě, k němuž bezesporu přispívá i příznivější pH půdy. Poměrně hojné relativní osídlení spodních vrstev ve vztahu ke svrchním u degradačních stadií obou řad by mohlo souviset s intenzivnějším iluviálním procesem (posun bází do spodních vrstev, výraznější snížení kyselosti).

Při hodnocení biochemických projevů mikroflóry je u lokalit III. a IV. řady nápadná vysoká účinnost současně přidané glukózy a minerálního dusíku. Zatímco zvýšení respirace po přidání samotné glukózy není velké, přídavek glukózy a dusíku se projevuje mnohonásobným zvýšením, zejména v řadě svěží bukové doubravy (více než 30 X). Vysoké hodnoty NG jak v respirometrickém, tak v amonizačním testu by mohl doplnit a poněkud objasnit široký poměr C : N v půdách těchto lokalit. Převážně záporné hodnoty $K_A - A_A$ (v amonizačním testu)



7. Procentuální zastoupení mikromycet z celkového počtu aerobních zárodků (stadium zachované — Z, borové — Bo, smrkové — Sm, degradační — D). — Percentual representation of the micromycetes out of the total amount of the aerobic germs (preserved stage — Z, pine — Bo, spruce — Sm, degradation — D)

8. Rozklad celulózy při pH 4 (stadium zachované — Z, borové — Bo, smrkové — Sm, degradační — D). — Cellulose decomposition at pH 4 (preserved stage — Z, pine — Bo, spruce — Sm, degradation — D)

a $K_N - A_N$ (v nitrifikačním testu) signalizují, že v optimálních podmínkách převládá biologická immobilizace dusíku nad mineralizací. Je pravděpodobné, že biochemické procesy v půdě byly v roce sledování (1973) do určité míry ovlivněny průběhem vlhkosti (snížení mineralizace organické hmoty v důsledku sucha). Příznivější bilance při přeměnách dusíku se projevila u borového stadia s dubem ve III. řadě a rovněž u smrkového stadia ve vlhčí IV. řadě. U obou těchto stadií byla též zjištěna nejvyšší bazální respirace a nejvyšší poměr bakterií sporulujících k nesporelujícím, nasvědčující dobré mineralizaci ústrojné hmoty. Nejmenší účinnost přidané glukózy spolu s dusíkem (nejnižší hodnoty $NG : B i NG_A$) potvrzuje, že v obou případech bylo v půdě více dostupného C a N pro mikrobiální pochody než u ostatních stadií.

I když není vybrané zachované stadium zcela ideálním představitelem typu svěží bukové doubravy, rozdíl mezi ním a degradačními stadii je dostatečně průkazný nejen podle celkového počtu a složení mikroflóry, podle vyšší potenciální rozkladné schopnosti, ale i podle obsahu organické hmoty a amonného i nitrátového dusíku. Biologickou hodnotou je zachovanému stadiu nejbližší borové stadium s dubem. Zatímco převaha minimálních (nepříznivých) hodnot v řadě svěží bukové doubravy náleží smrkovému stadiu, zdá se, že právě naopak v řadě vlhké bukové doubravy jsou u smrkového stadia podmínky pro rozvoj a činnost mikrobiální poměrně příznivější než u stadia borového a silně degradačního. Vyšší vlhkost stanoviště jistě přispívá ke zvýhodnění smrku v typu vlhké bukové doubravy. Horší fyzikálně chemické podmínky (menší pórovitost, kyselejší půda) se odrážejí v některých kvalitativních ukazatelích mikrobiologických procesů silně degradačního stadia.

ZÁVĚR

Ročním sledováním početnosti, skladby a činnosti mikrobiální v půdách vybraných řad degradačních stadií jedlových bučin (Českomoravská vrchovina) a bukových doubrav (Středočeská pahorkatina) se potvrdilo, že degradace půdy, jako důsledek dlouhodobé odchylky od přirozené rovnováhy ekosystému, se projevuje i snížením její biologické činnosti.

Snížení obsahu organické hmoty a zhoršení její kvality, deficit celkového dusíku, ochuzení o další živiny (zvláště o báze) a okyselení se projevuje zejména snížením celkového počtu mikroorganismů, změnou skladby mikrobiálních společenstev ve prospěch mikroskopických hub, snížením skutečné i potenciální mineralizační schopnosti v půdách degradačních stadií.

Zhoršení biologické aktivity v půdách degradačních stadií oproti zachovaným stadiím je prokazatelné celým komplexem použitých testů. Celková mikrobiologicko-biochemická charakteristika však nestačí ke spolehlivému rozlišení slabých a silných degradačních stadií, tak jak byla rozlišena např. chemickou a fyzikální analýzou a produkčními testy. Na druhé straně je však třeba počítat i s citlivou reakcí mikrobiální na některé faktory, pedologickými analýzami nepostižené nebo jen přechodně zvýrazněné. Proto existující kvalitativní rozdíly v půdách degradačních stadií (v různých stupních degradačních stadií) jsou proká-

zány pouze některými hodnotami mikrobiologického rozboru, zachycujícími výrazněji změněné faktory stanoviště.

Degradační stadium ekosystému se projeví snížením kvality mikrobiologických procesů v půdě v řadě: zachované stadium (nejlepší), stadium s nevhodnou záměnou dřeviny (některé zhoršené projevy), silné degradační stadium (většinou nejhorší). Přitom se ukázalo, že o vhodnosti nebo nevhodnosti záměny dřeviny z hlediska půdně biologických procesů rozhodují i místní půdně ekologické podmínky.

Studie rozšiřuje argumentaci pro plánované meliorace půd a přeměny porostů, kterými bude možno — po odstranění následků i příčin degradace — znovu dosáhnout plného produkčního potenciálu stanoviště.

Došlo dne 25. 1. 1977

Literatura

1. AMBROŽ, Z.: Výsledky mikrobiologického průzkumu koloběhu uhlíku a dusíku v různých lesních půdách. Sborník ČSAZV, řada A, XXVII, 1954, s. 385-400
2. KÁŠ, V. — LANGKRAMER, O.: Lesnická mikrobiologie. Praha, 1958 (Skriptum LF)
3. KÄSTNER, Ch. — FIEDLER, J. H.: Bodenmikrobiologische Untersuchungen an Pseudogleystandorten des Wernsdorfer Waldes. Arch. f. Forstwesen, 19, 1970, s. 981-1006
4. KNOTKOVÁ, E. — DAMAŠKA, J.: Použití respirometrické metody při studiu otázek genese půd. Rostlinná výroba 17, 7, 1971, s. 731-738
5. LANGKRAMER, O.: Mikroflóra půd smrkových porostů tří věkových stupňů v objektu Želivka. Lesnictví, 20, 4, 1974, s. 345-360
6. LHOTSKÝ, J. — ROSAMOVÁ, I.: Biologická aktivita uléhavých lesních půd kaolinitického typu a její ovlivnění meliorací. Lesnictví, 18, 5, 1972, s. 455-468
7. LHOTSKÝ, J.: K otázce vlivu druhu dřeviny na složení a činnost mikroorganismů v humusových vrstvách lesních půd. Vědecké práce VÚM, 13, 1973, s. 269-278
8. LHOTSKÝ, J.: Výzkum kritických vlastností a způsobů zúrodňování lesních půd se sníženou produkční schopností. Dílčí závěrečná zpráva, VÚM Praha - Zbraslav, 1974
9. LHOTSKÝ, J. — PODHORNÍK, J.: Příspěvek ke studiu snížené produkční schopnosti půd degradačních stadií lesních ekosystémů. Lesnictví, 22, 3, 1976, s. 221-242
10. LÖBL, F. — NOVÁK, B.: Beitrag zur Methodik der Nitrifikationsbestimmung. Zbl. Bakt. Abt. II, 118, 1964, s. 374-378
11. MAI, H. — FIEDLER, H. J.: Bodenmikrobiologische Untersuchungen an Pseudogleyböden unter Wald im Sächsischen Hügelland. Zbl. Bakt. Abt. II, 128, 1973, s. 551-565
12. NOVÁK, B. — APFELTHALER, R.: Příspěvek k metodice stanovení respirace jako indikátoru mikrobiologických pochodů v půdě. Rostlinná výroba, 10, 2, 1964, s. 145-149
13. NOVÁK, B.: Respirace vzorků z profilů hlavních půdních typů. Rostlinná výroba, 15, 2, 1969, s. 151-155
14. POKORNÁ-KOZOVÁ, J. — LÖBL, F. — APFELTHALER, R. — NOVÁK, B.: Zur Methodik der Feststellung der Ammonifizierung in Bodenproben. Zbl. Bakt. Abt. II, 118, 1964, s. 368-373
15. SEIFERT, J.: Ekologie půdních mikrobů. Praha, 1966 (Skriptum UK)

ВИНШОВА, М. — ЛГОТСКИ, Й. (Výzkumný ústav meliorací, Praha 5 - Zbraslav). Биологическая активность деградированных лесных почв. Lesnictví, 24, 1978 (2): 137-154.

Ухудшение биологической активности в почвах деградационных стадий в сравнении с сохранившимся стадием можно доказать целым комплексом примененных тестов. Общая микробиологическо-биохимическая характеристика, однако, для различения слабых и сильных стадий деградации недостаточна, также, как они различались, например, химическим

и физическим анализами и тестами продукции (Лготски, Подгорник — 1976). Это вполне логично, так как при значительной приспособляемости почвенных микроорганизмов различия жизненной среды в почвах деградационных стадий не настолько велики, чтобы они могли проявиться вполне однозначно. С другой стороны, следует считаться с чувствительной реакцией микрофлоры на некоторые факторы, не поддающиеся почвоведческим анализам или проявляющиеся лишь временно.

Работа приводит к выводу, что деградирующая стадия экосистемы проявится в снижении качества микробиологических процессов в почве в последовательности: сохранившаяся стадия (самая лучшая) > стадия с неблагоприятной заменой древесной породы (некоторые ухудшенные проявления) > сильная деградационная стадия (преимущественно самая худшая). Вместе с тем оказалось, что о пригодности или непригодности замены древесной породы с точки зрения почвенно-биологических процессов решают и местные почвенно-экологические условия. Самым ярким примером являются сравнительно благоприятные почвенно-биологические процессы под сосной с дубом на более засушливом местопроизрастании и под елью на влажном местопроизрастании буковой дубравы.

В работе распространяется также аргументация для плановых мелиораций почв и для преобразования насаждений, с помощью которых — после устранения последствий и причин деградации — снова достичь полного производственного потенциала данной лесной местности.

Сущностью мелиоративных мероприятий в деградационных стадиях должна быть активизация процессов круговорота веществ, в особенности же минерализации. Действенной составной частью мероприятия будет и удобрение, прежде всего фосфором. Азотистое удобрение можно применять лишь на базе повышенной подачи или освобождения доступных углеродистых источников.

деградированные почвы; деградационные стадии экосистемы; биологическая активность почв

VINŠOVÁ, M. — LHOTSKÝ, J. (Výzkumný ústav meliorací, Praha 5 - Zbraslav). *The Biological Activity of Degraded Forest Soils*. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 137-154.

Deterioration of the biological activity in the soils of the degradation stages can be proved by the whole complex of tests. The total micro-biological and bio-chemical characteristics is not sufficient for reliable differentiation of the weak and strong degradation stages as they were differentiated e. g. by chemical and physical analysis and production tests (Lhotský, Podhorský, 1976). It is logical, because the differentiation of the environment in the soil of the degradation stages, under considerable adaptability of soil microorganisms, is not big enough to manifest itself unambiguously. On the other hand we have to count with sensitive reaction of microflora to some factors that are not recorded by pedological analyses, or they are only temporarily expressed. It was found out that the degradation stage of the ecosystem manifests itself by the deterioration of the quality of microbiological processes in the soil in this order: a well preserved stage (the best one) > a stage with unsuitable species confusion (some deteriorated phenomena) > a strong degradation stage (mostly the worst one). It was also found out that the local soil-ecological conditions can decide on compatibility or incompatibility of species confusion. The most conspicuous example is represented by fairly favourable soil-biological processes under pine and oak on the drier site and under spruce on the wet site of beech-oak stand. The study contributes to arguments for planned amelioration of soils and conversion of stands with help of which — after removal of results and causes of degradation — the full production potential of the site can be reached.

Activation of the processes of material cycle, especially mineralization, has to form a base for the amelioration measurements in the degradation stages. The efficient part of the treatment will be represented by fertilizing, especially with phosphorus. The nitrogen fertilizing will be applied on the basis of an increased supply or release of available carbon sources.

degraded soils; degradation stages of the ecosystem; biological activity of soils

VINŠOVÁ, M. — LHOTSKÝ, J. (Výzkumný ústav meliorací, Praha 5 - Zbraslav). *Biologische Aktivität degradierter Waldböden*. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 137-154.

Die Verschlechterung biologischer Aktivität in Böden degradierter Stadien im Vergleich zu erhaltenen Stadien ist durch einen gesamten Komplex durchgeführter Tests nachweisbar. Für verlässliche Unterscheidung schwacher und starker Degra-

degradationsstadien ist jedoch eine gesamte mikrobiologisch-biochemische Charakteristik ungenügend und erreicht nicht die Genauigkeit der Unterscheidung wie z. B. es bei Benutzung chemischer und physikalischer Analysen und Produktionstests der Fall ist (Lhotský, Podhorník 1976). Dies ist logisch, da bei der bedeutenden Anpassungsfähigkeit der Bodenmikroorganismen die Unterschiedlichkeit der Lebensumwelt in Böden degradierter Stadien nicht so groß ist, um sich eindeutig äußern zu können. Auf der anderen Seite muß mit einer empfindlichen Mikroflorareaktion in bezug auf einige mit Hilfe von pedologischen Analysen nicht erfaßte oder nur übergehend markant gewordene Faktoren gerechnet werden.

Die Studie klingt in der Feststellung aus, daß sich ein Degradierungsstadium des Ökosystems durch Beeinträchtigung der Qualität mikrobiologischer Prozesse in dieser Reihenfolge äußert: erhaltenes Stadium (bestes) > Stadium mit ungeeignetem Wechseln der Holzart (einige verschlechterte Erscheinungen) > stark degradiertes Stadium (meistens das schlechteste). Dabei zeigte sich, daß über die Eignung oder Uneignung der Holzartauswechslung vom Standpunkt bodenbiologischer Prozesse aus auch lokale boden-ökologische Bedingungen entscheiden. Ein meistmarkantes Beispiel stellen verhältnismässig günstige boden-biologische Prozesse unter Kiefern mit Eichen auf einem mehr trockenen Standort und unter Fichten auf feuchtem Standort eines Buchen-Eichenwaldes dar.

In der Studie wird auch die Argumentation für geplante Bodenmeliorationen und Bestandesumwandlungen verbreitet, durch die — nach Beseitigung der Folgen und Gründe der Degradation — das volle Produktionspotential des Standortes wieder erreicht werden könnte.

Die Meliorationseingriffe bei Degradierungsstadien müssen im wesentlichen auf einer Aktivierung der Prozesse des Stoffkreislaufes namentlich der Mineralisierung beruhen. Einen wirksamen Bestandteil der Maßnahme bildet auch Düngung, vor allem mit Phosphor. Stickstoffdüngung macht sich nur auf Basis einer erhöhten Zuleitung oder Freisetzung aufnehmbarer Kohlenstoffquellen geltend.

degradierte Böden; Degradationsstadien des Ökosystems; biologische Bodenaktivität

VINŠOVÁ, M. — LHOTSKÝ, J. (Výzkumný ústav meliorací, Praha 5 - Zbraslav). *Activité biologique des sols forestiers dégradés*. Lesnictví, 24, 1978 (2): 137-154.

La détérioration de l'activité biologique dans les sols se trouvant aux stades de dégradation, comparativement à ceux qui se trouvent aux stades bien conservés, peut être prouvée par tout un complexe de tests utilisés. La caractéristique microbiologico-biochimique générale n'est pas cependant à même de différencier avec sûreté les stades de dégradation faibles et forts, comme ils ont été par exemple différenciés par l'analyse chimique et physique et par les tests de production (Lhotský, Podhorník 1976). C'est tout à fait logique, car, étant donné l'adaptabilité considérable des microorganismes de sol, la différence du milieu vital dans les sols aux stades de dégradation n'est pas tellement grande pour se manifester d'une manière catégorique. D'autre part cependant, il est nécessaire de compter avec une réaction sensible de la microflore à certains facteurs qui ne peuvent pas être saisis par les analyses pédologiques ou qui ne peuvent être rendus expressifs que provisoirement.

Il ressort des résultats de l'étude que le stade de dégradation de l'écosystème se manifeste par la détérioration de la qualité des processus microbiologiques dans les sols dans l'ordre suivant: stade bien conservé (le meilleur) > stade caractérisé par l'échange inopportun de l'essence (certaines manifestations de qualité inférieure) > stade fortement dégradé (pour la plupart le plus mauvais). Avec cela, il est apparu que ce sont aussi les conditions écologiques locales du sol qui décident de l'opportunité ou de l'inopportunité de l'échange de l'essence, du point de vue des processus biologiques de sol. L'exemple le plus frappant en donnent les processus biologiques de sol relativement favorable sous le pin avec le chêne sur une station assez sèche et sous l'épicéa sur une station humide des chênaies à hêtre.

L'étude élargit également son argumentation aux améliorations planifiées des terres et aux transformations des peuplements, grâce auxquelles il sera possible — après l'élimination des causes et des conséquences de la dégradation — de reconquérir pleinement le potentiel de production de la station.

L'essence des mesures d'amélioration dans les stades de dégradation doit consister dans l'activation des processus de circulation des matières, notamment de minéralisation. C'est également la fumure qui constitue une part efficiente dans l'intervention, notamment la fumure au phosphore. La fumure azotée ne se fait valoir que sur la base de l'apport accru ou du dégagement des sources de carbone disponibles.

sols dégradés; stades de dégradation de l'écosystème; activité biologique des sols

Adresa autorů:

Ing. Milada Vinšová, Ing. Jiří Lhotský, DrSc., Výzkumný ústav meliorací, 255 80 Praha 5 - Zbraslav

RECENTNÍ PŮDNÍ PROCESY V EKOSYSTÉMU LUŽNÍHO LESA V LEDNICI NA MORAVĚ

E. Klimo

KLIMO, E. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Recentní půdní procesy v ekosystému lužního lesa v Lednici na Moravě*. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 155-168.

V rámci Mezinárodního biologického programu byl studován charakter recentních půdních procesů v ekosystému lužního lesa u Lednice na Moravě na aluviálních půdách řeky Dyje: 1. Byly stanoveny hodnoty vstupu živin do půdního prostředí v kg na ha za rok: C — 3920, N 158, P — 22, K — 109, Ca — 244, Mg — 48. 2. Byla stanovena zásoba živin v organických zbytcích na půdním povrchu a změny této zásoby během roku, jakož i její struktura. Maximální zásoba živin v kg na ha: N — 143, P — 9, K — 24, Ca — 99, Mg — 21, popeloviny 984. Minimální zásoba živin v kg na ha: N — 36, P — 2, K — 7, Ca — 17, Mg — 4, popeloviny 231. 3. Byly stanoveny hodnoty migrace látek z opadu do půdního profilu. Z horizontu A₀ bylo uvolněno v kg na ha za rok: C — 156, N — 20, P — 8,1, K — 72,5, Ca — 125,4, Mg — 46,3. pH migrujících vod mělo převážně neutrální reakci v rozmezí 6,9–7,3. 4. Byla konstatována významná závislost mezi množstvím migrující vody a koncentrací organického C v těchto vodách. Koncentrace C v lyzimetrických vodách byla nejvyšší při nejnižším množství migrujících vod. Absolutní hodnota migrujícího C byla úměrná absolutnímu množství migrující lyzimetrické vody.

recentní půdní procesy; koloběh živin; zásoby živin; lužní les

Produkční úroveň lesních ekosystémů závisí kromě jiných faktorů přímo na přístupu živin. Pro udržení stability a ovlivňování struktury a funkcí jednotlivých ekosystémů je nutno získat informace o těchto vztazích a jejich kvalitativní obraz. Proto se v projektech vybraných pro Mezinárodní biologický program intenzívně studovala problematika biochemických cyklů živin [Duvigneaud, Denayer de Smet 1964, Gessel, Cole 1965, Bazilevič, Rodin 1966, Carlisle Brown, White 1967, Bernhard 1970, Rapp 1971].

