

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

4

ROČNÍK 30 (LVII)
PRAHA
DUBEN 1984
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., prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc., Ing. Jan Materna, CSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., člen korespondent ČSAV prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., genmjr. Ing. Václav Růžicka, prof. Ing. Miroslav Stolina, DrSc.

Za vedení časopisu odpovídá člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1984

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. Издаёт Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход 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.

NĚKTERÉ PROBLÉMY LESNICKÉHO PŮDOZNALSTVÍ A MIKROBIOLOGIE V ČSSR

Předložené tematické číslo časopisu *Lesnictví* je věnováno příspěvkům s problematikou lesnického půdoznalství a mikrobiologie neboli biochemie. Regionální lesnické půdoznalství je tu zastoupeno příspěvky o půdách lužních lesů ČSSR, dále jsou tu obsaženy příspěvky s výsledky výzkumů o složení povrchových humusů a zásobách energie v nich obsažených, o mineralizačních pochodech, o hodnocení přístupných živin, o vodním režimu, o mikromorfologické stavbě humusoželezitých podzolů a o výsledcích některých mikrobiálních a biochemických výzkumů.

Práce o půdních poměrech lužních lesů ČSSR představuje v podstatě první menší monografii dané problematiky pojednávající o rozšíření lužních lesů v oblastech dolních toků nížinných řek Českého masívu. Je tu přehled hlavních půdotvorných hornin ve formě aluviálních říčních náplavů, hodnocení výšky hladiny podzemních vod se zřetelem ke klasifikaci a složení lužních lesů a přehled klimatických poměrů. Uvedeny jsou tu hlavní skupiny půd s jejich charakteristikou a ekologickým hodnocením vodního režimu půd na složení a existenci lužních lesů s poukazem na škodlivé nynější zásahy do vodních poměrů těchto jinak produkčně bohatých nívních lesů.

Příspěvek o vodním režimu lesních půd chlumních oblastí středních Čech navazuje na předešlou práci. Jsou tu zejména výsledky o rozdílech v dynamice a kvantitě vody v půdách pod porosty a na holiňě během roku se zřetelem k tvorbě biomasy porostů. Následující příspěvek obsahuje výsledky studií o zásobách energie v humusu lesních půd s významnými údaji získanými pomocí speciálních přístrojů. Výsledky řešení problematiky energie humusu, první toho druhu v našich lesních oblastech, již ukázaly vysoké zásoby energie v povrchových lesních humusech.

Velmi důležitá je dnes problematika znovuzískávání produkčních půd na haldách hlušin po těžbě uhlí a lignitu. Příspěvek k této problematice obsahuje dílčí studie o půdách lesnicky rekultivovaných hald hlušin v Ostravsko-karvinském revíru s podrobnou charakteristikou nově vznikajících půd po stránce fyzikální, chemické a mikrobiální se zřetelem na meliorační a cílové dřeviny.

Novým směrem studií pro poznání vnitřní stavby lesních půd je dílčí studie obsahující mikromorfologické znaky humusoželezitých podzolů na některých horských lokalitách ČSR. Je to prvá práce toho druhu o půdách horských lesů v oblasti Českého masívu.

Pedomeliorační problematika lesních dřevin má dnes důležité místo v lesnickém půdoznalství, kdy autoregulačně dochází ke zlepšování neboli regradaci lesních půd. Nové poznatky o pedomeliorační funkci lesních dřevin jsou obsaženy v dalším příspěvku, kde autor dělí lesní dřeviny podle jejich meliorační účinnosti do tří skupin. Zároveň uvádí jejich indexy pro klasifikační řazení v lesním hospodářství. Biochemické aktivitě je věnován příspěvek o vlivu rhizosféry travin na biochemické aktivity heterotrofních bakterií se zvláštním zřetelem na cyklus dusíku, uhlíku a síry v oblasti silně ovlivňované exhaláty SO₂. Poslední příspěvek se týká režimu fyziologicky přístupné vody v dubovo-habrovém a bukovém lesním ekosystému Malých Karpat.

Prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc.

J. Pelíšek

PELIŠEK, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Půdní poměry lužních lesů Československa*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 281-300.