Koloběh živin není v žádném případě oddělenou částí analýzy ekosystému, má své základní i vedlejší vazby na několik subsystémů. Vycházíme při tom z obecné charakteristiky, že: „systém je komplexem vzájemně spjatých prvků, vyjadřuje zvláštní jednotu s okolím a současně může být prvkem systému vyššího řádu a prvek systému může být systém nižšího řádu“. Za systém tedy považujeme účelově definovanou množinu prvků a množinu vazeb mezi nimi, které společně určují vlastnosti celku [Habr, Vepřek 1973].

Půdu charakterizuje Jenny (1941) jako otevřený systém, protože dostává a ztrácí na svých hranicích materiál a energii. To znamená, že ji lze dále rozdělit na menší a menší subsystémy, se stále se snižující složitostí.

Podle Dijkermana J. C. (1974) výběr studované úrovně určitého systému bude záviset hlavně na cíli výzkumu. Zajímáme-li se např. hlavně o morfologické vlastnosti půd, zvolíme systém, který je identifikován hlavně existencí průkazných korelací mezi těmito vlastnostmi a charakterem jednotlivých faktorů a podmínek tvorby půd. Zajímáme-li se naproti tomu hlavně o dynamické aspekty, zvolíme systém, který je definován hlavně směrem toku energie a hmoty. Do této kategorie spadá mezi jiným i studium recentních půdních procesů jako vztah mezi recentní půdou a jejím prostředím.

Cílem by měla být kvantifikace závislosti přeměny látek a energie a stanovení zcela určitých souborů faktorů vnějšího prostředí, jež řídí proces vývoje půdy určitým směrem. Základním problémem ovšem zůstává, zda můžeme (vezmeme-li v úvahu současný stav systému) na základě souboru měření vypočítat jiný stav systému vyskytující se v budoucnosti, popř. v minulosti (Kune 1973).

METODIKA PRÁCE

V rámci studia struktury, funkce a produktivity ekosystému lužního lesa byla studována otázka kvantifikace některých zásob a toků živin, a to zejména:

1. obsah živin vstupujících do půdního prostředí ve formě opadu odumřelého rostlinného materiálu a živiny obsažené ve vodních srážkách;

2. změna množství a struktury opadu ležícího na půdním povrchu a rovněž změna zásoby živin v této vrstvě;

3. zásoba živin v jednotlivých půdních vrstvách a množství živin obsažených ve vodě prosakující lesní hrabankou a svrchním minerálním půdním horizontem.

Pro studium zásoby hrabanky a její změny během roku byla použita metoda odběru z ploch 1 m² 4X za rok. Pro zachycování lyzimetrických vod bylo použito lyzimetru typu Šilovová (1955). Analýza lyzimetrických vod a srážek dopadlých na půdní povrch byla konána jednou měsíčně.

V práci bylo navázáno na výsledky studia primární produkce (Vyskot 1974, Vašíček 1974) a na výsledky studia bioklimatologie (Smolík 1974).

STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO OBJEKTU

Výzkumná stanice Lednice na Moravě je umístěna na aluvii řeky Dyje v dobře zachovaném lužním lese s převahou dubu letního (*Quercus robur* L.). Půdy jsou vytvořeny na aluviálních náplavách a jsou označovány jako semiglej (Pelíšek 1974). Věk porostu je 100 let. Zastoupení dřevin: *Quercus robur* 74 %, *Fraxinus excelsior* 21 %, *Tilia cordata* 3 %, *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa* 1 %. V porostu je silný podrost keřů, z čehož dominantní je *Cornus sanguinea* (75 % biomasy keřů) (Vyskot 1974). Stanice je umístěna v zem. šířce 48°48'22", zeměpisné délce 16°46'32", nadmoř. výšce 161 m. Průměrné roční srážky činí 524 mm, srážky pod porostem 343 mm. Průměrná roční teplota je 8,8 °C, pod porostem 8,4 °C.

Pro podrobnější informaci uvádíme celkovou a mobilní zásobu živin v půdním profilu (tabulka I), z čehož je vidět, že u celkové zásoby živin ve vrstvě do 50 cm je pořadí bioelementů podle zásoby v kg na ha: K, Ca, N, P a ve vrstvě 50-115 cm rovněž K, Ca, N, P. U mobilní zásoby živin ve vrstvě do 50 cm je pořadí Ca, N, K, P a ve vrstvě 50-115 cm rovněž Ca, N, K, P, přičemž rozdíl mezi K a P není významný.

I. Zásoba živin v půdním profilu (podle J. Pelíška 1974). — The reserve of nutrients in the soil profile (after J. Pelíšek 1974)

	Hloubka v cm	Celková zásoba v kg na ha					Mobilní zásoba v kg na ha			
		C	N	P	K	Ca	N	P	K	Ca
Intenzivně prokořeněná vrstva	1 — 8	50 335	4 297	853	12 159	6 226	73,4	19,4	66,9	1 363
	8 — 50	96 365	10 549	4 100	109 205	38 638	500	59,7	104,8	5 164
	Σ 1 — 50	146 700	14 846	4 953	121 364	44 864	573,4	79,1	171,7	6 527
Extenzivně prokořeněná vrstva	50 — 75	34 106	3 774	1 637	51 431	22 835	219,3	26,7	46,8	2 451
	75 — 95	27 155	2 687	1 393	49 340	25 855	219,3	24,0	46,7	2 410
	95 — 115	18 896	2 632	2 055	75 761	27 631	256,3	85,3	52,8	2 633
	Σ 50 — 115	80 157	9 093	5 085	176 532	76 321	695,4	136,0	146,3	7 494
Σ 1 — 115		26 857	23 939	10 038	297 896	121 185	1268,8	215,1	318,0	14 021

Popis půdního profilu (podle Pelíška 1974):

0– 1 cm	pomístně listnatý opad a dř – horizont A ₀ ;
1– 8 cm	tmavošedá zemina, jílovitohlinitá, drobtovitá, čerstvě vlhká, mírný barevný přechod dospodu – horizont A;
8– 50 cm	šedohnědá, jílovitá zemina s drobnými rezavými skvrnami, ve svrchní části drobně kostkovitá struktura, vlhká, vazká – horizont A _g ;
50– 75 cm	černošedá, jílovitá zemina, vlhká, vazká a slehlá, fosilní půdní horizont nivní pseudočernozemě – horizont A'f;
75– 95 cm	poněkud tmavší jako předcházející – horizont A''f;
95–115 cm	světle šedohnědá, mramorovaná zemina, jílovitohlinitá, vlhká, slehlá, větší železité skvrny – horizont G;
115–130 cm	pískošterkovitá terasa, ve svrchní části silně zahliněná materiálem nadložního horizontu, modrošedá barva – horizont D.

Hlavní prokořenění do 50 cm, slabší do 100 cm. Prokořenění bylinné vegetace do 10 cm.

HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

VSTUP ŽIVIN DO PŮDNÍHO PROSTŘEDÍ LUŽNÍHO LESA

Mezi zdroje vstupu živin, které se dostávají do půdního subsystému, můžeme počítat opad odumřelých částí stromů i keřů a byliny, a to jejich nadzemní i podzemní části, živiny obsažené ve vodních srážkách propadlých přes koruny stromů (kterých část vstupuje do ekosystému lesa z atmosféry a část je vyluhována deštěm z biomasy stromů, keřů a bylin), živiny obsažené ve srážkové vodě stékající po kmenech stromů, živiny transportované z geologického podloží (nebo transportované z okolních ekosystémů) v podzemních vodách.

V rámci studovaného ekosystému jsme sledovali všechny výše uvedené složky, což lze vidět podle výsledků uvedených v tabulkách II, III, IV.

Podle souborné tabulky můžeme pozorovat, že jako nejvýznamnější zdroj živin lze považovat opad odumřelých částí stromů a keřů, odumřelé byliny a pak živiny obsažené ve srážkách propadlých přes zápoj porostu. V rámci opadu za hlavní složku lze považovat opad listů, což lze vidět z tabulky III. Jako málo významný zdroj se z hlediska propočtu na celou plochu projevují živiny obsažené ve stoku po kmenech.

II. Celkové množství uhlíku a živin dopadlých na půdní povrch v kg na ha za rok. — The total amount of carbon and nutrients fallen on the soil surface in kg per ha and year

	C	N	P	K	Ca	Mg
Opad ze stromů a keřů	3229	135	9	30	137	17
Odumřelé byliny	597	18	4	43	18	4
Opad z korun	64	5	4,6	23	70	32
Stok po kmenech	0,9	0,04	0,03	0,4	0,5	0,1
Celkem	3891	158	18	96	225	53

III. Struktura a množství živin v opadu ze stromů a keřů (kg na ha za rok). — The structure and the amount of nutrients in the litter from trees and shrubs (kg per ha and year)

	N	P	K	Ca	Mg	Popel
Listy	90,9	5,3	19,4	87,0	10,9	379,3
Větvíčky	12,1	1,0	3,3	17,5	1,4	61,2
Kůra	4,4	0,3	1,2	6,3	0,5	22,1
Dřevo	1,8	0,1	0,5	2,6	0,2	9,1
Plody	—	—	0,2	0,1	—	0,8
Řapíky	0,1	0,1	1,2	0,8	0,1	4,9
Trus	2,4	0,2	0,6	2,4	0,3	17,2
Hmyz	0,1	—	—	0,1	—	0,9
Drť	9,8	0,7	2,4	9,9	1,3	70,4
Celkem	121,6	7,7	28,8	126,7	14,7	565,9

Tento zdroj se ovšem významně uplatní při ovlivňování chemického složení půdy v bezprostředním okolí kmenů dřevin, a tím napomáhá vytváření heterogenity půdních vlastností povrchové vrstvy. Zde se ovšem výrazně projevují další faktory jako druh dřeviny, její věk, charakter borky, porost epifytů na kmenech dřevin, intenzita srážek, jakož i roční období. Jako příklad uvádíme rozdílnost koncentrace živin ve vodách stékajících po kmenech dubu, jasanu a lípy (tabulka IV).

Při posuzování údajů charakterizujících vstup živin na půdní povrch ve srážkách propadlých přes zápoj lesního porostu musíme konstatovat neobvykle vysoké hodnoty živin dopadlých na povrch lesního porostu: C—160 kg, N—6 kg, P—12 kg, K—45 kg, Ca—99 kg, Mg—42 kg na ha za rok. Tyto hodnoty jsou nižší po propadu srážek zápojem porostu, protože část živin je zachycena spolu s vo-

IV. Koncentrace živin ve vodách stékajících po kmenech dřevin (mg.l⁻¹). — Concentration of nutrients in the stem-flow (mg.l⁻¹)

	Dub	Jasan	Lípa
C	70,5	86,5	45,0
N	5,4	5,8	—
P	4,7	2,4	2,8
K	34,4	48,8	24,0
Ca	44,8	47,9	41,7
Mg	10,7	12,6	11,2

dou ve fyto-mase porostu. Nebylo možno vyčíslit množství živin, vyloužené vodními srážkami z biomasy lesního porostu, protože tato hodnota byla překryta vysokou hodnotou vstupu živin z prostoru mimo studovaný

V. Charakteristika podzemních vod a vody v řece Dyji za roky 1972—1974 (mg.l⁻¹). Characteristics of ground waters and the water in the Dyje river during 1972—1974 (mg.l⁻¹)

Rok	pH		N		P		K		Ca		Na		Mg		C	
	řeka Dyje	podz. vody	řeka Dyje	podz. vody	řeka Dyje	podz. vody	řeka Dyje	podz. vody	řeka Dyje	podz. vody	řeka Dyje	podz. vody	řeka Dyje	podz. vody	řeka Dyje	podz. vody
1972	7,1	7,0	1,6	1,3	1,6	1,5	8,6	1,3	65,1	72,9	20,5	19,8	17,2	26,1	8,8	6,6
1973	7,1	7,5	—	—	0,8	0,3	8,0	1,3	53,9	54,8	19,8	20,3	26,2	32,3	10,2	8,7
1974	7,0	7,0	3,1	0,7	0,1	0,3	7,5	1,8	45,4	62,5	13,2	14,6	19,2	36,4	10,7	11,2
Ø	7,1	7,2	2,3	1,0	0,8	0,7	8,0	1,5	54,8	63,4	17,8	18,2	20,9	31,6	9,9	8,8

ekosystém. Jako zdroj tohoto importu živin lze považovat hlavně intenzivně zemědělsky obhospodařovanou půdu v okolí, která podlehla do značné míry větrné erozi, dále je možno počítat s vápnitým prachem z vápenek umístěných v širším okolí, popř. erozí půdy z převýšeného terénu Pálavských kopců (rendziny na vápenci). Tato otázka bude vyžadovat detailnější sledování v další etapě výzkumu, a to instalací zařízení zachycujících import živin suchou i mokrou cestou a přesné stanovení jejich charakteru i směru importu.

Podle získaných údajů je celkový vstup živin do půdního subsystému C — 3 891 kg, N — 158 kg, P — 18 kg, K — 96 kg, Ca — 225 kg a Mg — 53 kg na ha.

Největší hodnotu tvoří Ca, pak N, K, Mg a P. Podle tabulky II můžeme vidět velký význam např. bylin pro koloběh draslíku, protože hodnota K, která se odumíráním bylin dostává na půdní povrch, převyšuje hodnotu opadu ze stromů a keřů.

Problematické je hodnocení vstupu živin prostřednictvím podzemních vod. Každý měsíc byla měřena koncentrace těchto vod v ramenu řeky Dyje a na 5 místech postupně se vzdalujících od řeky. V tabulce V jsou uvedeny údaje koncentrace živin podle jednotlivých roků (z 5 stanišť byl udělán aritmetický průměr) a celkový průměr z let 1972, 1973, 1974.

Z předloženého můžeme vidět, že pH vod v řece i v podzemních vodách je vyrovnána a je neutrálního charakteru. Nejvyšší koncentrace byla zaznamenána u Ca a Mg a poměrně vysoká koncentrace je u Na.

Samozřejmě, že chemické složení podzemních vod může do značné míry ovlivňovat výživu porostu a rovněž může docházet i k postupnému procesu zasolení, hlavně výstupem solí z geologického podloží. Obtížné je dosavadními metodami kvantifikovat vstup živin touto cestou.

Při hodnocení celkového vstupu živin do půdního subsystému je nutno rozlišovat mezi vstupem do půdy a vstupem do vlastního koloběhu živin, protože za určitých podmínek se mohou živiny v horizontu A₀ stát po značnou dobu nemobilní zásobou. Této otázce bude proto věnována pozornost v další kapitole.

STRUKTURA A ZMĚNY POVRCHOVÉHO PŮDNÍHO HORIZONTU A₀

V rámci blokového diagramu koloběhu živin je hodnota horizontu A₀ udávána dosti často jednou hodnotou bez udání času, ve kterém tato hodnota byla změřena. Vzhledem k důležitosti ročního cyklu, který v této povrchové vrstvě probíhá, jakož i k významu variability ve složení opadu ležícího na půdním povrchu, byla zaměřena naše práce ke studiu dynamiky změn horizontu A₀ jak v ročním cyklu, tak i podle rozdílného složení bioskupin lesních dřevin. Celkem byly studovány 2 roční cykly: od 1. 12. 1972 do 1. 10. 1973 byla studována změna struktury a zásoby organické hmoty v horizontu A₀ a ve druhém cyklu od 1. 12. 1973 do 1. 10. 1974 byly studovány změny ve struktuře i v zásobě živin, kdy výchozí hodnotou nebyla celková zásoba organické hmoty v horizontu A₀, ale roční množství opadu.

Změny v zásobě opadu na půdním povrchu během roku byly sledovány na analyzovaném objektu na 3 plochách podle rozdílnosti druhového složení lesního porostu: plocha č. 1 — s převahou opadu dubového porostu, plocha č. 2 — s převahou opadu dubového porostu s podrostem svídy, plocha č. 3 — s převahou opadu jasanového porostu.

1. cyklus

Odumřelá organická hmota byla odebírána na plochách 1 m² k 1. 12. 1972, 1. 4. 1973, 1. 7. 1973 a 1. 10. 1973. Jako hlavní kritérium pro měření změn během rozpadu hrabanky byla posuzována složka listy a dř. Hmota odumřelého dřeva bude vyžadovat další studium, aby se mohla vyčíslit jeho zásoba a rozklad na půdním povrchu.

Podle údajů uvedených v tabulce VI můžeme vidět, že maximální průměrná zásoba byla zjištěna na ploše č. 2 (s podrostem svídy).

VI. Změna struktury horizontu A₀ (kg na ha — sušina) v období od 1. 12. 1972 do 1. 10. 1973. — The change in a structure of horizon A₀ (kg per ha — dry matter) in a period from Dec. 1st 1972 to Oct. 1st 1973

Datum odběru	Číslo plochy	1 listy	2 dř	3 semena	4 dřevo	Σ 1, 2	Σ 1, 2, 3, 4
1972 1. 12.	1	2500	1800	—	2500	4300	6 800
	2	4200	3200	—	3400	7400	10 800
	3	4700	2200	400	1400	6900	8 700
	Ø	3800	2400	100	2400	6200	8 800
1973 1. 4.	1	1600	1300	—	1200	2900	5 100
	2	2000	1500	—	1200	3500	4 700
	3	2800	1200	200	2000	4000	6 000
	Ø	2100	1300	100	1500	3400	4 900
1. 7.	1	1400	1000	—	3000	2400	5 400
	2	1700	1500	—	800	3200	4 000
	3	—	2100	—	4700	2100	6 800
	Ø	1000	1500	—	2800	2500	5 300
1. 10.	1	1100	1000	200	1300	2100	3 600
	2	1200	1700	—	1100	2900	4 000
	3	—	700	—	2100	700	2 800
	Ø	800	1100	100	1500	1900	3 500

Zásoba opadu (listy a dř) se do 1. 4. 1973 snížila celkem o 2800 kg na ha, což činí 45 % oproti zásobě k 1. 12. 1972; k 1. 7. 1973 se snížila o 3700 kg (tj. 60 %) a k 1. 10. 1973 před započítáním nového opadu listů byla minimální zásoba 1900 kg listů a dř, tedy snížení oproti max. zásobě o 4300 kg (tj. 69 %). V tabulce VII můžeme rovněž pozorovat značné rozdíly v rychlosti rozkladu listů mezi jednotlivými plochami.

Můžeme též pozorovat dosti významnou nerovnoměrnost v rychlosti rozkladu opadu na půdním povrchu mezi tou částí porostu, kde převládá jasan, a tam, kde převládá dub. Tato skutečnost je rovněž faktorem ovlivňujícím heterogenitu půdních vlastností zkoumané plochy a je ještě podtržena kvalitativním složením hrabanky, tj. koncentrací a množstvím živin, které jsou obsaženy v hrabance pod jednotlivými bioskupinami analyzovaného ekosystému lužního lesa.

VII. Změna zásoby živin v horizontu A₀ během roku v kg na ha (Σ listy + drť)
L + F. — The change in the reserve of nutrients in horizon A₀ during a year in kg
per ha (litter and F-layer)

	1. 12. 1972	1. 4. 1973	1. 7. 1973	1. 10. 1973
N	143	59	56	36
P	9	4	5	2
K	24	10	9	7
Ca	99	62	38	17
Mg	21	10	7	4
Popel	984	421	339	231

Celková změna zásoby živin v hrabance během roku je uvedena v tabulce VII. V době maximální zásoby je v hrabance obsaženo nejvíce dusíku, pak Ca, K, Mg a P v hodnotách 143, 99, 24, 21 a 9 kg na ha. Největší změna v zásobě živin byla zaznamenána v období od 1. 12. 1972 do 1. 4. 1973, tedy v jarním období. V době minimální zásoby živin je pořadí živin stejné — N 36 kg, K 7 kg, Mg 4 kg a P 2 kg na ha.

2. cyklus

Po skončení analýzy 1. cyklu, kdy byla studována celková zásoba organické hmoty horizontu A₀ jsme ve 2. cyklu přikročili ke studiu změny struktury a zásoby živin, kdy výchozí hodnotou bylo množství ročního opadu. Poloha studovaných ploch zůstala stejná jako v cyklu 1972—1973.

Analýza byla konána k těmto termínům: 1. 12. 1973, 1. 4., 1. 7. a 1. 10. 1974.

Rychlost rozkladu organických zbytků měla ve druhém cyklu pomalejší začátek, a to k 1. 4. 1974 o 23 % ve srovnání s množstvím k 1. 12. 1973. Snížení k 1. 7. 1974 bylo 50 % a k 1. 10. 1974 83 %. I ve druhém cyklu dynamiky rozkladu opadu je možno vidět velké rozdíly v rychlosti rozkladu podle druhového složení porostu. Extrémní jsou plochy 1 (s převahou dubu) a 3 (s převahou jasanu). Jestliže uvažujeme vývoj zásoby listů na plochách s těmito dvěma dřevinami, můžeme pozorovat intenzitu změny hmotnostních hodnot vyjádřených v % k počáteční zásobě. Na ploše s dubem činilo snížení k 1. 4. 1974 25 %, k 1. 7. 1974 40 % a k 1. 10. 1974 82 %. Na ploše s jasanem se tato hodnota ke stejným termínům změnila o 24, 74 a 97 %. Podle tohoto srovnání můžeme vidět výrazné zrychlení rozkladu jasanových listů hlavně v období mezi 1. 4. a 1. 7.

MIGRACE ŽIVIN V PŮDNÍM PROFILU

Kromě vstupu na půdní povrch má velký význam pro charakter koloběhu živin i půdních procesů vstup živin z opadu do půdního minerálního podloží, migrace látek v půdním profilu, jejich zpětný vstup do biomasy porostu, popř. výstup vyplavováním do podzemních vod.

VIII. Migrace živin v lyzimetrických vodách v letech 1973—1975. — Migration of nutrients in lysimetric waters in 1973—1975

		C		N		P		K		Ca		Mg		pH
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	
1973	uvolněno A ₀	146,7	100	—	—	18,5	100	73,1	100	173,0	100	45,4	100	7,2
	akumulace A	120,3	82	—	—	17,0	91,9	65,3	89,3	74,5	49,3	24,4	53,7	—
	posun	26,4	18	—	—	1,5	8,1	7,8	10,7	78,5	50,7	21,0	46,3	7,1
1974	uvolněno A ₀	167,1	100	20,6	100	4,9	100	77,5	100	130,5	100	39,1	100	6,4
	akumulace A	113,6	68	4,3	21,0	4,4	89,8	67,3	86,8	60,4	46,3	18,5	31,3	—
	posun	53,5	32	16,3	79	0,5	10,2	10,2	13,2	70,1	53,7	40,6	68,7	6,6
1975	uvolněno A ₀	153,5	100	—	—	1,43	100	67,0	100	102,6	100	34,3	100	7,2
	akumulace A	96,9	62,9	—	—	0,94	65,7	43,0	64,2	26,2	25,5	12,1	35,3	—
	posun	56,9	37,1	—	—	0,49	34,3	24,0	35,8	76,4	74,5	22,2	64,7	7,3
Ø	uvolněno A ₀	155,8	100	20,6	100	8,1	100	72,5	100	125,4	100	46,3	100	6,9
	akumulace A	110,2	70,7	4,3	21,0	7,4	91,3	58,5	80,7	53,7	42,8	18,3	39,5	—
	posun	45,6	29,3	16,3	79,0	0,7	8,7	14,0	19,3	71,7	57,2	28,0	60,5	7,0

V naší práci jsme se zaměřili na část této problematiky — uvolňování živin z hrabanky a jejich transport migrující gravitační vodou do minerálního podloží, akumulaci živin v horizontu A (1—8 cm) a množství živin, které bylo vodou transportováno pod tuto hranici (tabulka VIII).

Při hodnocení zjištěných údajů je na první pohled zřejmo několik skutečností. Když porovnáme pořadí živin v době maximální zásoby hrabanky podle hmotnostních hodnot s pořadím živin podle množství, ve kterém byly vyplavovány do minerální části půdy (nebereme-li v úvahu N, kterého režim uvolňování a fixace nebyl v celé šíři prostudován), dostáváme totéž pořadí Ca, K, Mg, P. Ovšem z hlediska pohyblivosti výše uvedených živin v minerální části půdního profilu se pořadí mění. Nejpohyblivější jsou dvojmocné bazické kationty Ca a Mg, cca 50 % živin uvolněných z opadu bylo v roce 1973 posunuto mimo horizont A, v roce 1974 to bylo 53 % Ca a 69 % Mg. U draslíku tato hodnota činí pouze 10,7 % v roce 1973 a 13,2 % v roce 1974, u fosforu pouze 8,1 % v roce 1973 a 10,2 % v roce 1974.

Poměrně vysoký posun bazických kationtů v půdním profilu je zřejmě závislý na předpokládané vysoké koncentraci CO_2 v půdním roztoku.

Celkové vyšší procento posunu živin v lyzimetrických vodách v roce 1974 oproti roku 1973 se dá odůvodnit rozdílem ve srážkách. V roce 1973 bylo zachyceno průměrně pod horizonty A_0 2 465 000 l vody na ha, v roce 1974 3 749 000 l na ha, pod horizonty A v roce 1973 1 005 000 l na ha, v roce 1974 1 758 000 l na ha.

Závislost na klimatických faktorech je zřejmá zvláště při posuzování koncentrace a množství uhlíku obsaženého v lyzimetrických vodách. Koncentrace C se zvyšuje při nižších srážkách a snižuje při vyšších, celková hodnota migrujícího C v kg na ha přímo závisí na množství migrující vody, průběh hodnot uvolněného a transportovaného uhlíku má tedy stejný charakter jako průběh hodnot lyzimetrických vod. Na základě této závislosti jsme vypočetli předpokládaný objem C migrujícího z opadu do minerální části půdního profilu pro rok 1975 na základě hodnot roku 1973, 1974 a tyto hodnoty jsme pak porovnali s hodnotou C stanovenou i pro rok 1975 laboratorně:

měsíce	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	rok
vypočtená hodnota v kg na ha	8	—	9	8,5	26	20	25	6	2	15	11	18	148
analytická hodnota v kg na ha	7	—	8	3	35	15	17	4	3	20	24	17	153

Můžeme tedy konstatovat, že kalkulace na základě stanoveného objemu lyzimetrických vod v běžném roce a použití naměřených hodnot koncentrace C v předcházejících letech nám umožňuje dostatečně přesný výpočet hodnot C migrujícího v půdním profilu. Tato závislost je dosti významná u Ca a nedostatečná u K a Mg.

Došlo dne 25. 1. 1977

Literatura

1. BAZILEVIČ, N. J. — RODIN, L. E.: Typy biologického krugovorota zolnych elementov i azota v osnovnykh prirodnykh zonakh severnogo polušarja. Doklady k VIII. Mežd. kongr. počv., 1964, Nauka, Moskva
2. BERNHARD, F.: Étude de la litière et de sa contribution en Cycle des éléments minéraux en forêt ombrophile de Côte — D'Ivoire. 1970, Oecol. Plant. N° 1, 1970, Paris
3. CARLISLE, A. — BROWN, A. H. F. — WHITE, E. I.: The nutrient Content of Tree Stem Flow and Ground Flora Litter and Leachates in a Sessile oak (*Quercus petraea*). Woodland J. Ecol. 55, 1967, s. 615-627
4. COLE, D. V. — GESSEL, S. P. — DICE, S. F.: Distribution and Cycling of Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Calcium in a Second Growth Douglas — Fir Ecosystem. Symp. Primary Productivity and Mineral Cycling in Natural Ecosystems. New York City, 1967
5. DIJKERMAN, I. C.: Pedology as a science: the role of data models and theories in the study of natural soil systems. Geoderma 11, 1974, s. 73-93
6. DUVIGNEAUD, P. — DENAYER DE SMET, S.: Le Cycle d'éléments biogènes dans l'écosystème forêt. Travaux de Laboratoire de Botanique et de Phytogéographie de L'Université libre de Bruxelles. Publication N° 58, 1964
7. HABR, J. — VEPŘEK, J.: Systémová analýza a syntéza. SNTL Praha 1973
8. JENNY, H.: Factors of Soil Formation. A System of Quantitative Pedology. Mc Graw — Hill. New York N. Y. 281 pp, 1941
9. KLINE, I. R.: Mathematical simulation of soil — plant relationships and soil genesis. Soil Sci. 3, 1973, s. 240-249
10. PELÍŠEK, J.: Půda a dynamika jejích ekologicky se uplatňujících vlastností. Záv. zpráva výzkum. úkolu VI-2-1-d, Brno, VŠZ — lesnická fakulta, 1974
11. RAPP, M.: Cycle de la matière organique et des éléments minéraux dans quelques écosystèmes méditerranéens. Edition du Centre national de la Recherche Scientifique, Paris 1971, N° 4
12. RODIN, L. E. — BAZILEVIČ, N. I.: Production and mineral cycling in terrestrial vegetation. Edinburg and London 1967
13. SMOLÍK, Z.: Záření, klima a mikroklima v lužním lese. Závěrečná zpráva, Brno, les. fakulta VŠZ, 1975
14. ŠILOVOVÁ, E. I.: Metod polučeníja počvennogo rastvora v prirodnykh usloviach. Počvovedeníje, 1955, N° 11, s. 86-90
15. VAŠÍČEK, F.: Primární produktivita dřevinné složky a její produkce ve vybraných lesních ekosystémech — keřová složka v ekosystému lužního lesa. Závěrečná zpráva, Brno, les. fakulta VŠZ, 1975
16. VAŠÍČEK, F.: Biomasa a struktura bylinné vrstvy v ekosystému lužního lesa (*Ulmeto-Fraxinetum carpineum*). Závěrečná zpráva, Brno, les. fakulta VŠZ, 1975
17. VYSKOT, M.: Tree Story Biomass in Lowland in South Moravia. Rozpravy ČSAV, 1976, roč. 86, sešit 10, Academia Praha

КЛИМО, Е. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). В настоящее время протекающие почвенные процессы в экосистеме пойменного леса в Леднице на Мораве. Lesnictví, 24, 1978 (2): 155-168.

В рамках Международной биологической программы изучался характер протекающих в настоящее время почвенных процессов в экосистеме пойменного леса близ Леднице на Мораве на алювиальных почвах реки Дые:

1. Определены значения приема действующих веществ почвенной средой в кг на га за год: С — 3920, N — 158, P — 22, K — 109, Ca — 244, Mg — 48.

2. Установлен запас в органических остатках на почвенной поверхности и изменения этого запаса в течение года, а также его структура. Максимальный запас действующих веществ в кг на га составлял: N — 143, P — 9, K — 24, Ca — 99, Mg — 21, зольные вещества 984. Минимальный запас действующих веществ в кг на га: N — 36, P — 2, K — 7, Ca — 17, Mg — 4, зольные вещества 231.

3. Определены значения миграции веществ из лесной подстилки в почвенный профиль. Из горизонта A₀ было выделено в кг на га за год: С — 153, N — 20, P — 81, K — 72,5, Ca — 125,4, Mg — 46,3. Мигрирующие воды имели преимущественно нейтральную реакцию в пределах pH 6,9—7,3.

4. Отмечена значительная зависимость между количеством мигрирующей воды и концентрацией органического углерода в этих водах. Концентрация С в лизиметрических водах была наибольшей при наименьшем количестве мигрирующих вод. Абсолютное значение мигрирующего С было пропорционально абсолютному значению мигрирующей лизиметрической воды.

протекающие почвенные процессы; круговорот действующих веществ; запасы действующих веществ; пойменный лес

KLIMO, E. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Recent Soil Processes in the Ecosystem of the Lowland Forest at Lednice in Moravia*. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 155-168.

In the framework of the International Biological Programme we have studied the character of recent soil processes in the ecosystem of the lowland forest near Lednice in Moravia on the alluvial soils of the Dyje river:

1. We determined values of the input of nutrients into the soil environment in kg per ha and year: C — 3920, N — 158, P — 22, K — 109, Ca — 244, Mg — 48.

2. We determined the reserve of organic residues on the soil surface and changes in this reserve during the year, as well as its structure. The maximum reserve of nutrients in kg per ha: N — 143, P — 9, K — 24, Ca — 99, Mg — 21, ash — 984. The minimum reserve of nutrients in kg per ha: N — 36, P — 2, K — 7, Ca — 17, Mg — 4, ash — 231.

3. We determined the values of migration of substances from litter to the soil profile. It was released in kg per ha and year from horizon A₀: C — 153, N — 20, P — 81, K — 72.5, Ca — 125.4, Mg — 46.3. pH of migrating waters had prevalingly neutral reaction which varied within 6.9–7.3.

4. We stated the significant relation between the amount of migrating water and the concentration of organic C in these waters. The concentration of C in lysimetric waters was the highest at the lowest amount of migrating waters. The absolute value of migrating C was proportional to the absolute amount of migrating lysimetric water.

recent soil processes; nutrient cycle; reserves of nutrients; lowland forest

KLIMO, E. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Rezente Bodenprozesse im Ökosystem eines Auewaldes in Lednice (Mähren)*. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 155-168.

Im Rahmen des Internationalen biologischen Programms wurde der Charakter von rezenten Bodenprozessen im Ökosystem eines Auewaldes bei Lednice in Mähren auf alluvialen Böden des Flusses Dyje studiert, u. zw.:

1. Es wurden die Werte des Nährstoffeintrittes in die Bodenunwelt in kg je ha pro Jahr folgend festgestellt: C — 3920, N — 158, P — 22, K — 109, Ca — 244 und Mg — 48.

2. Es wurde der Vorrat in organischen Resten auf der Bodenoberfläche und die Veränderungen dieses Vorrates im Laufe des Jahres sowie ihre Struktur bestimmt. Maximaler Nährstoffvorrat in kg je ha: N — 143, P — 9, K — 24, Ca — 99, Mg — 21, Aschenstoffe 984. Minimaler Nährstoffvorrat in kg je ha: N — 36, P — 2, K — 7, Ca — 17, Mg — 4, Aschenstoffe 231.

3. Es wurden die Werte der Migration von Stoffen aus dem Waldstreu in das Bodenprofil bestimmt. Aus dem Horizont A₀ wurden folgende Werte in kg je ha pro Jahr festgestellt: C — 153, N — 20, P — 81, K — 72,5, Ca — 125,4 und Mg — 46,3. Das pH der migrierenden Gewässer wies überwiegend neutrale Reaktion im Bereich von 6,9–7,3 auf.

4. Es wurde eine signifikante Abhängigkeit zwischen der Menge des migrierenden Wassers und der Konzentration des organischen C in diesem Gewässer konstatiert. Die C-Konzentration in lysimetrischem Wasser war bei der niedrigsten Menge der migrierenden Gewässer am höchsten. Der absolute Wert des migrierenden C war in bezug auf die absolute Menge des migrierenden lysimetrischen Wassers proportional.

Rezente Bodenprozesse; Nährstoffkreislauf; Nährstoffvorrat; Auewald

KLIMO, E. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Processus de sol récents dans l'écosystème de la forêt fluviale à Lednice en Moravie*. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 155-168.

C'est dans le cadre du Programme biologique international que l'on étudiait le caractère des processus de sol récents dans l'écosystème de la forêt fluviale près de Lednice en Moravie sur les sols alluviaux de la rivière de Dyje:

1. On a déterminé les valeurs d'entrée des matières nutritives dans le milieu de sol en kg à l'hectare par an, à savoir: C — 3920, N — 158, P — 22, K — 109, Ca — 244, Mg — 48.

2. On a déterminé la réserve en résidus organiques sur la surface de sol et les changements de cette réserve ayant lieu au cours de l'année, aussi bien que sa structure. La réserve maxima en matières nutritives en kg à l'hectare était la suivante: N — 143, P — 9, K — 24, Ca — 99, Mg — 21, cendres 984. La réserve minima en matières nutritives en kg par hectare s'élevait en kg à l'hectare à: N — 36, P — 2, K — 7, Ca — 17, Mg — 4 et cendres à 231.

3. On a déterminé les valeurs de migration des matières de la litière forestière dans le profil de sol. De l'horizon A₀ on a constaté le dégagement des quantités suivantes en kg à l'hectare par an: C — 153, N — 20, P — 81, K — 72,5, Ca — 125,4, Mg — 46,3. Le pH des eaux en migration accusait pour la plupart la réaction neutre dans les limites entre 6,9 et 7,3.

4. On a constaté une dépendance importante entre la quantité d'eau de migration et la concentration du carbone organique dans les eaux en question. La concentration du carbone dans les eaux lysimétriques a été la plus élevée quand la quantité d'eau en migration était la plus faible. La valeur absolue du carbone en migration était proportionnelle à la quantité d'eau lysimétrique en migration.

processus de sol récents; circulation des matières nutritives; réserves en matières nutritives; forêt fluviale

Adresa autora:

Doc. Ing. Emil K l i m o, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Brno

RENDZINY LESOV ZÁPADNÝCH KARPÁT

R. Šály

ŠÁLY, R. (Vysoká škola lesnícka a drevárka, Zvolen). *Rendziny lesov Západných Karpát*. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 169-184.

K problematike pôd oblastí karbonátových hornín pristupujeme z iných pozícií ako tomu bolo pri doterajších klasifikáciách československých lesných (Pelíšek 1964) či poľnohospodárskych pôd (Němeček a kol. 1967). Za nespornú považujeme nutnosť odčleniť od rendzín pôdy vytvorené zo svahovín reliktných červenavých ílov, ktoré sa s rendzinami často mozaikovite, v závislosti na reliéfe, prelínajú. Z hľadiska ekologického pôdoznenstva pokladáme za nutné chápať i pararendziny ako samostatný typ, odlišujúci sa od rendzín hĺbkou a skeletnosťou. Pri triedení rendzín na podtypy vychádzame z charakteru svahovinnového materiálu, jeho hrúbky, skeletnosti i zvrstvenia, kladieme dôraz na odvápnenie, ktoré je tu hlavným čiastkovým pôdotvorným procesom. Pre každý podtyp pokladáme za záväznú kombináciu diagnostických horizontov. V práci podávame ďalej charakteristiku vlastností rendzín, popis podtypov, ich rozšírenie v oblasti Západných Karpát. Hovoríme tiež o súvislostiach medzi výskytom pôd a rastlinných spoločenstiev (skupín lesných typov podľa Zlatníka).

rendziny; karbonátové horniny; lesnícka typológia

Podľa výsledkov stanovištného prieskumu bolo na Slovensku vylíšených 330 000 ha, t. j. 19,1 % plochy rendzín [12,2 % hnedých, 6,8 % sivých a 0,3 % degradovaných rendzín]. Počas tohoto prieskumu (Randuška a kol. 1959), sa za rendziny pokladali všetky pôdy, ktoré mali karbonátový či karbonátovo-silikátový skelet. Ako rendziny sa označovali aj neskeletnaté pôdy, ak mali v podloží vápenec a neboli hlboké. Je už dnes mimo diskusie, že to nebolo správne. Odrazilo sa to napokon i v značnom rozpore medzi mapami pôd a mapami skupín lesných typov [vylíšených bolo 19 % rendzín, ale 4,5 % skupín tzv. zvláštneho radu D, radu vápencového].