Lužní lesy se v Československu nalézají v nivních rovinách v oblastech dolních toků nížinných řek. Komplexy lužních lesů možno rozdělit do čtyř hlavních oblastí, a to lužní lesy na půdách niv v oblasti středního toku Labe a dolních přítoků, v oblasti řeky Moravy a přítoků, v oblasti Dunaje a přítoků a v oblasti východoslovenské nížiny. Půdotvorné horniny nivních půd jsou aluviální náplavy zvětralin různých hornin nebo ostrůvky spraší a písků v nivách vodních toků. Velmi důležitý půdotvorný faktor je zde vodní režim s různou výškou hladiny podzemní vody. Roční množství srážek je 500—600 mm, průměrné roční teploty 8—9 °C (místy až 10 °C) a nadmořská výška je zhruba 100—220 m. Lužní lesy jsou tvořeny listnatými porosty. Hlavními skupinami půd jsou půdy semiglejové, glejové, černozemní a pseudočernozemní, šedé lesní půdy nivní, hnědé lesní půdy nivní, pseudosmolivky nivní a půdy rašeliništní.

pedologie lesnická; voda; lužní lesy

Lužní lesy se v ČSSR nalézají v nivních oblastech dolních toků našich nížinných řek s různými inundačními poměry. Jsou tu zastoupeny hlavně vlhkomilné listnáče, a to zejména dub zimní, d. letní a d. slavonský, jasan, jilm, topol, vrba, olše aj. Celková rozloha našich nížinných lužních lesů je 62 570 ha, z toho v ČSR 30 520 ha a v SSR 32 050 ha. Typickým znakem oblastí lužních nížinných lesů je střídavé zaplavování během roku rozlitou říční vodou, která přináší živinami bohatý kal, jenž pak zdarma zúrodňuje půdy těchto lužních lesů. Podle terénu nivních oblastí a s tím souvisejících i poměrů inundance se lužní lesy zhruba rozdělují na luhy sušší, středně zaplavované a silně zaplavované.

Délka doby inundace a výška hladiny podzemní vody jsou důležitými faktory podmiňujícími půdotvorné procesy, a tím i půdní typy s jejich pedogenetickými a ekologickými vlastnostmi.

Sušší luh je zpravidla zaplavován jen slabě hlavně za silných povodní a výška hladiny podzemní vody se tu objevuje v rozmezí 1,5 až 3 m. Jako půdní jednotky jsou tu rozšířeny hlavně nivní půdy oglejené s oglejením ve větších hloubkách a půdy semiglejového typu. Na písčitéch substrátech jsou to okrové hnědozemní lesní půdy, šedé lesní půdy a na ostrůvcích spraší i černozemě. Z dřevin jsou tu rozšířeny hlavně tzv. tvrdé dřeviny jako dub, jilm a jasan. Inundace trvá asi 1—3 týdny a dochází k ní zpravidla každoročně. Jako půdní jednotky jsou tu hlavně semigleje s horní hranicí oglejení v hloubkách 30—60 cm.

Středně zaplavované lužní oblasti mají mocnost rozlité vody 0,6 až 1 m a hladina podzemní vody kolísá v rozmezí 0,6—1,5 m. Kryty jsou zejména rychlerostoucími dřevinami, topoly a vrbami, ale objevují se tu i tvrdé listnáče.



1. Lužní les (dubina) na jižní Moravě. — Riverine forest (oak stand) in South Moravia

Silně zaplavované luhy jsou zaplavovány několikrát v roce, výška rozlité vody činí v průměru 1,5–2 m a na půdním povrchu stagnuje 4–6 týdnů. Výška hladiny podzemní vody je značná a ve vegetačním období neklesá zpravidla pod 30–40 cm. Jako půdní jednotky jsou tu hlavně semigleje a v mírných terénních prohybech i gleje s mírným rašeliněním.

Klimaticky patří nivní nížinné oblasti s lužními lesy hlavně do teplých oblastí s počtem letních dnů nad 50 a s podoblastí suchou, mírně suchou a mírně vlhkou. Roční množství srážek je v rozmezí 500 až 600 mm, roční teplotní průměry jsou v rozmezí 8–9 °C a v jižním Podunají až 10 °C. Nadmořské výšky jsou zhruba v rozmezí 120–215 m.