Ako nesporná sa nám zdá potreba odčleniť od rendzín pôdy vytvorené zo svahovín reliktných červených a červenohnedých ílov, ktoré sa s rendzinami často mozaikovite, najmä v závislosti od reliéfu prelínajú. Pelíšek vo svojej klasifikácii (1964) zaraďuje tieto pôdy medzi hrdzavé a sčasti i okrové rendziny. V klasifikácii poľnohospodárskych pôdoznenstiev (Němeček a kol. 1967, Bedrna a kol. 1968) neboli takéto pôdy vylíšené a pri mapovaní sa zaraďovali k hnedozemiam. V poslednom svojom návrhu Němeček (1973) radí tieto pôdy k pelosom, k podtypu reziduálny pelosol. V zhode s našou predchádzajúcou

mienkou [Š á l y 1962] vylišujeme teda tieto pôdy ako samostatný typ *terrae calcis*.

V istom zmysle problematickou zostáva potreba a možnosti rozdelenia zvyšných karbonátových pôd na rendziny a pararendziny. Ako je známe, P a l l m a n n a jeho škola švajčiarskych pôdoznalcov rozlišovala 2 typy pôd: pôdy humusovo-karbonátové (na čistých vápencoch a dolomitoch, pôdnu hmotu tvoria len úlomky vápenca a humátový vápna, obsah ílu je nepatrný) a redziny, ktoré vznikajú na karbonátovo-silikátových horninách, ich pôdna hmota sa skladá z vápna, ílu a humusovo-ílových komplexov (P a l l m a n n 1949, B a c h 1950). V našej pôdoznaleckej literatúre ešte pred II. svetovou vojnou bolo zaužívané oddelenie rendzín od slieňovatiek. N ě m e č e k (1973) tiež vylišuje vedľa rendzín i karbonátový a vertikálny pelosol.

Z európskych klasifikácií pôd sa žiada uviesť K u b i e n u (1953) a na neho nadväzujúceho F r a n z a (1960), ktorí rozlišujú rendziny na pevných vysokopercenčných karbonátových horninách a pararendziny na karbonátovo-silikátových horninách. Tomuto ponímaniu sa blíži i rozdelenie v západonemeckej klasifikácii (M ü c k e n h a u s e n 1966), ktoré je však komplikované ešte vylíšením pelosolov (tzv. Kalkpelosol). B l u m e (1970), vychádzajúc z týchto koncepcií, vylišuje typy:

rendzina (vápenec, dolomity, obsah ílu do 30 %, karbonátov 70 až 100 %), slieňová rendzina (ílový slieň, obsah ílu 30—70 %, karbonátov 30—70 %), pelosol (slienitý íl, obsah ílu 70—95 %, karbonátov 5—30 %), pararendzina (slieň, piesčitý slieň, slienitý piesok, obsah ílu 0—30 %, karbonátov 5—70 %).

V klasifikácii pôd NDR (E h w a l d 1966) sa chápe rendzina v širšom poňatí (pararendzina včítane). R o z o v a I v a n o v a (1967) vylišujú typ „dernovokarbonatnyje počty“ s podtypmi: typické, vylúhované, podzolované, s radmi: karbonátové, silikátovo-karbonátové, nevyvinuté. Ďalej rozoznávajú typ „rendziny buryje“ a podtypmi: typické a vylúhované s radmi: karbonátové, ílovito-slienité, neúplne vyvinuté a na kompaktných horninách.

Vo francúzskej klasifikácii (D u c h a u f o u r 1965) sa v triede kalcimorfných pôd rozlišujú rendziny, pararendziny a karbonátové brunifikované pôdy. V prehľade pôdných jednotiek FAO (1968) sa rendziny definujú ako pôdy s mollikovým horizontom na karbonátovej hornine, ktorá má viac ako 40 % CaCO_3 , bez kompaktnej skaly do 25 cm, avšak s karbonátovou horninou do 50 cm.

Z uvedeného vyplýva, že ak sa rendziny a pararendziny rozdelia, je dôležité, kde sa položí deliaca čiara medzi tieto dve skupiny pôd. Táto je závislá od horniny, z ktorej sa vyvinul minerálny podiel. Karbonátové a karbonátovo-silikátové horniny však predstavujú neobyčajne pestrú skupinu viazanú veľkým počtom prechodných medzičlánkov. Tak napr. K o n t a (1972) uvádza medzi sedimentmi 24 horninových radov, teda rôznych prechodov medzi karbonátovými a silikátovými horninami. Ak k tomu pripočítame ešte silikátovo-karbonátové horniny metamorfované a vyvreté, vidíme, že máme do činenia s veľkým počtom medzičlánkov.

Potreba rozdeľovať vápnné horniny z hľadiska pôdoznalstva aspoň na dve skupiny plynie nielen z rôzneho stupňa intervencie silikátovej zložky pri zvetrávaní čistých a nečistých vápencov (karbonátových

hornín). Vyplýva z veľmi rozdielnych fyzikálnych vlastností, ktoré majú zase odraz vo zvetrávacích procesoch. Ako hranica medzi tvrdými a mäkkými horninami sa berie obyčajne tzv. modul elasticity podľa Jounge (in Pedro 1972) 100 000 barov. Tvrdé vápence majú modul v rozpätí 150 do 500 000 barov, mäkké medzi 40 až 90 tisícmi. Tvrdosť a odolnosť voči stlačeniu má vážne dôsledky pri rozklade horniny. Ďalšou dôležitou vlastnosťou je pórovitosť. Kým pri slieňoch môže táto číniť až 50 %, kryštalické vápence majú pórovitosť 1—2 %. Pri nich sa nejedná vlastne o póry, ale o mikrotrhliny. Kompaktné alebo masívne vápence majú pórovitosť 2—8 %. Všeobecne možno povedať, že tvrdé vápence majú pórovitosť pod 10 %. Rozpúšťanie karbonátových hornín bude úzko súvisieť s pórovitosťou.

Podľa našej mienky je oddelenie rendzín a pararendzín potrebné zvlášť z hľadiska ekologického pôdoznalstva, lebo sa odráža v takých ekologicky významných vlastnostiach ako je skeletnatosť, hĺbka pôdy a jednostrannosť či harmoničnosť chemizmu. Vzhľadom na častú prímies cudzieho materiálu vo svahovinách karbonátových hornín, o ktorej sme pojednali inde (Šály 1972, 1974), môže sa zdať oddelenie ešte spornejšie. Prímies však obyčajne nebýva tak veľká, aby zatlačila do pozadia dôsledky extrémity čistých karbonátových hornín. Sme toho názoru, že pokiaľ ide o svahovinový materiál tvorený len zeminami z karbonátových a karbonátovo-silikátových hornín a cudzí materiál je len prímesový, netvorí samostatné vrstvy (napr. vrstvy sprašového materiálu, červeného ílu a pod.), možno deliacu čiaru, súvisiacu s charakterom horninového materiálu, položiť na obsah 75 % CaCO_3 , resp. MgCO_3 , s ktorým uvažujú i niektorí z citovaných autorov.

Rozdiel v skeletnatosti medzi týmito dvoma pôdnymi typmi je zrejmy a je odrazom odlišnej zvetrateľnosti, súvisiacej hlavne so spomínanou tvrdosťou a pórovitosťou hornín. Priame pozorovania z terénu ukazujú, že pri rendzínach býva skeletnatosť vo vrchných 40 cm prevažne nad 30 % objemu. Pararendziny majú v hlavnej rizosfére (40 cm hĺbka) skeletnatosť menšiu ako 30 %. Hĺbka pôd súvisí s hrúbkou jednotlivých svahovinových vrstiev. B horizonty pararendzín sú obyčajne o tretinu až o polovinu hlbšie než ekvivalentné horizonty rendzín.

Ako substráty rendzín teda prichádzajú u nás do úvahy kryštalické a čisté vápence a dolomity, menej čisté variety týchto hornín (slienité, rohovcové, hluznaté, rádioláριοvé, brekciové a bunkovité vápence, železité dolomity atď.). Ako substráty pararendzín prichádzajú do úvahy svahoviny z vápnitých ílov, pieskov, slieňov, slienitých bridlíc, slieňovcov, vápnito-ílovitých bridlíc, vápnitých ílovcov, karbonátových zlepcov a brekcií, vápnitých pieskovcov, vápnitých fylitov, rôzne vápnité nespevnené sedimenty atď.

Zároveň sa však žiada zdôrazniť, že vlastným materským, pôdotvorným materiálom rendzín nie sú vypočítané prevažne pevné sedimentárne horniny, ale z nich odvodené horniny sypké, usadené na svahoch ako produkty zvetrávania a transportu zemín počas pleistocénnych období. Existencia týchto, prevažne soliflukčných zemín, tzv. svahovín, bola za posledných 20 rokov dokázaná v celom rade zemí strednej a západnej Európy, v bývalých periglaciálnych oblastiach. Dôkazy pre ČSSR sme podali v iných pojednaniach (napr. Šály 1971, 1974).

MATERIÁL A METODIKA

Uzávery tejto práce sa opierajú o terénny výskum a výsledky analýz pôdných vzoriek. V rámci terénneho výskumu sme využili jednak kopané sondy, jednak sieť novovybudovaných zväznic, ktoré dovoľovali posúdiť zmeny pôdneho krytu na dlhých súvislých odkryvoch a jeho väzby na reliéf terénu a podložné horniny. Od roku 1965 sme preskúmali cca 90 km zväznic v obvode rôznych lesných závodov. Išlo o pohoria so značným výskytom alebo i prevahou karbonátových hornín: Malé Karpaty, Povážsky Inovec, Strážovské vrchy, Tribeč, Malá a Veľká Fatra, Nízke a Belanské Tatry, Muránska planina, Slovenský raj, Pieniny, Slovenský kras, Čierna hora a Krivošanka. Ďalej sme v mierke 1:10 000 zmapovali pôdy štátnych prírodných rezervácií Skalná Alpa, Veľká Stožka, Prielom Hornádu, Veľký a Malý Kyseľ o celkovej rozlohe 1400 ha.

K laboratórnym rozborom sme použili 305 vzoriek odobratých zo 76 pôdných profilov. Pri rozboroch sme použili tieto metódy:

- a) rozbor zrnitosti Kačinského metódou, pipetovaním, po predchádzajúcej dispergácii ultrazvukom (Šály 1967);
- b) obsah humusu a frakciové zloženie Ľurinovou metódou;
- c) pH — hodnoty vo vodnej a soľnej suspenzii merané potenciometrom so sklenenou a kalamelovou elektródou;
- d) prístupný draslík podľa Schachtschabela;
- e) formy železa metódami podľa Mehru-Jacksona, Coffina;
- f) obsah CaCO_3 Jankovým vápnomerom;
- g) obsah kremeňa pomocou DTA (Šály 1972);
- h) zastúpenie i druh ílových nerastov pomocou roentgenovej difraktometrie a ďalších metód (Šály, Mihálik 1970) po izolácii ílu odstredovaním.

Zo získaných výsledkov prinášame v tabuľkách len hodnoty vzorových profilov a v globálnych charakteristikách udávame intervaly získaných hodnôt.

Pri označení pôd a diagnostických horizontov sa pridržame zásad uvedených v našich dočasných učebných textoch (Šály 1973).

VÝSLEDKY, ICH SUMARIZÁCIA A VYHODNOTENIE

SVAHOVINY AKO MATERSKÝ SUBSTRÁT RENDZÍN

Medzi pôdou a charakterom svahovín vidno zásadnú zhodu. V oblastiach budovaných karbonátovými horninami majú svahoviny pestré a menlivé zloženie. Vzhľadom na to ich možno rozdeliť na 4 veľké skupiny (materiál vápencový, dolomitový, slieňový a materiál z reliktných ílov, ktorý máva sprašový prímes, prípadne sa kombinuje so sprašovými vrstvami). Sme toho názoru, že aj pôdy vytvorené na materiáloch pochádzajúcich z vápencov a dolomitov sú odlišné. Odlišnosti sú napr. v zrnitosti (napr. z dolomitov piesčitohlinité až hlinité, z vápencov ílovitohlinité až ílovité). Nadbytok horčíka i s tým súvisiaci známy antagonizmus iónov Mg^{++} — K^+ sa zrejme prejavuje aj vo výžive rastlín. Teda pôdy z dolomitového materiálu sú podľa nášho názoru ešte extrémnejšie. Vzhľadom na množstvo prechodov medzi vápencami a dolomitmi, miešanie materiálu i nemožnosť praktického odlíšenia, uvažujú sa na oboch týchto podložiach rendzinové pôdy (kalcimagnéziové prostredie — Durand, Dutil 1972). Na svahovinovom materiáli tretieho typu uvažujeme pararendziny a pri štvrtom type *terrae calcis*. Ak je však sprašová vrstva nad ílovým alebo vápencovým materiálom silnejšia (uvažujeme s hranicou 30 cm), môžu sa na takomto materiáli vyvíjať aj ilimerizované pôdy.

Medzi podtypmi rendzín a kombináciou vrstiev vo svahovinách vidno rámcovú zhodu (Š á l y 1974b). Typické rendziny sú vytvorené na plytkých svahovinách reprezentovaných len tenkou vrstvou bazálneho súvrstvia, v ktorej je vytvorený horizont Am. Ak vychádzame z údajov Rohdenburga a Meyera (1963), rozpustila sa počas holocénu 20 až 40cm vrstva čistých vápencov. Z nich sa mohla vytvoriť najviac 10cm vrstva pôdy. Teda holocénne pôdy na pevných vápencoch môžu byť vo vývojovom štádiu protorendziny. Snáď len na ílových vápencoch, prípadne silnejšie mrazom narušených, pevných, čistejších vápencoch, možno pripustiť vytvorenie sa typickej rendziny počas holocénu. Takéto konštatovanie súhlasí i s výsledkami detailných štúdií Bluma (1968).

Z hľadiska zvetrávania karbonátových hornín a tvorby svahovín a pôdy sa žiada poznamenať, že dotiaľ, kým karbonáty z jemnozeme nie sú vymyté, nerasty prechádzajúce z nerozpustného zvyšku (zdedené nerasty) sa menia pomerne málo. Až po zakyslení zvetrávajú živce, slúdy, pričom sa tvoria hnedé kysličníky železa. Tiež karbonáty a silikáty železnaté prechádzajú na oxidy a hydroxidy. Hnedú farbu však môže mať zvetralina ešte aj počas prítomnosti CaCO_3 , lebo v nerozpustnom zvyšku vápencov či dolomitov sa vyskytujú i hotové oxidy Fe. Ak ich je viac, môžu sa svojím farebným účinkom uplatniť.

Dolomit sa rozpúšťa horšie ako vápenec. Aj karbonát Ca sa z dolomitu pomalšie rozpúšťa a vymýva ako z čistého vápenca. Rozpúšťanie je tým rýchlejšie, čím je hornina jemnejšie dispergovaná. V najjemnejších frakciách je preto obsah karbonátov najmenší. Jemnozeme môže byť už do značnej hĺbky odvápnená, ba i kyslá, hoci v hornej časti profilu nachádzame ešte karbonátový skelet.

I v rozľahlejších oblastiach čisto karbonátových hornín sú rendziny cudzorodou prímесou „zaprášené“. Nenašli sme „čisté“ rendziny, vytvorené len z nerozpustného zvyšku lokálnej karbonátovej horniny. Na základe mineralogických rozborov sme došli k záveru (Š á l y 1972, 1974), že treba uvažovať aspoň s 10% prímесou cudzieho nerastného materiálu, hlavne kremeňa, vo vrchných horizontoch pôd. Tam, kde sa vápence či dolomity striedajú s inými horninami, je táto prímес ešte väčšia v dôsledku miešania sa materiálu pri soliflukcii. Vzhľadom na tieto okolnosti je skupina rendzín skupinou dosť variabilných pôd, takmer vždy treba hovoriť o súpôdii, komplexoch pôd, pri ktorých sa v pestrej mozaike obmieňa napr. hrúbka horizontov, ba aj ich počet, ako to uvidíme i pri popise subtypov.

Spomínaná eolická prímес, napr. prímес kremeňa, živcov, slúd k lokálnej zvetraline, pochádza z obdobia würmu. Podľa našich zistení táto prímес stúpa v poradí: protorendziny — sutinové — typické — vylúhované — hnedé rendziny — hnedé vylúhované rendziny. Napr. v štátnej prírodnej rezervácii V. Stožka sme zistili takýto podiel kremeňa vo frakciách prachu a piesku v hĺbke 0—40 cm (% jemnozeme):

RA sutinové 2—9 % (priemerne 3,6 % pri 11 vzorkách),
RA vylúhované 0,2—10,1 % (priemer 5,7 % pri 7 vzorkách),
RA hnedé 4,3—14,4 % (priemer 7,9 % pri 9 vzorkách),
RA hnedé, vylúhované 15,7—31,9 % (priemer 22,2 % pri 7 vzorkách).

V rezervácii Skalná Alpa (pohorie Veľká Fatra) sme tiež zistili obdobné poradie. Možno z toho vyvodiť, že so zvýšením cudzej prímеси

stúpa náklonnosť k vylúhovaniu karbonátov zo zemín. Je to evidentné aj vzhľadom na pôvodne menšie rezervy CaCO_3 vo viacej znečistených zeminách.

Pokiaľ ide o hrúbku svahovín a ich zvrstvenie, možno všeobecne konštatovať, že vo vyšších polohách a na severných expozíciách sú svahoviny hlbšie a pozostávajú z viacerých vrstiev. V nižších polohách a na južných expozíciách často nachádzame len zvyšky bazálneho súvrstvia v hĺbke 30—50 cm je podložná hornina, vo vyšších polohách (800—1200 m) je vytvorené i hlavné súvrstvie, bazálne má obyčajne dve vrstvy. Celková hrúbka môže dosiahnuť 100—150 cm. Nie je teda možné obmedziť ponímanie rendzín len na pôdy, ktoré majú pevnú horninu už v hĺbke 50 cm, ako to predpokladá návrh klasifikácie pôd FAO. Prímes či výskyt samostatných vrstiev sprašového materiálu a červeného zvyškového ílu má úzkou koreláciu s reliéfom terénu: je hojnejšia na miernejších sklonoch a na plošinách, a to aj vysoko položených (1200—1300 m n. m.).

VLASTNOSTI RENDZÍN

Vlastnosti profilu podmieňuje vysoký obsah dvojmocných iónov. Produkty zvetrávania, rozkladu organických látok a humifikácie sú týmito kationmi dôkladne nasýtené. Vplyv vápna a vyššej biologickej aktivity sa odráža v dobre vyvinutej, pevnej, navyiac stredne až hrubodrobinkovitej štruktúre týchto pôd. Humusová forma je najčastejšie mull, niekedy i rendzinový moder, ktorý tvoria hlavne exkrementy živočíchov. Humínové kyseliny sú nasýtené vápnikom a neutralizované na humáty vápna. Koloidné častice sú vyzrážané a zostávajú na mieste, prípadne sa činnosťou edafónu v profile premiešavajú. V typickej forme sú to pôdy s dvoma horizontmi, Am — Cl, s neutrálnou až mierne alkalickou reakciou. Sorpčný komplex je nasýtený. Prevažná časť našich rendzín má však viac než dva horizonty.

Výmenná sorpčná kapacita závisí predovšetkým od obsahu humusu a kolíše v horizonte A v rozmedzí od 30 do 65 mekv na 100 kg. V priebehu výmenných báz v profile nepozorujeme akumuláciu v spodine, naopak, s hĺbkou ich celkové množstvo obyčajne klesá, lebo klesá aj obsah humusu. Na sorpčnej kapacite sa podieľa zo 60 až 70 % humus. Medzi výmennými kationmi úplne prevláda vápnik, ktorého býva 70 až 90 % ze sorpčnej kapacity. Zvyšok pripadá na ostatné katióny, z ktorých býva najviac zastúpený horčík, najmä v rendzinách z dolomitov (Š á l y 1962).

V humusových pomeroch sa prejavuje vplyv nadmorskej výšky. Obsah humusu rendzín z nižších polôh (do výšky približne 600 m n. m.) kolíše v horizonte A v rozpätí od 4 do 14 % v hornej časti. V dolnej časti horizontu (v hĺbke 20—30 cm) sme zistili rozpätie od 1 do 7 % humusu. S ohľadom na vysokú skeletnosť a na celkovú plytkosť profilu sú absolútne zásoby humusu malé. Zistili sme rozpätie od 70 do 150 t na ha v 50 cm. Vo vyšších polohách je humusu viac: horizont A má 10—27 % vo vrchnej časti, resp. 2—10 % v dolnej časti, prípadne v hedom horizonte. Absolútne množstvá humusu kolíšu v rozpätí od 120 do 240 t na ha v 50 cm. Kvalitou humusu sú si obe tieto skupiny

pôd blízke. Podľa našich zistení kolíše v hĺbke do 40 cm pomer C/N v horizonte A od 9 do 11. Podiel priamo v NaOH rozpustných zložiek humusu je < 20 % a do hĺbky klesá. S nadmorskou výškou stúpa rozpustnosť humusu (z 20 na 25 %) a fulvokyselinová frakcia (fla) číni 5 až 10 %. V humusových pomeroch sa prejavuje vplyv nasýtenia bázycky pôsobiacími kationami, i keď treba povedať, že rendziny majú predsa len iné zloženie humusu ako černoze (celková mierna prevaha fulvokyselinových zložiek nad humínovými kyselinami v humuse rendzín — Š á l y 1968).

Kvalitou a celkovým kvantom sa od týchto pravidiel a udaných rozptátí neodlišuje ani humus sutinových rendzín. V jemnozemi týchto pôd sme zistili 13 až 61 % humusu. Treba si však opäť uvedomiť, že ide o percento v jemnozemi, ktorá tvorí menšiu (10 až 49 %) časť celkovej pôdnej hmoty.

Horizont A rendzín máva v spodnej vrstve zreteľnú hranicu. Výnimku tvorí horizont sutinových rendzín, ktorý zasahuje do hĺbky a v spodnej časti je neostro oddelený.

Po zrnitostnej stránke jemnozemi rendzín býva ťažšia, ílovitohlinitá, najmä na vápencoch. Na dolomitoch býva hlinitá, niekedy až piesčitolinitá. Súvisí to so spomínaným rozdielom v charaktere nerozpustného zvyšku. Dobrá štruktúra a prímies skeletu ich robí ľahšími, často upravuje ich fyzikálne vlastnosti na optimum. Sú zväčša kypré, dobre priepustné pre vodu. Vzhľadom na plytký profil, a tým nízku dažďovú kapacitu, dobrú priepustnosť nielen horizontu A, ale aj horninového podložia, ktoré býva rozpukané, kavernózne, dochádza k veľkým stratám vody, takže zásoby vody v rendzinách bývajú nízke. Minerálne sú to pôdy bohaté, v prijímaní živín porastom má však často úlohu nedostatok vody.

Minerálna bohatosť je však jednostranná. Majú nadbytok Ca, Mg, kým ďalších živín ako K, P môže byť nedostatok. Zistili sme napr. slabé zásoby prístupného draslíka (tabuľka I). Tieto len vo vrchnej časti horizontu A dosahujú stredné hodnoty (9,1—18 mg).

Pre dostatok vody, ktorý sa prejavuje najmä v nižších polohách a pre jednostranný chemizmus, sú rendziny málo úrodné. Lesné porasty na nich sú o 2 až 3 bonitné stupne horšie ako porasty na paralelných hnedých lesných pôdach. Táto negatívna charakteristika platí ešte viac pre rendziny na dolomitoch. Výsušnosť pôd je príčinou, že na rendzinách a najmä na južných expozíciách, vystupujú suchomilné spoločenstva do značných nadmorských výšok. Zhruba možno pri nich uvažovať s hranicou výsušnosti pôd do výšky 700 až 800 m n. m.

Asociácie ílových nerastov sú veľmi pestré (tabuľka I), čo súvisí s vplyvom horniny a zdedenými nerastmi. V porovnaní s inými skupinami pôd vyniká hojnejší výskyt napučiacích nerastov (Zna, M) a nedostatok vermikulitu.

Rendziny sú prevážne tzv. absolútne lesné pôdy. Pri odlesnení ľahko podliehajú erózií. Oblasť karbonátových hornín majú jednak vysokú reliéfovú energiu, jednak majú rendziny málo jemnozeme a sú plytšie než iné pôdy. Na odplavenie jemnozeme stačí preto relatívne kratšie obdobie. Táto okolnosť je hlavnou príčinou, že väčšia časť tzv. spustnutých pôd sa viaže na oblasti pôvodných rendzín.

I. Výsledky analýz typických profilov. — Results of analyses of typical profiles

Profil č.	Lokalita	Horizonty cm	Vzorky z hĺbky cm	Zrnitosť					Humus %	CaCO ₃ %	pH – H ₂ O	Fe ₂ O ₃ % +	K ₂ O mg na 100 g	Nerasty v ílovom podielí ⁺⁺	% kremeňa	
				% skeletu	% frakcie (µm)										v prachu	v práš. piesku
					<10	10 – –50	50 – –100	100 – 2000								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	LZ B. By- strica 460 m J svah 10°	0 – 2 L	5 – 10 15 – 20	15	58,3	24,3	16,1	1,3	13,9	4,5	7,34	2,40	9,4	–	–	–
		30		59,2	25,1	9,3	6,4	6,8	18,4	7,60	1,99	6,2	–		–	
2	LZ Muráň 900 m J svah 20°	0 – 1 L 1 – 30 Am >30 Cd	5 – 15 20 – 30	15 15	36,7 36,4	29,8 27,4	14,1 13,2	19,4 23,1	19,2 13,3	41 53	7,75 7,80	3,44 3,33	7,8 5,3	Ch, Kr, Zne, K, I, Ž Ch, Kr, Zne, I, Ž, K	6,1 5,2	0,7 0,3
3	LZ Malacky 480 m SZ svah 15°	0 – 1 L	2 – 10 15 – 25 50 – 60 100 – 110	10	54,4	32,3	9,2	4,1	7,7	0	6,40	2,60	14,4	I, K, Kr, Zne, Ch I, K, Zne, Kr, Ch I, K, Ch, Kr, Zne I, Ch, K, Kr, Ž	19,9	6,8
		20		54,5	30,6	9,5	5,4	3,1	4,6	7,20	2,89	7,4	18,1		6,3	
		20 – 25 Am		60	44,1	29,8	11,3	14,8	1,6	37	7,90	1,98	6,0		11,8	4,0
		25 – 60 Cl		45	69,6	27,8	1,5	1,1	0,5	14	8,10	1,81	10,0		10,7	0,6
		69 – 120 Dl														
4	ŠPR Veľká Stožka 1070 m Z svah 20°	0 – 2 L	2 – 8 10 – 20 30 – 40 60 – 70	20	69,2	25,5	1,6	3,7	44,1	0	6,80	–	–	–	25,5	5,0
		50		70,2	21,9	2,1	5,8	28,9	5,9	7,05	–	–	27,0		6,0	
		10 – 40 Am		70	69,4	22,0	2,1	6,4	27,7	7,5	7,20	–	–	–	27,0	8,5
		40 – 70 Am/C		80	70,9	21,0	1,5	6,6	23,8	40	7,15	–	–	–	36,0	11,5
5	LZ Smole- nice 440 m S svah 15°	0 – 1 L	5 – 15 30 – 40 60 – 70 110 – 120 150 – 160	20	56,8	33,1	7,3	2,8	12,6	8,2	7,50	2,34	5,4	Zna, I, Ch, Kr, M, Ž Zna, I, Ch, Kr, M, Ž Zna, Ch, K, Kr, I Zna, M, K, Ch, Kr Zna, M, Ch, K, I	16,6	3,0
		30		48,2	35,7	10,9	5,2	7,2	31	7,70	1,78	3,4	13,9		2,8	
		45 – 75 (B) ca		65	26,2	37,7	15,7	20,4	1,9	74	7,90	1,38	2,1		6,4	1,0
		75 – 130 Cl		60	16,7	33,4	17,1	32,8	0,6	93	8,10	1,01	1,5		3,9	0,9
		130 – 160 Cd		85	13,3	39,2	24,2	23,3	0,7	94	8,40	0,76	1,5		4,5	1,0
6	LZ Rajecké Teplíce 820 m JV svah 15°	0 – 2 L	3 – 10 20 – 30 40 – 50 95 – 105	40	61,8	36,1	1,6	0,5	18,6	1,4	7,20	1,95	5,0	Zna, K, Kr, I, Ch Zna, Ch, K, Kr, I, Ž Zna, Kr, K, Ch, Ž Zna, I, Kr, Ch, K	18,7	1,0
		50		58,3	37,1	1,8	2,8	9,6	5,4	7,60	1,80	3,7	22,1		1,0	
		35 – 55 (B) ca		75	41,0	35,4	3,4	20,2	2,8	4,1	7,90	1,30	3,2		18,2	0,9
		55 – 110 Cl		60	32,0	37,3	4,3	26,4	0,6	51	8,20	0,75	3,2		25,0	0,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	—	16	17
7	LZ Muráň 900 m SV svah 20°	0— 2 L	5— 15	50	38,4	21,2	13,0	26,4	42,8	14	7,40	—	14,7	H, Zna, Ch, Kr, Ž	1,4	0,8
		2— 3 F	20— 30	60	44,0	27,6	7,1	23,1	25,1	43	7,80	0,69	4,0	—	2,3	0,3
		3— 30 Am	40— 50	50	45,8	28,8	5,2	20,2	11,2	47	7,95	1,38	3,2	Ch, Zna, I, Ž	7,5	1,2
		30— 55 (B) ca	60— 70	80	41,1	28,2	6,3	24,4	4,6	51	8,15	0,93	2,9	I, Ch, Kr, Zna, K, Ž	8,5	1,6
		55— 90 C1	120—140	90	35,3	25,9	7,8	31,0	2,5	74	8,25	0,74	2,2	—	4,9	1,0
8	LZ Malacky 525 m SZ svah 15°	0— 2 L (F)	5— 15	10	57,1	26,7	9,3	6,9	7,1	0	6,60	1,80	12,0	I, Kr, K, Zna, Ch, Ž	16,0	7,0
		2— 30 Amu	40— 50	60	49,2	29,5	11,2	10,1	2,0	14,0	7,95	1,35	6,0	I, Kr, K, Ch	15,0	6,2
		30— 70 (B) ca	80— 90	70	44,5	24,2	10,3	20,9	0,7	19,9	8,20	1,00	4,6	I, K, Ch, Kr	8,7	5,6
		70—105 D1	120—130	70	23,2	8,3	6,6	61,9	0,2	1,0	8,50	st	3,7	I, K, Ž, Kr	5,2	3,5
		105—155 D2														
9	ŠPR Skalná Alpa 1310 m J svah 30°	0— 1 L	2— 7	15	74,2	22,4	0,6	2,8	12,6	3,4	6,90	—	—	—	41,0	9,5
		1— 20 Amu	10— 20	15	73,0	23,6	0,5	2,9	9,5	7,3	7,15	—	—	—	38,0	25,5
		20— 75 (B) ca	30— 40	45	60,7	26,7	0,5	12,1	3,9	26	7,40	—	—	—	22,0	21,0
		50— 60	45	52,1	23,7	0,8	23,4	2,5	46	7,45	—	—	—	—	19,0	21,0
		75—100 C1	75— 85	80	29,2	29,7	2,2	28,9	1,1	71	7,60	—	—	—	10,5	9,5
10	LZ Hrabu- šice 970 m VSV svah 10°	0— 2 L	3— 6	0	31,2	62,3	5,3	1,2	16,1	0	5,85	1,04	11,7	Ch, Zne	—	—
		2— 3 F	10— 20	30	45,1	46,9	6,9	1,1	3,2	0	6,45	1,91	6,8	M, K, Ch	—	—
		3— 7 Amu	32— 40	70	50,4	42,6	5,8	1,2	2,3	0	7,02	2,20	8,0	M, K, Ch	—	—
		7— 32 (B) vr	60— 70	80	36,5	35,2	8,2	20,1	1,0	15	7,40	1,89	7,5	Zna, K, M, I	—	—
		32— 60 B/C > 60 C1														
11	ŠPR Veľká Stožka 1270 m S svah 30°	0— 2 L	2— 7	0	—	—	—	—	—	0	3,90	—	—	—	—	—
		2— 7 F	7— 14	40	63,2	18,6	2,4	15,8	30,1	0	4,65	—	—	—	35,5	37,5
		7— 14 Au	14— 26	70	53,8	24,0	4,0	18,2	18,4	0	6,10	—	—	—	42,5	36,0
		14— 26 A/C > 26 Cn														
12	ŠPR Veľká Stožka 1130 m JZ svah 35°	0— 2 L	5— 15	70	—	—	—	—	43,6	—	7,15	—	—	—	—	—
		2— 50 Am	20— 28	70	58,1	25,3	2,7	13,9	26,3	—	7,30	—	—	—	8,0	0
		50—105 A/C	40— 50	85	58,1	22,9	3,2	15,8	19,9	—	7,40	—	—	—	9,0	2,0
			60— 70	90	54,8	24,2	3,8	17,2	17,8	—	7,47	—	—	—	11,5	2,0
			80— 90	95	52,3	22,7	3,6	21,3	14,8	—	7,50	—	—	—	11,5	2,0
13	ŠPR Veľká Stožka 1260 m SZ svah 30°	0— 2 L	5— 15	50	72,1	20,1	2,6	5,2	54,7	—	5,30	—	—	—	—	—
		2— 4 F	25— 35	50	68,7	22,0	3,5	5,8	24,9	—	7,20	—	—	—	35,5	75,0
		4— 18 Amu	30— 40	50	48,7	26,2	3,7	21,4	22,1	—	7,30	—	—	—	42,0	45,0
		18— 76 Am	60— 70	50	36,3	25,9	22,9	15,9	22,1	—	7,40	—	—	—	36,0	85,5
		76—115 C1	80— 90	80	29,6	18,4	4,8	47,2	0,4	—	7,50	—	—	—	19,0	37,5
			100—110	80	22,6	7,2	8,7	61,5	0,6	—	7,65	—	—	—	21,0	36,0

+ v % bezhumóznej zeminy, ostatné údaje v % sušiny

++ Poradie nerastov podľa obsahu:

I — illit M — montmorillonit H — hallozyt
K — kaolinit Ch — chlorit Zne — zmiešané štruktúry nenapučiavacie
Kr — kremeň Ž — živce Zna — zmiešané štruktúry napučiavacie

Ako kritérium delenia rendzín na nižšie systematické jednotky sa používa vývojový princíp, forma humusu, farba. Rozdelenie podľa farby, prísne vzaté, neodráža pôdno — genetické zákonitosti. Ak hľadáme spojitost medzi množstvom humusu a farbou rendzín, medzi obsahom karbonátov a farbou, medzi nadmorskou výškou a farbou, môžeme vidieť, že tmavé rendziny (sivé) s malým množstvom humusu sa vyskytujú práve tak, ako hnedé rendziny s jeho vysokým obsahom. Práve tak viaceré rendziny hnedých farieb majú vysoký obsah karbonátov (čiže zhnednutie nie je bezpečným znakom vylúhovania). Vcelku však väčší obsah karbonátov býva pri tmavých rendzinách. Farba rendzín je predovšetkým podmienená petrograficky (množstvom a kvalitou karbonátovej i cudzorodej eolickej prímеси) a málo odráža genetický stav pôdy a jej stanovištné vlastnosti. Preto za výstižnejšie a lesníckym potrebám primeranejšie pokladáme triedenie, ktoré vychádza z charakteru svahovín, odvápnenia, teda z výskytu diagnostických horizontov.

Hlavnými čiastkovými procesmi pri našich rendzinách je tvorba humusového horizontu (humusovej formy) a postupná dekarbonatizácia. Pri delení typu na podtypy treba preto na tieto procesy položiť dôraz a z nich vychádzať. Je prirodzené, že charakter jemnozemného materiálu a obsah (či nedostatok) karbonátov v ňom, je jednou zo základných vlastností týchto pôd, ktorú musíme brať do úvahy z ekologického i klasifikačného stanoviska. Často sa však stáva, že vzorky zemín, ktoré boli v teréne popísané ako bezkarbonátové, vykazujú pri analýzach obsah CaCO_3 . Najskôr to býva podmienené tým, že pri príprave jemnozeme a drvení zeminných agregátov, ktoré sú veľmi pevné, rozdrví sa i drobnejší skelet, skrytý v agregátoch. Niekedy sa šumenie zeminy v teréne nezistí pre zhoršenú rozpustnosť vápenato-horečnatých karbonátov. Spoľahlivejším znakom vymytia karbonátov býva pokles hodnôt pH pod hodnotu 7.

Aj keď sme si vedomí určitej slabiny, súvisiacej s metodikou zisťovania vápnitosti jemnozeme, pokladáme kritérium vylúhovania za základné deliace kritérium rendzinových pôd. Podľa nášho súdu možno rozdeliť rendziny (RA) Karpát na tieto pôdne podtypy:

podtyp	kombinácia horizontov, hlavný znak
RA typická	Am/C 1 (A do 40 cm)
RA vylúhovaná	Amu — Am — C 1 (Amu bez karbonátov)
RA hnedá	Am — (B)ca — C 1
RA hnedá, vylúhovaná	Amu — (B)ca — C 1 (Amu bez karbonátov)
RA — <i>terra calcis</i>	Amu — (B)vr — D 1 (B nad 20 % skeletu)
RA sutinová	Am — C 1 (A nad 50 % skeletu a vyše 40 cm hrubé)
RA sutinová vylúhovaná	Amu — Am — C 1 (nad 50 % skeletu)
RA koluviálna	Am — C 1, resp. Am — (B)ca — C 1 (A nad 30 cm, vrchná časť skelet do 15 %)
RA tanglová	Au — C 1, resp. Au — (B)ca — C 1 (O — hor. nad 7 cm)
Protorendzina	(Am) — C 1 (A do 15 cm)
RA smolová	Amu — C 1 (A nad 30 % humusu)

Vo výpočte podtypov sú zahrnuté jednak pôdy s obsahom karbonátov v celom profile, jednak vo vrchnom horizonte odvápnené, ďalej prechod k pôdam z červených ílov (ktorý, vzhľadom na to, že je len jeden, môže byť zaradený i k podtypom *terra calcis*), špecifické vyso-

kohorské pôdy (RA tanglová a smolová), počiatočné vývojové štádium, pôdy silno skeletnaté, pri vzniku ktorých sa uplatňujú holocénne erózne-denudačné procesy (zvievanie opadu a jeho hromadenie v depresiách a na bázach svahov, čiastočne zmyv a ukladanie jemnozemného materiálu — koluviálna rendzina).

CHARAKTERISTIKA PODTYPOV RENDZÍN

Pre jednotlivé podtypy rendzín uvádzame túto bližšiu charakteristiku (pozri tiež tabuľku I, v ktorej prinášame výsledky niektorých vzorových profilov).

Subtyp RA typická (príkladom sú profile č. 1, 2, prvý zo zvyšku vápencevej, druhý dolomitovej bazálnej vrstvy). Pri tomto a ďalších podtypoch sa môže vyskytovať tiež horizont Ca, potom je kombinácia Am — Ca — C1. Karbonáty sa nachádzajú v jemnozemi celého profilu, a to často v značných množstvách, hodnoty pH horizontu A v rozmedzí od 7,2 do 8. Pedogénne kyslíčniky železa (Fe_d) majú v horizonte A vyrovnaný obsah, alebo ich množstvo do hĺbky klesá. Hrúbka horizontu A do 40 cm, najčastejšie 20 až 30 cm. Viazu sa obyčajne na vyššie a stredné časti svahov, znečistenie cudzím materiálom (kremeň) sa vyskytuje, nebýva však veľmi vysoké. V rámci podtypu vylíšujeme dve variety, mullovú a moderovú, ktoré sú odrazom ekologických podmienok. Obe reprezentujú síce výsušné stanovišťa, výsušnosť býva však väčšia pri moderných typických rendzinách buď v dôsledku väčšej čistoty vápenca či dolomitu, alebo v dôsledku menšej cudzej prímеси. Tiež husté prekorenenie (a tým vysušanie) vrchnej vrstvy a svojrázny spôsob ukladania opadu pri buku, vedie k vzniku modernej humusovej formy.