Půdotvornými horninami nivních půd jsou aluviální náplavy ze splavenin z okolních hornin, které do značné míry také ovlivňují zbarvení aluviálních náplavů, a tím i barvy půd. Jsou tu hnědé náplavy hnědozemní, šedé až tmavě šedé splaveniny černozemí, smolivek a rendzin, červené naplaveniny z permských hornin a terra ross, okrově zbarvené sedimenty ze spraší a hornin krystalinika, dále pak splaveniny sprašových hlín s kulmským nebo flyšovým materiálem a řada heterogenních smíšenin ze zvětralin různých hornin. Proto nelze použít pro naše nivní půdy lužních lesů označení vega, rambla nebo paternia. Nivní půdy na aluviích mají různé zrnitostní složení od hlinitopísčitých,

přes hlinité, jílovitohlinité, jílovité až čisté jíly. Jsou většinou 1—4 m hluboké, na vyvýšených podložních šterkových terasách jsou relativně mělčí (do 50—80 cm). Profily aluviálních sedimentů jsou morfologicky homogenní nebo pomístně vrstevnaté. V některých oblastech obsahují pohřbené tmavošedé černozemní půdy, resp. hydromorfní pseudočernozemě.

Na základě dosavadních dlouhodobých výzkumů (1938—1982) půd lužních lesů ČSSR možno vydělit tyto genetické (hlavní) půdní jednotky: černozemě nivní, pseudočernozemě nivní, šedé lesní půdy nivní, semi-glejové půdy nivní, glejové půdy nivní a rašeliništní půdy nivní, převážně slatiništní.

V genetické klasifikaci půd nížinných niv se objevují názvy jako půdy lužní, nivní, aluviální aj., a to jak pro některé půdy v Československu, tak i v zahraničí. Jsou to násilně přenášené termíny zejména z geologie, geografie a fytoecologie. Termín aluvium je označení geologické pro hydrogenní (fluviální) sedimenty holocenního stáří. Termín niva je pojem geografický pro roviny podél vodních toků vytvořené aluviálními sedimenty. Termín lužní půda je rovněž nevhodný výraz převzatý ze zahraniční literatury. Ve vědecké pedogenetické klasifikaci nelze proto použít pro genetické půdní jednotky označení půda nivní, aluviální nebo lužní.

Černozemě nivní jsou vyvinuty na vyvýšených ostrůvcích spraší, které tvoří ostrůvky ve formě nízkých pahrbků v nivních rovinách jižní Moravy a jižního Slovenska. Mocnost tmavošedého humózního horizontu A je 45—50 cm, podložní přechodný šedavý horizont A s mírným barevným přechodem dospodu má mocnost 15—20 cm. Podložní vápnitá spraš je světle okrově žlutá s drobnými bílými žilkami CaCO_3 . Celé profily jsou hlinité s obsahem jílu zhruba 36—42 %, celkový obsah humusu je v povrchových vrstvách 5,5—8,6 % a v podložním A 2,5—4,3 %. Pseudočernozemě na bezkarbonátových jílovitohlinitých až jílovitých aluviálních sedimentech jsou rozšířeny zejména na okrajích nivních rovin. Humózní horizonty jsou tmavě šedé s hrubě krupnatou strukturou o mocnosti 45—70 cm a s mírným barevným přechodem dospodu. Hlubší spodiny jsou oglejené. Obsah humusu je 4—5 % a aktivní reakce je neutrální.

Pseudosmolivky nivní vznikly splavením pravých smolivek vytvořených na jílovitých sedimentech v přilehlých oblastech nivních rovin. Tmavě šedý až černý humózní horizont má mocnost 45—60 cm, je jílovitý s hrubou kostkovitou nebo drobně sloupkovitou strukturou, obsah humusu je 3—5 %. Místy (jižní Morava) jsou zasoleny (hlavně sírany Mg a Na) a ve spodinách převážně oglejeny. Místy v hlubších spodinách jsou glejové horizonty.