RA vylúhovaná vzniká z typickej rendziny postupnou stratou uhličitánu vápenatého z najvrchnejšej časti pôdy. Príkladom sú profile č. 3, 4. Odvápnenie sa prejaví stratou hrubozrnnej štruktúry, poklesom reakcie pod pH 7 vo vrchnom horizonte (do 5,5 pH). Horizont Amu býva obyčajne 5 až 10 cm hrubý, odvápnený, jemnodrobinkovitý, silne humózný, nasledujúci Am 30 až 60 cm hrubý a má hrubšiu štruktúru. Vylúhovanie je podmienené buď menšími pôvodnými rezervami $CaCO_3$ [viac cudzej prímеси — profil č. 3], alebo zvýšeným kvantom zrážok [profil č. 4]. Najčastejšie nachádzame tieto pôdy vo vyšších polohách našich pohorí, nad 800 až 900 m n. m. Humusová forma býva prevažne moder.

RA hnedá vytvára sa na miestach, kde vo formovaní svahovín vidíme už kombináciu dvoch či troch súvrství a kde aj prímеси cudzieho materiálu (eolického alebo z iných hornín vyskytujúcich sa na svahu) je väčšia. Príkladom sú profile č. 5 až 7. Jemnozemi celého profilu šumí po HCl, pričom v horizonte (B) býva výrazný skok v obsahu karbonátov. Hrúbka horizontu A je 15 až 30 cm, hnedého horizontu (B) 20 až 40 cm, obsah skeletu v ňom do 70 %. Variety subtypu súvisia s humusovou formou, pričom mullová hnedá RA sa spája obyčajne s jemnozrnnejším materiálom, moderová s menšou cudzou prímесou a väčšou skeletnatosťou. Obsah Fe_2O_3 je vyrovnaný, alebo smerom do hĺbky klesá.

RA hnedá vylúhovaná tvorí sa z RA hnedej stratou $CaCO_3$ z najvrchnejšej časti profilu. Výskyt týchto pôd v nižších polohách mô-

že súvisieť s väčšou silikátovou prímесou vo vrchnej vrstve pôdy, vo vyšších polohách je dôsledkom intenzívnejšieho vylúhovania pôvodne menších rezerv karbonátov. Pretože hĺbka týchto pôd býva väčšia (obyčajne 60 až 90 cm) a aj pH pôdneho povrchu smeruje z hladiska nárokov lesných drevín od krajnosti k optimu, možno tieto pôdy pokladať z rendzín za najlepšie. Príkladom je profil č. 8 (svahovina je zmiešaná i z lokálnych nekarbonátových hornín) a profil č. 9 (vyššia poloha i značná eolická prímес). Variety {mullová, moderová} súvisia predovšetkým s výškou, moderová sa viaže na vyššie položené lokality. Po vymytí CaCO_3 z vrchnej časti sa môže dostať do pohybu aj železo, čo sa prejavuje miernym zvýšením jeho obsahu vo vrchnej vrstve horizontu {B}ca. Horizont Amu má menej skeletu a jemnejšiu štruktúru.

RA — *terra calcis* predstavuje spojovací článok medzi *terra calcis* a rendzinami. Viažu sa na miernejšie svahy. Hnedý či červeno-hnedavý zvyškový íl starých pôd bol pri zliezaní po svahu premiešaný s vápencovým štrkom či kameňmi a na týchto svahových sedimentoch alebo výplniach bývalých závrto, škrapových polí, sa vytvára pôda. Jemnozom horizont A a {B} je nevápnitá, s výrazne hnedou až červenohnedou farbou a polyedrickou štruktúrou. Amu je obyčajne 5 až 10 cm hrubý, bez skeletu alebo slabo skeletnatý. {B}vr má vyše 20 % skeletu a býva 20 až 50 cm hrubý. Nasleduje buď vápnitý červený íl s vysokým obsahom skeletu {C 1}, alebo pevná vápencová či iná hornina (horizont D). Príkladom je profil č. 10. Majú obyčajne vyššiu vodnú kapacitu a viac živín (vyrovnanejší chemizmus) ako typické či hnedé rendziny. Mullová či moderová varieta súvisí najčastejšie s výsušnosťou (moderová býva plytšia, viac skeletnatá v spodine a vyskytuje sa na slnných expozíciách).

RA tanglová vyskytuje sa v našich pomeroch buď na severných svahoch pod vysokohorskými smrečinami alebo pod kosodrevinou na rôznych expozíciách. V týchto chladnejších podmienkach sa hromadí ťažšie rozložiteľný opad ihličnanov a vakuíní a je zdrojom zakyslenia. Extrémne zakyslenie pozorujeme však len vtedy, ak ide o karbonátové horniny so zvýšenou silikátovou prímесou, alebo k miestnej zvetraline vápencov či dolomitov bol priviaty sprašový materiál. Nadložný humus tanglovej formy je nad 7 cm hrubý, horizont A nemá karbonáty. Tanglová RA môže sa vytvoriť z typickej či hnedej rendziny. V tabuľke I je príkladom profil č. 11.

RA sutinová viaže sa na bázy svahov a sutinové vence pod skalnými stenami. Jemnozom celého profilu šumí. Príkladom je profil č. 12. Vzhľadom na známe formy reliéfu v oblasti našich mezozoických karbonátových hornín je výskyt sutinových rendzín hojný, aj keď mozaikovitý. Vzhľadom na reliéf dochádza pri týchto pôdach aj ku kumulácii opadu drevín (zosuv, navievanie). Z opadu sa tvorí humus, ktorý môže hlboko infiltrovať do sutiny. Humusová forma, prevažne moder, horizont Am 40 až 80 cm hrubý, s obsahom skeletu nad 50 %, prechod do C1 alebo Cn. Rozdrobenosť podložia dovoľuje hlbšie zakorenenie drevín, čo je z hladiska výživy a najmä čerpania vody pozitívny moment.

RA sutinová vylúhovaná má obdobné pravidlá výskytu a morfológie ako predchádzajúci podtyp s tým rozdielom, že sa viaže na severné expozície, vyššie polohy a inverzné chladné polohy kaňonovi-

tých údolí. Vrchná časť horizontu A je odvápnená, hromadenie nadložného humusu výrazné (niekedy prechody k tanglovej forme), a tým nastupuje aj výskyt acidofilných bylín. Horizonty Amu — Am — Cl. Príkladom je profil č. 13.

RA koluviálna vyskytuje sa v areáloch typických i hnedých rendzín v negatívnych prvkoch reliéfu a na bázach svahov. Kombinácia horizontov Am — Cl, Am — (B) ca — Cl, Amu — (B) ca — Cl, podľa toho aké pôdy sú v okolí. Základným rozlišovacím kritériom voči ostatným subtypom rendzín je hrúbka horizontu A (nad 30 cm) a malá skeletnosť (< 15 %).

Protorendzina je po surovej pôde ďalšie vývojové štádium pôdy na vápencoch či dolomitoch, čo naznačuje už názov. Kombinácia horizontov Am — Cl alebo Am — Cn, pričom horizont A má málo jemnozeme a hrúbku do 15 cm. Často rastie na nej pionierska vegetácia alebo výrazne suchomilné spoločenstvo (dealpínske boriny).

Pri preberaní rendzinových pôd za zmienku ešte stojí pôda, ktorá sa síce vymyká z rámca lesných pôd, ale je zaujímavá svojím tvarom i vlastnosťami. Je to tzv. smolová rendzina, pôda vysokohorských polôh (u nás v Belanských Tatrách a v alpskom pásme), s humusovou formou smolový moder s horizontmi Amu, Cl. V horizonte A, ktorý je odvápnený, je veľké kvantum humusu (i vyššie 50 %) čiernej, smolovej farby.

ROZŠÍRENIE RENDZÍN A SÚVISLOSŤ S RASTLINNÝMI SPOLOČENSTVAMI

Pokiaľ ide o rozšírenie jednotlivých podtypov takto novo ponímaných, nemáme k dispozícii podklady z mapovania, ktoré by sa robilo podľa uvedených rozlišovacích kritérií. Na základe našich konkrétnych zistení v teréne a podľa geologických máp (ktoré vápence a sliene vylišujú spoločne) môžeme odhadnúť, že vpredu spomenuté údaje o rendzinách (19 % plochy) treba opraviť takto: k rendzinám boli zaraďované i pôdy, ktoré sú hlboko odvápnené (horizont A, B bez CaCO_3) a patria k hnedým pôdam. Ich odčlenením sa plocha ostatných pôd zmenší asi o 2 %. Zo zvyšných 17,0 % pripadá na rendziny 14 %, na *terra calcis* 2 % a na pararendziny okolo 1 % celkovej plochy slovenských lesov.

V rámci zníženej odhadnutej plochy rendzín v lesoch Slovenska (14 % = 250 000 ha) sú najpočetnejšie hnedé a hnedé vylúhované rendziny (okolo 100 000 ha). Typické rendziny patria k menej častým pôdam.

Rendziny sú v poradí druhej najrozšírenejšie pôdy slovenských lesov. Slovensko je teda zemou rendzín. Zo známejších oblastí sú oblasti rendzín pohoria: Nízke Tatry, Belanské Tatry, Malá a Veľká Fatra, Strážovská hornatina, Chočské pohorie, Muránska planina, Slovenský raj, Malé Karpaty, Tribeč, Slovenský kras. Na východnom Slovensku je ich menej (popri Hornáde severne od Košíc, vápencové ostrovy pri Humennom). Rozšírené sú v rôznych nadmorských výškach (200 až 2200 m).

Je zrejmé, že odlišná hĺbka, odlišná zrnitosť, ev. čiastočná odvápnenosť jednotlivých pôd, bude sa odrážať v rôznych ekologických podmienkach, a tým teda aj v rôznom rastlinnom spoločenstve, resp. v rôznej bonite lesných porastov. Úrodnosť a teda lesnícko-stanovištná hod-

nota rastie zhruba v rade: protorendzina — tanglová — typická — — sutinová — hnedá — vylúhovaná rendzina — RA-terra calcis — hnedá vylúhovaná rendzina.

Medzi výskytom pôd zaraďovaných k uvedeným podtypom a rastlinnými spoločenstvami možno nájsť zreteľné rámcové súvislosti. V nižších polohách sa spoločenstvá tzv. vápencového radu podľa Zlatníka vyskytujú na protorendzinách, typických rendzinách a na plytkých terra calcis — rendzinách. Vo vyšších polohách sú tieto spoločenstvá (skupiny lesných typov *Fageto — Piceetum, Pineto — Laricetum*) viazané na hnedé a na vylúhované rendziny. Tanglové rendziny sú obyčajne nositeľmi spoločenstiev zo SLT *Mughetum calcicolum*. Sutinové rendziny majú úzky vzťah k spoločenstvám z nitrofilného (javorového) radu. Smolové rendziny nesú obyčajne spoločenstvá subalpínskych a alpínskych lúk. Rendziny trojhorizontové (RA hnedá vylúhovaná, RA — terra calcis — hlbšia a v nižších polohách i RA hnedá) majú spoločenstvá zo živného radu B, resp. z prechodného radu B/c.

Došlo dne 25. 1. 1977

Literatúra

1. BACH, R.: Die Standorte jurassischer Buchenwaldgesellschaften mit besonderer Berücksichtigung der Böden (Humuskarbonatböden und Rendzina). Berichte der Schweiz. Bot. Gesellschaft, Band 60, 1950, s. 50-152, Zürich
2. BEDRNA, Z. — HRAŠKO, J. — SOTÁKOVÁ, S.: Poľnohospodárske pôdoznalstvo. Slov. vydavateľstvo pôdohosp. lit. Bratislava 1968
3. BLUM, W. E.: Sedimentogene und pedogene Entwicklungsmerkmale von Böden auf Karbonatgestein — am Beispiel des südlichen Oberrheingrabens. Freiburger bodenkundliche Abhandlungen, Heft 1, 1968, s. 1-184
4. BLUME, H. P.: Aufnahme und Auswertung bodenkundlicher Übersichts- und Detailkarten südwestdeutscher Kalk- und Mergellandschaften. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 10, 1970, s. 38-42
5. DUCHAUFOR, Ph.: Précis de pédologie. 2. édition. Masson et Cie, Paris, 1965
6. DURAND, R. — DUTIL, P.: Contribution à étude de l'évolution des sols en milieu calcimagnésique. Science du sol, No 1, 1972, s. 25-36
7. EHWARD, E.: Leitende Gesichtspunkte einer Systematik der Böden der DDR als Grundlage der land- und forstwirtschaftlichen Standortkartierung. Sitzungsberichte DALW zu Berlin, Band XV, Heft 18, 1966, s. 5-55
8. FRANZ, H.: Feldbodenkunde. Verlag Georg Fromme, Wien und München, 1960
9. KONTA, J.: Kvalitativní systém reziduálních hornin, sedimentů a vulkanoklastických usazenin. Universita Karlova, Praha, 1972, 375 s.
10. KUBIENA, W.: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart, Enke — Verlag, 1953
11. MÜCKENHAUSEN, E.: Der Boden als Standort der Pflanze, in Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung. II. Band. Springer — Verlag, Wien — New York, 1966, s. 23-41, 67-179
12. NEMEČEK, J. a kol.: Průzkum zemědělských půd (souborná metodika). MZV Praha, 1967, 245 s.
13. NEMEČEK, J.: Přehled nejnovějších klasifikačních systémů půd. Studijní informace ÚVTI, Praha, 1973, s. 1-107
14. PALLMANN, H. — RICHARD, F. — BACH, R.: Über Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie. 10-ième Congres Zürich. Compte rendu, 1949
15. PEDRO, G.: Les sols développés sur roches calcaires. Science du sol, No 1, 1970, s. 5-18
16. PELÍŠEK, J.: Lesnické půdoznalství. II. vydání. SZN Praha, 1964
17. RANDUŠKA, D. a kol.: Přehľad stanovištných pomerov a skupiny lesných typov Slovenska. 1959

18. ROHDENBURG, H. — MEYER, B.: Rezenten Mikroformung in Kalkgebieten durch inneren Abtrag und die Rolle der periglazialen Gesteinsverwitterung. Zeitschrift f. Geomorphologie, N. F., Bd. 7, Heft 2, 1963, s. 120-145
19. ROZOV, N. N. — IVANOVA, E. N.: Klassifikacija počv SSSR. Počvovedenje, No 2, 1967, s. 12-22
20. SÁLY, R.: Hlavné typy lesných pôd na Slovensku. Vydavateľstvo SAV Bratislava, 1962
21. SÁLY, R.: Primenenie ultrazvuku pri dispergácii počvených prob. Počvovedenie, č. 11, 1967, s. 129-138
22. SÁLY, R.: Die Humusmenge und die Humusqualität in den slowakischen Waldböden. Zborník vedeckých prác Lesníckej fakulty VŠLD, Zvolen, X-2, 1968, s. 35-51
23. SÁLY, R.: Pleistozäne Periglazialbildungen als Muttersubstrat der Böden in den Westkarpathen. Geoderma, roč. 5, č. 6, 1971, s. 26-38
24. SÁLY, R.: Kvarc v počve, jeho opredelenie i ocena. Zborník vedeckých prác LF VŠLD, XIV, 1972, s. 7-28
25. SÁLY, R.: Lesnícke pôdoznanstvo. Vydavateľstvo VŠLD Zvolen, 1973, 368 s.
26. SÁLY, R.: Kvarc v lesných počvách Západných Karpát. Počvovedenie, č. 9, 1974a, s. 38-49
27. SÁLY, R.: Svahoviny a pôdy Západných Karpát. Dokt. dizert. práca, LF Zvolen, 1974b, s. 330
28. SÁLY, R. — MIHÁLIK, A.: Ílové nerasty v lesných pôdach na Slovensku. Náuka o zemi, pedologia 7. Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 1970, s. 111
29. SÁLY, R. — CIESARIK, M. — MIHÁLIK, A.: Mineralogická charakteristika pôd terrae calcis z oblasti Slovenska. Sixth Conference on Clay Mineralogy and Petrology. Praha 1973, s. 353-369. Universitas Carolina Pragensis, 1975
30. ZLATNÍK, A.: Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. LF Brno, 1959, 195 s.

ШАЛИ, Р. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). Рендзины лесов Западных Карпат. Lesnictví, 24, 1978 (2): 169-184.

К исследованию проблематики почв в областях карбонатных горных пород мы подходим с иных позиций, чем было принято в предыдущих классификациях лесных (Пелишек 1964) или сельскохозяйственных (Немечек и колл. 1967) почв. Бесспорной мы считаем необходимость от рендзин отделить почвы, образовавшиеся реликтовыми делювиальными красноватыми глинами, которые нередко в зависимости от рельефа местности мозаикообразно перемежаются с рендзими. С точки зрения экологического почвоведения следует и парарендзины считать самостоятельным типом, отличающимся от рендзин по мощности и скелету. Рендзины сочетаются только с чистыми известняками и доломитами.

Собственно материнской породой рендзин, однако, являются основные известняки или доломиты только в случае проторендзин и в меньшей части в случае типичных рендзин. В большинстве случаев почвообразующим субстратом являются плейстоценные склоновые отложения, всегда содержащие инородные, преимущественно эловые примеси. На основе определения содержания кварца можно считать с минимальной 10%-ной примесью инородного материала в верхнем слое делювиальных отложений и почв. Мощность склоновых отложений бывает различная, но может достигать до 100—150 см. Следовательно нельзя ограничить понятие рендзин только почвами, имеющих на глубине 50 см твердую горную породу, как это принято в американской классификации и в списке почв ФАО.

При классификации рендзин на подтипы мы исходим из характера материала склоновых отложений, его мощности, скелета и солистости, кроме того мы большое значение придаем декарбонизации, которая в данном случае является главным частным почвообразующим процессом. Для каждого подтипа обязательна комбинация диагностических горизонтов. Мы различаем следующие подтипы:

Подтип	Комбинация горизонтов, основной признак
RA типичная	Am/C 1 (A до 40 см)
RA выщелоченная	Amu — Am — C 1 (Amu без карбонатов)
RA бурая	Am — (B) ca — C 1
RA бурая — выщелоченная	Amu — (B) ca — C 1 (Amu без карбонатов)
RA — terra calcis	Amu — (B) vr — D 1 (B свыше 20 % скелета)
RA на россыпях	Am — C 1 (A свыше 50 % скелета и мощности более 40 см)

RA на россыпях выщелочная	Amu — Am — C 1 (свыше 50 % содержания скелета)
RA колювиальная	Am — C 1; Am — (B) ca — C1/A (A более 30 см, верхняя часть скелет до 15 %)
RA тангловая	Au — C 1; Au — (B) ca — C 1 (A верх. более 7 см)
Проторендзина	(Am) — C 1 (A до 15 см)
RA смлистая	Amu — C 1 (A гор. свыше 30 % гмуса)

Далее в работе приведены характерные свойства рендзин, описания подтипов, их распространение в области Западных Карпат. Говорится также о зависимостях между наличием почв и растительных сообществ (групп лесных типов по Златнику).

рендзины; карбонатные горные породы; лесная типология

ŠÁLY, R. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Rendzinas of West Carpathian Forests*. Lesnictví, 24, 1978 (2) : 169-184.

The problem of soils from the area of carbonate rocks has been solved from other standpoints than in the present classifications of Czechoslovak forest (Pelíšek 1967) or agricultural soils (Němeček et al. 1967). We consider the necessity of separating those soils from rendzinas which had been formed from colluvial deposits of relict reddish clays which often overlap mosaically with rendzinas in dependence upon the relief. From the viewpoint of ecological pedology we consider as necessary to take also pararendzinas as an independent type, differing from rendzinas by depth and skeleton. Rendzinas are bound only with purer limestones and dolomites.

But the proper mother rock of rendzinas are not subjacent limestones or dolomites only in the case of protorendzinas and a smaller part of typical rendzinas. In most cases the soil-forming substrate are Pleistocene slope sediments which always contain an unrelated, mainly eolian ingredient. On the basis of determination of the content of quartz we consider a minimum 10-per-cent ingredient of unrelated material in the upper part of slope sediments and soils. The depth of slope sediments is usually different but it may reach even 100-150 cm. Therefore, it is not possible to limit the rendzinas only to soils which have a firm rock in the depth of 50 cm, as it is given in the American classification and in the FAO list of soils.

In the classification of rendzinas into subtypes we get out of the character of the slope sediments material, its diameter, skeleton and stratification, we lay stress upon the decarbonization which here represents the main partial soil-forming process. For each subtype we consider as obligatory the combination of diagnostic horizons. We distinguish the following subtypes:

subtype	combination of horizons, main trait
RA typical	Am/C 1 (A to 40 cm)
RA leached	Amu — Am — C 1 (Amu without carbonates)
RA brown	Am — (B)ca — C 1
RA brown, leached	Amu — (B)ca — C 1 (Amu without carbonates)
RA — terra calcis	Amu (B)vr — D 1 (B above 20 % of skeleton)
RA — talus	Am — C 1 (A above 50 % of skeleton and more than 40 cm thick)
RA talus leached	Amu — Am — C 1 (above 50 % content of skeleton)
RA colluvial	Am — C 1, and/or Am — (B)ca — C 1 (A above 30 cm, upper part skeleton to 15 %)
RA tangle	Au — C 1, and/or Au — (B)ca — C 1 (O hor, above 7 cm)
Проторендзина	(Am) — C 1 (A to 15 cm)
RA pitch	Amu — C 1 (A hor. above 30 % of humus)

In the present work we further give characteristics of the properties of rendzinas, a description of subtypes, their occurrence in the area of the West Carpathians. We also mention the connections between the occurrence of soils and plant associations (groups of forest types according to Zlatník).

rendzinas; carbonate rocks; forest typology

Adresa autora:

Prof. Ing. Rudolf Šály, DrSc., Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen

PŮDY A LESY MAKEDONIE

Makedonie tvoří nejjižnější část Jugoslávie. Na pozvání přijel jsem do této krásné země pro poznání a studium půd a lesů zejména horských oblastí. V hlavním městě Skopji byl vypracován plán půdoznaleckých studijních cest se zřetelem k lesním oblastem hlavně v severní, západní a jižní Makedonii. Plánovány byly studijní trasy do národního parku Vodno, do horských masívů Kitka-Jakupica, na Šar planinu, Koráb, Bistru a do národních parků Galičice a Pelisteru.

Území Makedonie je pestré po stránce půdní i vegetační poměrů, což je podmíněno zejména geologickými poměry půdotvorných hornin, bohatě členěným reliéfem terénu, speciálními hydrologickými poměry, klimatem aj. Při studiích v terénu byla věnována pozornost výškové půdní a vegetační pásmitosti v horských masívech z nížin až do vrcholových horských poloh.

Celková plocha lesů v Makedonii je 851 000 ha, z toho státních 780 000 ha (91,7 %) a soukromých jen 71 000 (8,3 %). Celková lesnatost Makedonie je 33,1 %, v čemž jsou však zahrnuty i značné porosty, tzv. šikary (zelené lesy opadavé), a pak macchie (křovinaté lesy vždyzelené nebo neopadavé). Pěstování lesů je zde v dosti špatném stavu. Je tu vysoká převažnost listnatých porostů, a tím i listnatého dřeva s celkově nízkou kvalitou. Pro celou Jugoslávii je udáván přírůstek na 1 ha 1,7 m³, přičemž pro Makedonii možno pravděpodobně počítat ještě s nižším číslem přírůstu.

V hlavním městě Skopji je státní kancelář pro hospodářskou úpravu lesů, která zajišťuje vypracování lesních hospodářských plánů, projektů dopravní sítě a jiných plánů souvisejících s lesním hospodářstvím. Je zde také lesnická fakulta jako součást univerzity.

V lesních oblastech Makedonie je dosti značná rozmanitost půdních typů, která úzce souvisí s chemismem půdotvorných horninových substrátů různého geologického stáří a petrografického slo-

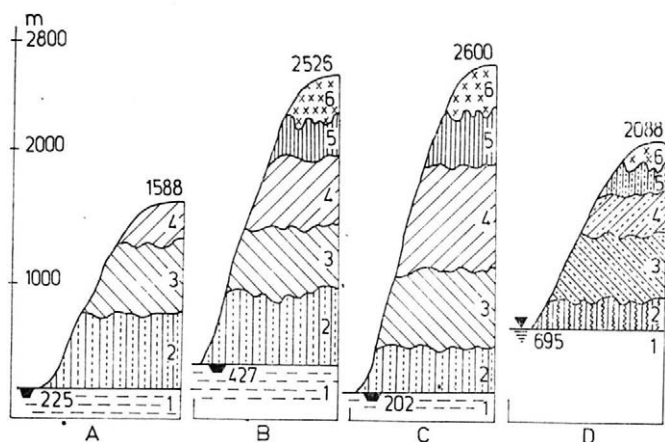
žení. Nejvíce jsou na území Makedonie rozšířeny hnědé a šedé půdy, nalézající se vesměs v oblastech horských masívů. Vrcholové partie hor jsou kryty šedými balkánskými půdami. V podhorských polohách masívů jsou místy parapodzoly na eolicko-hlinitých sedimentech, místy červenohnědé skořicové půdy nebo přelávané červenozemě neboli terra rossa. Na měkkých a nepevných terciérních sedimentech jsou vytvořeny humózní tmavosédké nebo tmavohnědé smonice a na pevných vápencových horninách pak červenozemě.

V údolních rovinách podél řeky Vardaru a jeho přítoků, dále pak podél řeky Blato a Crna reka v bitolské rovině a podél jiných vodních toků nalézají se hlavně semiglejové půdy s ostrůvky glejových půd. Místy se objevují i ostrůvky hydromorfních crnic.

Ve vrcholových oblastech horských masívů se tvoří mladé půdy na horských sutích a nejvýše pak jsou horské štíty a holé skály.

Podle plánovaného pracovního programu byly studovány nejdříve půdní poměry horského masívu Vodno, který se nalézá západně od města Skopje a je to národní park. Nejnížší polohy masívu jsou kryty načervenalými skořicovými lesními půdami s cerovo-dubovými porosty s příměsí kaštanu a ořechu. Vyšší pásma listnatých lesů je na rendzinách na vápencích a vrcholová část tohoto masívu je kryta tmavohnědými (čokoládovými) lesními půdami s porosty dubu zimního a menší příměsí buku (*Fagus orientalis*).

Další studijní trasa vedla do pohorí Kitka tvořící severní část vysokohorského masívu Jakupica. Podhorská část tohoto masívu je pokryta načervenalými skořicovými půdami na sprašových materiálech, jež jsou využity hlavně zemědělsky a jen místy jsou zbytky cerovo-dubových lesů s příměsí makedonského dubu (*Quercus macedonica*). Vyšší pásma je tvořeno hnědými lesními půdami s porosty dubu (*Q. pubescens*) a habru a



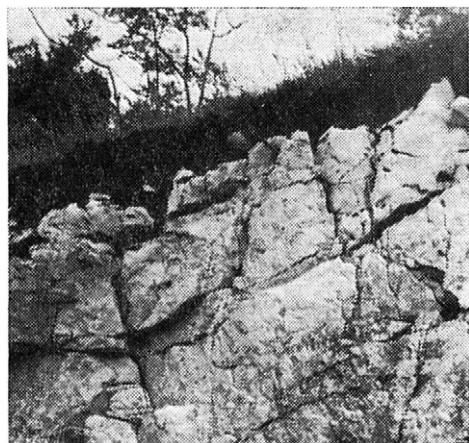
1. Schémata výškové půdní a vegetační pásmitosti některých horských masívů v Makedonii.

A. Horský masív Kitka jako součást pohoří Jakupica: 1 – pásmo hydromorfních půd semiglejových a glejových na aluviální rovině řeky Vardaru se zbytky lužních lesů (dub + jilm + topol, místy javor a vrba), 2 – pásmo hnědočervených skořicových půd s ostrovy devastovaných a křovinatých cerových dubin (*Quercus cerris* a *Q. pubescens*) s lokální příměsí ořechu a kaštanu, 3 – pásmo okrových lesních půd s dosti souvislými porosty dubu zimního, ceru a habru, 4 – pásmo tmavohnědých (čokoládových) lesních půd se souvislými porosty dubu a buku (*Fagus orientalis*).

B. Horský masív Šar planiny, oblast hřebenu Kobilice: 1 – pásmo lužních lesů na rovině řeky Vardaru s ostrůvky dubu, topolu, jilmu a místy i jasanu na hnědých hydromorfních půdách (semigleje + gleje) na aluviích Vardaru, 2 – pásmo hnědočervených skořicových půd na sprašových substrátech s ostrůvky devastovaných cerových dubin s příměsí habru, 3 – pásmo okrových lesních půd s ostrůvky porostů dubin (*Quercus cerris* a *Q. macedonica*) s příměsí habru (*Carpinus orientalis*), 4 – pásmo tmavohnědých lesních půd s bučinami a smíšenými porosty bukovo-jedlovými a ve svrchní části s porosty jedlovo-smrkovými a čistými smrčínami, 5 – pásmo šedých humózních subalpínských půd balkánského typu s travnatými porosty subalpínských luk a s ostrůvky kleče a jalovce, 6 – pásmo kamenitých a balvanitých sutí s ojedinělými ostrůvky kleče a holých skal na hřebenech.

C. Horský masív Pelisteru (Baba): 1 – pásmo hydromorfních půd (semigleje + gleje) na aluviích řeky Crna reka se zbytky lužních lesů (dub + topol + jilm a místy i tamaryšek a oleandr), 2 – pásmo podhorských hnědých lesních půd s ostrůvky červenohnědých skořicových půd a terra ross s devastovanými cerovými dubinami s kaštanem a ořechem, 3 – pásmo okrových lesních půd s porosty dubu ceru, dubu zimního a habru východního, 4 – pásmo tmavohnědých (čokoládových) lesních půd s bučinami a smíšenými porosty buk + jedle a místy i smrk, 5 – pásmo šedých lesních půd s balkánskými subalpínskými porosty borovice *Pinus peuce* s různou příměsí smrku, 6 – vrcholové pásmo s šedými subalpínskými půdami s lučními porosty a s výskyty kleče a nízkého jalovce, hřebenová oblast je kryta balvanitými sutěmi a skalami.

D. Horský vápencový masív Galičica: 1 – hladina Ochridského jezera v nadmořské výšce 695 m, 2 – pásmo červozemí neboli terra ross s ostrůvky hnědočervených skořicových půd s poníženými křovinatými porosty dubu *Quercus pubescens* a habru *Carpinus orientalis*, 3 – pásmo červenohnědých rendzin s dubem a habrovcem (*Ostrya carpinifolia*), 4 – pásmo hnědých rendzin s bučinami a smíšenými porosty buku, jedle a smrku, 5 – pásmo šedých rendzin s porosty borovice *Pinus heldreichii*, 6 – pásmo černých mulových rendzin s travnatými loukami a skupinami kleče a nízkého jalovce, ve vrcholové oblasti pak sutě a holé vápencové skály.



2. Terra rossa neboli červenozem na vápencích s dubinami v oblastech jižní Makedonie

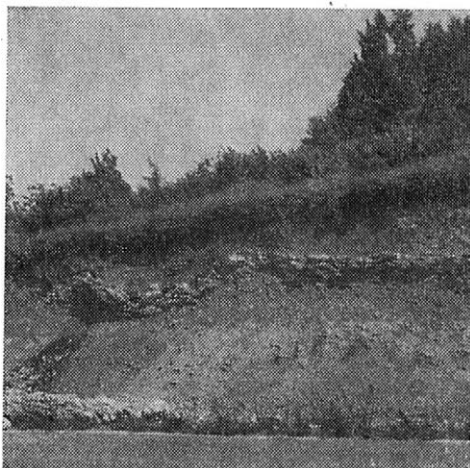


3. Červenohnědé skořicové půdy na sprašových půdotvorných horninách ve střední Makedonii

vrcholová část má tmavohnědé lesní půdy s porosty dubu a buku s příměsí javoru. Jsou to nadmořské výšky 1400 až 1600 m.

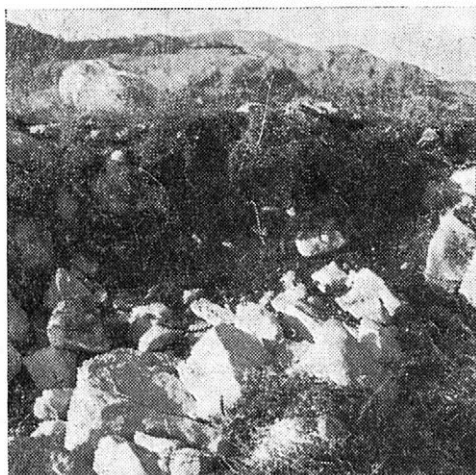
Následující dny byly konány výzkumné práce v horském masívu Šar planiny v severní části Makedonie. Od městečka Tetova v aluviální rovině řeky Vardaru se zbytky lužních lesů (dubu, topolu, jilmu, místy vrby) se zvedají mírné svahy, které tvoří pásmo červenohnědých skořicových půd s rozrušenými a degradovanými dubovými porosty (*Quercus cer-*

ris, *Q. macedonica*), další výškové pásmo je tvořeno hnědými lesními půdami nejprve s porosty dubu a buku, výše pak porosty bučin, které mají v horní polovici příměs jedle a smrku, a místy se objevují jen porosty jedle a smrku. Nad pásmem hnědých lesních půd, které tvoří také lesní hranici, vystupuje pásmo šedých horských půd s travnatými porosty a s ostrůvky kleče a nízkého jalovce, místy se objevuje i olše zelená. Vrcholové pásmo je charakteristické holými skalami a balvanitými sutěmi s ojedinělými klečemi nebo jalovci. Cenné zkušenosti byly získány při vý-



4. Červenohnědé skořicové půdy s vápnitými deskovitými spodinami pod porosty dubu a buku v oblastech střední Makedonie

zkumných studiích v horské oblasti masívu Bistvo, a to z východní strany od městečka Kičeva. Nad nivní rovinou řeky Golema s hnědými semiglejovými půdami a zbytky lužních lesů (hlavně topol, jilm) následují mírné podhorské svahy kryté načervenalými skořicovými lesními půdami s devastovanými křovinatými dubinami (*Quercus cerris*, *Q. macedonica*) ve formě šikarů, potom pásmo hnědých lesních půd s dubovými a bukovými porosty a s různou příměsí jiných dřevin tohoto pásma. Nad bučinami jsou pak jedlové bučiny s příměsí smrku a výše pak porosty jedlovo-smrkové až čisté smrkiny. Nad pásmem lesů je rozšířeno pásmo šedých půd balkánských s travnatými subalpínskými loukami a s ostrůvky klečí a nízkého jalovce. Hřebenové partie jsou kryty balvanitými sutěmi a holými skalnatými štíty.



5. Tmavohnědé rendziny na vápencích pod smíšenými porosty dubu a buku v jižní Makedonii



6. Černé mulové rendziny na vápencích s ostrůvky kleče a nízkého jalovce v horských polohách jižní Makedonie

V jižní Makedonii byly konány výzkumné práce v oblasti horského masívu Galičica, který se nalézá mezi jezerem Ochridským a Prespanským. Tento horský masív je považován za národní park, jehož západní svahy se sklánějí do kotliny jezera Ochridského a východní svahy k jezeru Prespanskému. Nejnížší části západních svahů masívu Halicice jsou kryty červenými terra rossami a ostrůvky skořicových půd, na nichž se nalézají devastované dubové porosty

(*Quercus pubescens*) a habru východního (*Carpinus orientalis*). Vyšší pásmo je kryto červenohnědými a hnědými rendzinami s porosty habrovce habrolistého (*Ostrya carpinifolia*). Na to navazuje pásmo šedých rendzin se smíšenými bučinami (buk, jedle, smrk) a vyšší pásmo je pokryto tmavošedými mulovými rendzinami s mediteránně subalpínskými porosty borovice *Pinus heldreichii*.

Vrcholové oblasti masívu jsou tvořeny pásmem mělkých humózních černých

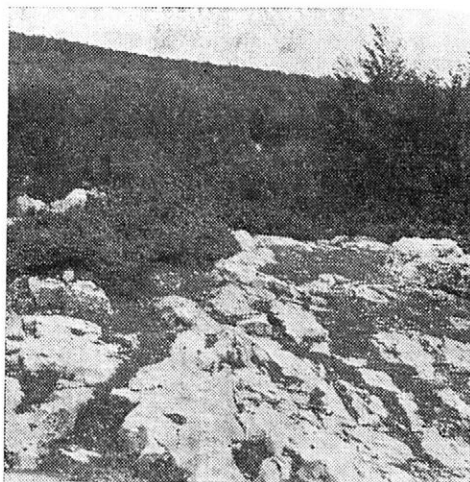


7. Ilimerické půdy podzolové pod dubními střední Makedonie

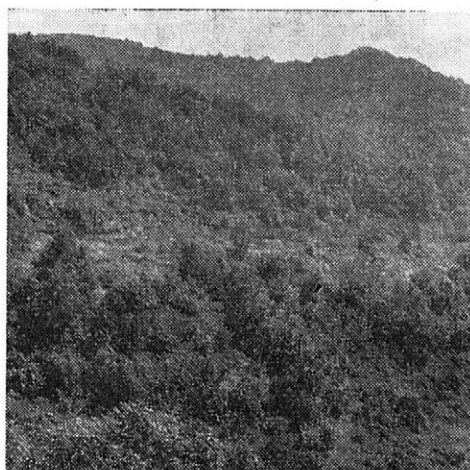
mulových rendzin se subalpínskými travnatými loukami s lokálními výskyty kleče a ostrůvky nízkého jalovce. Na severních svazích jsou sněhová políčka na balvanitých sutích. V oblasti tohoto národního parku je tedy velmi pěkně vyvinuta výšková půdní i vegetační pásmovitost a celý tento krásný objekt by zasluhoval podrobný komplexní vědecký výzkum.

Východně od Prespanského jezera se nalézá vysokohorská oblast Pelisteru jako národní park Makedonie. Půdní poměry tohoto krásného horského masívu jsme studovali od bitolské roviny u města Bitoli, a to v rozmezí nadmořských výšek 202 až 2600 m.

Nejnižší polohy studované oblasti tvoří aluviální rovina řeky Crna reka v nadmořských výškách 201–202 m s hnědými půdami semiglejovými a s ostrůvky zbah-



8. Křovinaté pastvou poničené dubiny s habrem, jižní Makedonie

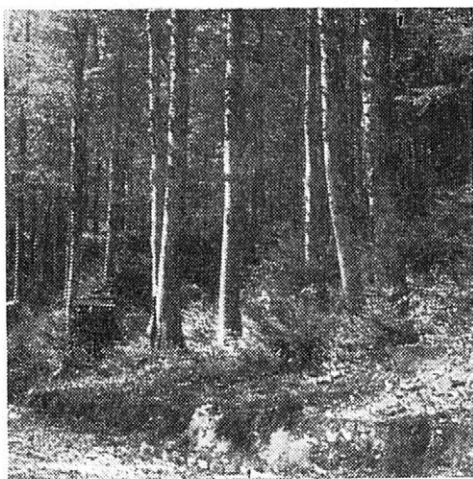


9. Souvislé porosty dubu pýřitého (*Quercus pubescens*) s kaštanem a ořechem v národním parku Vodno, střední Makedonie

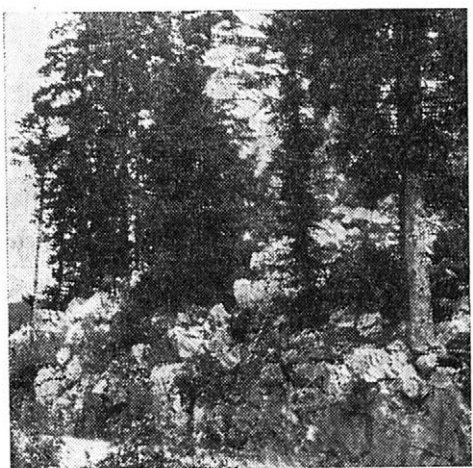
nělých glejů s bažinnou vegetací. Místy jsou tu zbytky lužních lesů bohatých vegetačně a z dřevin je tu zejména dub, topol, jilm a ojediněle platany s tamarisky. Přilehlé mírné západní svahy jsou kryty hlavně hnědými půdami na spraších s ostrůvky ilimerizovaných půd podzolových a načervenalých půd skořicových na sprašových podkladech. Jako porosty jsou tu devastované cerové dubiny. Značná část tohoto pásma je vy-

užita zemědělsky. Je to půdní pásmo, kde devastace lesních porostů byla podmíněna hlavně pastvou dobytka a dále pak vypalováním lesa. Vyšší horská půdní pásma jsou kryta převážně smíšenými lesy na hnědých lesních půdách.

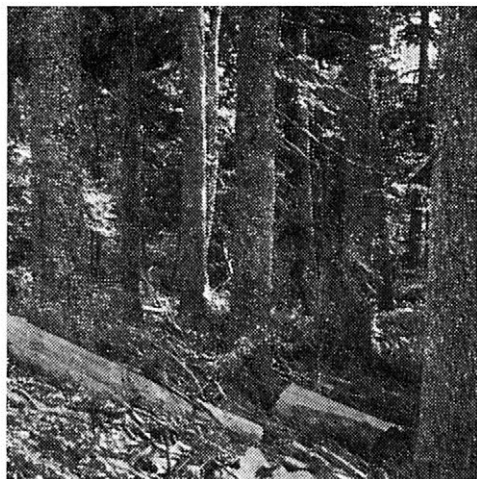
Nejdříve je to pásmo balkánských submontánních dubin (dub zimní, cer, habr východní) na hnědozemních okrových lesních půdách, výše se pak nalézá pásmo tmavohnědých (čokoládových) lesních půd s porosty smíšených horských bučin s příměsí jedle a smrku, místy



10. Bukové porosty (*Fagus orientalis*) ve vyšších polohách střední a jižní Makedonie



11. Buko-jedlové porosty na vápencích v národním parku Galičica



12. Buko-jedlové porosty se smrkem v národním parku Pelister

jsou pak čisté jehličnaté porosty jedle a smrku. Potom následuje subalpínské pásmo s porosty *Pinus peuce* s příměsí smrku na šedých humózních půdách balkánského typu. Vrcholové oblasti Pelisteru v nadmořských výškách 2300–2600 m jsou kryty subalpínskými travnatými loukami s výskyty kleče a ostrůvky nízkého jalovce na mělkých šedých subalpínských půdách, pak balvanitými sutěmi se sněhovými políčky a holými hřebeny s skalními útesy.

Přehledné výzkumné práce poskytly velmi zajímavé výsledky o výškové půdní a vegetační pásmitosti horských oblastí Makedonie. Dosažené výsledky by bylo možno použít zejména při rekonstrukci devastovaných lesních porostů v nižších polohách na úpatích horských masívů. Velikým problémem tu však zůstává zalesnění rozsáhlých pustých ploch dnes silně postižených a poškozených vodní erozí, která stále zmenšuje potenciál půdního fondu těchto území Makedonie.

Prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., lesnická fakulta VŠZ, Brno

PĂUNESCU C.: LESNÍ PŮDY. PŮDY JAKO LESNÍ STANOVIŠTĚ (SOLURI FORESTIERS. SOLURI SI STATIUNI FORESTIERE). 1975, BUKUREŠŤ

Lesnická fakulta v Brašově vydala první rumunskou učebnici lesnického půdoznalství od prof. Dr. C. Păunescu (a to převážně podle vzoru učebnice lesnického půdoznalství z lesnické fakulty v Brně).

Kniha je dobře rozdělena na jednotlivé kapitoly podle věcné náplně. V úvodní části jsou obsaženy základní pojmy o lesní půdě a uvedena je funkce lesní půdy ve vztahu k produkci lesních dřevin. V dalších kapitolách knihy je pojednáno o základních složkách lesních půd a obsažena je tu charakteristika půdotvorných hornin a tvary forem ukládání zvětralín.

Kapitola II podává popisy složek organických (humusu), organominerálních a minerálních v lesních půdách. Následuje kapitola III obsahující problematiku sorpčního komplexu, dynamiku výměny kationů pro výživu lesních porostů, půdní reakci a její vztahy k lesním porostům, a to se zvláštním zřetelem k výživě jednotlivých dřevin. Kapitola IV popisuje lesní půdu jako polydisperzní systém se zřetelem k zrntostnímu složení, a to především k obsahu jílu. Méně vhodné je tu zařazení pórovitost.

Kapitoly V až IX obsahují charakteristiky fyzikálních vlastností lesních půd, režimu vody, vzduchu a teploty, režimu přístupných živin a jejich dynamiku v rámci biologického koloběhu živin v lesních ekosystémech se zřetelem na produkční schopnost lesních půd. Podrobně je tu pojednáno zejména o dynamice vodního a teplotního režimu, o celkové bilanci a o vztazích k zalesňování v Rumunsku. Velmi dobře je tu popsána a analyzována problematika přístupných živin NPK z hlediska výživy lesních porostů. Další kapitoly se týkají mikroelementů a produkční schopnosti lesních půd, popisují půdotvorné procesy v lesních půdách a celém komplexu půdotvorného přírodního prostředí výškových lesních pásem a dále pak vývoj a klasifikaci lesních půd. Poslední kapitoly XIV až XVII obsahují charakteristiky půdních poměrů výškových půdních pásem v Rumunsku ve vztahu k lesním ekosystémům. Publikace je ukončena stručným závěrem ve francouzském jazyku.

Kniha představuje velmi dobrou monografii lesnického půdoznalství. Jednotlivé kapitoly jsou syntézami výsledků půdoznalců rumunských i zahraničních

v otázkách lesníckeho púdoznalství. Dúležité sú tu ekologická hodnocení vlastností lesných púdk k lesným ekosystémum a k produkčným možnostem lesných po-

rostú Rumunska. Publikace je vybavená názornými grafy a predstavuje tak rovný cenný príspevok pro obor lesníckeho púdoznalství.

Prof. Dr. Ing. Josef P e l i š e k, DrSc., lesnícká fakulta VŠZ, Brno

**JÚVA K., KLEČKA A., ZACHAR D. A KOL.: PÓDNY FOND ČSSR
(OCHRANA, VYUŽITIE A ZVEĽAĎOVANIE). 1975, BRATISLAVA**

Pôda ako hlavný výrobný prostriedok poľnohospodárstva a lesníctva a ako neoddeliteľná zložka prírodného prostredia je najcennejším prírodným zdrojom a bohatstvom každého národa. Preto treba venovať sústavnú a prvoradú pozornosť jej ochrane, využívaníu a zveľaďovaníu. Miera a intenzita starostlivosti o pôdu podmieňa nien životnú úroveň ľudstva, ale je tiež ukazovateľom kultúrnej a technickej vyspelosti národov a ich historického vývoja v daných prírodných podmienkach. V tejto súvislosti nemožno nezdôrazniť, že ochrana a zveľaďovanie pôdneho fondu je nedielnou súčasťou dlhodobých programov výstavby a rozvoja socialistických štátov. Tomuto zámeru slúži aj publikácia, ktorá vznikla z podnetu Vedeckého kolegia teoretických základú zemédelství ČSAV. Kniha je výsledkom práce šesťdesiatčlenného kolektívu zloženého z našich najvýznamnejších púdoznalcov, hydroológov, klimatológov, agrochemikov, meliorátorov, poľnohospodárov, lesníkov a iných odborníkov. Tematicky sa delí na štyri časti.

Prvá kapitola (s. 19–129) pojednáva o vývoji našich púdk, ako aj o účinkoch abiotických a biotických činiteľov na tvorbu a úrodnosť pôdy. Zaoberá sa tiež jej náležitým využívaním v poľnohospodárskej a lesnej výrobe. Všima si zmeny a presuny v zložení pôdneho fondu ČSSR. Upozorňuje na spoločenský význam zákonnej ochrany pôdy u nás. V prognóze o ďalšom vývoji pôdneho fondu sa zdôrazňuje mimoriadny význam pôdy pre nás všetkých, ktorý je mnohostranný a veľmi rôznorodý. Zdôrazňuje sa, že pôda je temer jediným zdrojom našej výživy. Priemerný ročný úbytok poľnohospodárskej pôdy činí u nás 0,25 % z jej celkovej rozlohy. Preto úloha sústavne vyrovnávať rozporné výrobné-spoločenské vzťahy k pôdnemu fondu je mimoriadne závažná. Táto kapitola podrobne informuje o stave a úrodnosti poľnohospodárskych a lesných púdk. Tieto poznatky vyplývajú z vykonaného detail-

ného agropedologického prieskumu. V poslednej stati tejto kapitoly sa upozorňuje na dôsledky poškodzovania poľnohospodárskych a lesných púdk.

Druhá kapitola (s. 130–293) je venovaná ochrane a zveľaďovaníu poľnohospodárskeho pôdneho fondu. Poľnohospodársky pôdny fond, ktorý zaberá 7,08 mil. ha z celkovej výmery pôdneho fondu ČSSR, je výživovou základňou obyvateľov štátu. Pri jeho obmedzenej výmere (0,5 ha na jedného obyvateľa) treba sa usilovať o sústavné zvyšovanie úrodnosti našich púdk. To predovšetkým vyžaduje všemožne ochrániť pôdu pred poškodzovaním a zaistiť trvalé zvyšovanie jej efektívnej úrodnosti, ktoré spočíva v zvyšovaní humusu v ornícovej vrstve a v podorníci, v zúrodňovaní pôdy agrotechnickými úkonmi, vo využívaní prirodzených a priemyselných hnojív, ako aj vhodných odpadov z poľnohospodárskej a priemyselnej výroby. Nezabudlo sa ani na kultiváciu lúk a pasienkov, ako aj na racionálne využívanie púdk v podhorských a horských oblastiach. Náležitá pozornosť sa venuje zúrodňovaniu znehodnotených púdk priemyselnou výrobou, ako aj rekultivácii zasolených púdk a asanácii svážnych území. Ich zúrodnenie môže preukazne zvýšiť poľnohospodársku výrobu.

Nasledujúca, tretia kapitola (s. 294–381) je venovaná ochrane a zveľaďovaníu lesného pôdneho fondu. Upriamuje sa na úpravu vodného režimu, protieroznú ochranu, melioráciu degradovaných a int toxikovaných lesných púdk. Poukazuje na možnosti zvyšovania produkcie výnosových a využitie účelových lesov. Nezabudlo sa ani na zalesňovanie nelesných púdk. Po delimitácii pôdneho fondu vzrástla výmera nelesných púdk. V našich podmienkach tvoria najvýraznejšie skupiny nelesných púdk tieto druhy: spustené pôdy, degradované a jalové pôdy, horské a vysokohorské pôdy, zaburinené pôdy a pôdy určené na založenie brehových porastov, alebo ochranných lesných pásov.

Medzi najťažšie zalesniteľné patria u nás spustené pôdy a práve im sa v publikácii venuje mimoriadna pozornosť. Treba zdôrazniť, že zalesnenie nelesných pôd je závažným opatrením zveľaďujúcim lesnú výrobu a hospodárenie s vodou.

V kapitola Ochrana a využitie pôd špeciálnych kategórií (s. 382–431) sa autori publikácie zaoberajú zastavanými, vodnými a inými plochami, slúžiacimi priemyselnej výrobe, dopravným, vodohospodárskym a iným, napr. zdravotným potrebám. Starostlivosť o túto pôdu je rovnako nevyhnutná, ako o poľnohospodársky a lesný pôdny fond. Cieľom je zaistiť jej náležitú ochranu a správne využívanie tak, aby boli celospoločenské potreby plne uspokojené bez škodlivého narušenia poľnohospodárskeho, alebo lesného pôdneho fondu. V tejto stati sa upozorňuje na možnosť využívania a zve-

ľaďovania rybníčných pôd, pôd v okolí vodných nádrží, chránených krajinných objektov, pozdĺž ciest a verejných zelených, respektíve rekreačných plôch.

Všetky state publikácie, ktorá svojim významom presahuje hranice nášho štátu, sú ilustrované fotografiami, grafmi a diagramami (477 strán, 72 tabuliek, 145 obrázkov). Publikácia umne sklbuje poznatky našich najpoprednejších vedeckých pracovníkov o pôdnom fonde v ČSSR, citelne vyplňa medzeru o tomto závažnom probléme. Poskytuje veľmi cenné informácie a prehľad nielen o súčasnom stave, vývoji, ale aj o prognóze využívania celého pôdneho fondu u nás. Možno vysloviť presvedčenie, že kniha sa stane cenným poradcom pôdoznalcov, meliorátorov, poľnohospodárov, lesníkov a hydromeliátorov, ako aj poslucháčom vysokých škôl.

Ing. Anton Löffler, CSc., Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen

Podpisáno k tisku 23. 3. 1978.

Pelíšek J.: Výsledky vědeckovýzkumných prací z problematiky lesních půd v letech 1971—1975 a perspektivy výzkumu na roky 1976—1980	97
Mráz K.: Změny vodního režimu ilimerizované podzolové půdy chlumního smrkového porostu v letech 1973 až 1975	101
Bublinec E.: Vplyv smreka na pôdu v zóne jedľobučín	119
Vinšová M., Lhotský J.: Biologická aktivita degradovaných lesních půd	137
Klimo E.: Recentní půdní procesy v ekosystému lužního lesa v Lednici na Moravě	155
Sály R.: Rendziny lesov Západných Karpát	169

Aktuality

Pelíšek J.: Půdy a lesy Makedonie	185
Pelíšek J., Paunescu C.: Lesní půdy. Půdy jako lesní stanoviště. 1975, Bukurešť	190
Löffler A., Júva K., Klečka A., Zachar D. a kol.: Půdní fond ČSSR (Ochrana, využití a zveřejňování). 1975, Bratislava	191

СОДЕРЖАНИЕ

Пелишек И.: Результаты научно-исследовательских работ по вопросам лесных почв в период 1971—1975 гг. и перспективы научно-исследовательской деятельности в 1976—1980 гг.	97
Мраз К.: Изменения водного режима илмеризованной подзолистой почвы елового насаждения в холмистой местности в период 1973—1975 гг.	117
Бублинец Е.: Влияние ели на почву в зоне пихтового буковых рош	135
Виншова М., Лготски Й.: Биологическая активность деградированных лесных почв	152
Климо Е.: В настоящее время протекающие почвенные процессы в экосистеме пойменного леса в Леднице на Мораве	166
Шали Р.: Рендзины лесов Западных Карпат	183

Новости

Пелишек И.: Почвы и леса Македонии	185
Пелишек И., Паунеску Ц.: Лесные почвы. Почвы как место произрастания леса. 1975, Бухарест	190
Лэффлер А., Юва К., Клеčka А., Захар Д. и колл.: Почвенный фонд ЧССР (Охрана, использование и мелиорация). 1975, Братислава	191

CONTENTS

Pelíšek J.: Results of Scientific-research Work on the Problems of Forest Soils in the Years 1971—1975 and Research Prospectives for the Period 1976—1980	97
Mráz K.: Changes in Water Regime of Illimerized Podzol Soil of Spruce Stand in the Course of 1973—1975	117
Bublinec E.: The Influence of Spruce on the Soil in a Fir-Beech Zone	135
Vinšová M., Lhotský J.: The Biological Activity of Degraded Forest Soils	152
Klimo E.: Recent Soil Processes in the Ecosystem of the Lowland Forest at Lednice in Moravia	167
Sály R.: Rendzinas of West Carpathian Forests	184

Topical News

Pelíšek J.: Soils and Forests of Macedonia	185
Pelíšek J., Paunescu C.: Forest Soils. Soils as Forest Sites. 1975, Bucharest	190
Löffler A., Júva K., Klečka A., Zachar D. et al.: The Soil Fund of the ČSSR (Protection, Utilization and Improvement). 1975, Bratislava	191

Pelíšek J.: Ergebnisse der wissenschaftlich-technischen Arbeiten über Problematik der Waldböden in den Jahren 1971–1975 und Perspektive der Forschung für den Zeitraum 1976–1980	97
Mráz K.: Veränderungen des Wasserhaushalts bei illimerisiertem Podsolboden eines hügeligen Fichtenbestandes im Laufe der Jahre 1973–1975	En 117
Bublinec E.: Einfluß der Fichte auf den Boden der Tannen-Buchen-Wälder	En 135
Vinšová M., Lhotský J.: Biologische Aktivität degradierter Waldböden	153
Klímó E.: Rezente Bodenprozesse im Ökosystem eines Auewaldes in Lednice (Mähren)	167
Šály R.: Rendzina-Böden in Wäldern von Westkarpaten	En 184

Aktualitäten

Pelíšek J.: Böden und Wälder in Makedonie	185
Pelíšek J., Paunescu C.: Waldböden. Böden als Forststandort. 1975, Bukarest	190
Löffler A., Júva K., Klečka A., Zachar D. u. Koll.: Bodenfonds der ČSSR (Schutz, Ausnutzung, Verbesserung). 1975, Bratislava	191

TABLE DES MATIÈRES

Pelíšek J.: Résultats des travaux scientifico-techniques portant sur les problèmes concernant les sols forestiers au cours des années 1971–1975 et perspectives de la recherche pour les années 1976–1980	97
Mráz K.: Changements du régime hydrique du sol podzolique lessivé d'un peuplement d'épicéa en pente au cours des années 1973–1975	118
Bublinec E.: L'influence de l'épicéa sur le sol dans la zone des hêtrais à sapin	135
Vinšová M., Lhotský J.: Activité biologique des sols forestiers dégradés	153
Klímó E.: Processus de sol récent dans l'écosystème de la forêt fluviale à Lednice en Moravie	168
Šály R.: Rendzines des forêts dans les Carpates d'Ouest	An 184

Actualités

Pelíšek J.: Sols et forêts en Macédonie	185
Pelíšek J., Paunescu C.: Sols forestiers. Sols en tant que station forestière. 1975, Bucarest	190
Löffler A., Júva K., Klečka A., Zachar D. et coll.: Fonds forestier en Tchécoslovaquie (Protection, utilisation, amélioration). 1975, Bratislava	191

LESNICTVÍ č. 3/1978

otiskuje tyto práce:

- Penka M.: Změny poměru podzemního a nadzemního systému semenáčků vybraných lesních dřevin
- Pišť F.: Smrkové bučiny jižní části Šumavy
- Vološčuk I.: Využitie výsledkov prieskumu prírodných pomerov slovenských lesov na stanovenie potenciálnej vodnej erózie pôdy
- Zvolánek J.: K ekonomice údržeb a oprav lesních cest
- Švestka M.: Účinnost a perzistence syntetického pyrethroidu Permethrinu
- Aktuality
- Vyskot M.: Památce prof. V. G. Nestěrova
- Paule L., Burley J., Styles B. T.: Tropické dřeviny — premenlivost, šlachtenie a ochrana. 1976, Londýn

Lesnictví č. 3/1978 stojí 12,— Kčs. Objednávky přijímá

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Slezská 7, 120 56 Praha 2
Poštovní novinová služba, Jindřišská 14, 110 00 Praha 1

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, Legerova ulice 22, 120 00 Praha 2.