Šedé lesní půdy nivní jsou vytvořeny jednak na aluviích, jednak na pahrbcích eolických písků nivních rovin. Humózní horizont je světle šedý až šedý o mocnosti 30—45 cm s mírným barevným přechodem dospodu. Jsou písčité až písčitohlinité, aktivní reakce je pH- H_2O 4—5, obsah humusu 2—3 %.

Hnědé lesní půdy nivní jsou tu dosti rozšířeny. Svrchní tmavošedý horizont A má mocnost převážně 10—15 cm a v podloží je hnědý (v různých odstínech) horizont (B) různé mocnosti. Naspodu je často oglejený s výraznou skvrnitostí a bročky Fe a Mn a ve větších hloub-

kách okolo 160—200 cm přechází do šedozelenavého mokrého gleje. Zrnitostně jsou hlinité, jílovitohlinité až jílovité, aktivní reakce je neutrální až mírně kyselá a v Podunají až mírně nebo středně alkalická, humusu je v horizontu A 5—8 %, v (B) jen 1—2 %. Rozšířeny jsou zejména v okrajových oblastech nivních rovin s hlouběji položenou hladinou podzemní vody.

Semiglejové půdy nivní mají svrchní humózní horizont A šedý až tmavošedý o mocnosti 8—15 cm. V podloží je skvrnitý oglejený horizont Ag o mocnosti 30—75 cm a pod ním pak nazelenalý nebo namodralý glejový mokrý až zbahnělý horizont G. Zrnitostně jsou to půdy převážně těžšího rázu, jílovitohlinité a jílovité a v glejových horizontech s redukčními procesy. Aktivní reakce je převážně neutrální až mírně alkalická, humusu je ve svrchních horizontech A 6—9 %, v podloží 1—3 % a v glejích 0,6—1,0 %. Ve spodinách jsou mokré až zbahnělé a místy jsou zasoleny sírany hořčíku a sodíku.

Glejové půdy (stagnogleje) mají stálou hladinu podzemní vody blízko povrchu a povrchový horizont A je zpravidla mělký o mocnosti 2—5 cm. Na povrchu se objevuje místy rašelinění. Podložní vrstva je mokrý až zbahnělý horizont G zbarvený v různých odstínech nazele-nale nebo namodrale šedě. Zrnitostně jsou většinou jílovitohlinité až jílovité, slehlé, aktivní reakce je neutrální až mírně kyselá a humusu je ve svrchní vrstvě 3—5 %. Rozšířeny jsou zejména v mírných prohybech nivních rovin s vysokou hladinou podzemní vody. Jsou často zaplavovány a voda na nich stojí i delší dobu.

Rašelinistní půdy nivní jsou hlavně slatiništního rázu a tvoří ostrůvky v terénních pokleslinách říčních niv s vysokou hladinou podzemní vody. Mocnost značně kolísá, aktivní reakce je neutrální až mírně kyselá.

Mladé a nevyvinuté půdy jsou tvořeny ostrůvky naplavených šterků nebo písků v blízkosti vodních toků v nivních rovinách.

Fytocenologicko-typologicky byly vylišeny A. Zlatníkem v údol-ních nivách vrbové olšiny, jasanové doubravy, topolo-jilmové jaseniny, habro-jilmové jaseniny, jilminy, olšiny olše lepkavé a olšiny olše šedé.

Dílčí příspěvky o půdách lužních lesů Československa doposud publikoval Berta J. (1970), Džatko M. (1961), Fraňo A. (1961), Hruška B. (1956), Jurko A. (1958), Michal L. a Musil O. (1978), Mráz K. (1977), Mezera A. a Samek A. (1954), Pelíšek J. (1949, 1959, 1960, 1972, 1976, 1978) aj.

PŮDY LUŽNÍCH LESŮ STŘEDNÍHO POLABÍ A LABSKÝCH PŘÍTOKŮ

Jsou to nivní oblasti středního toku řeky Labe a dolních nivních oblastí řeky Ploučnice, Mrliny, Jizerky, Cidliny, Orlice, Loučné a Ohře. Hlavními půdotvornými horninami jsou aluviální sedimenty tvořené hlavně splavenými zvětralinami hornin krystalinika, permu, svrchní křídý, třetihorních vulkanitů a kvartérních šterkovitých písčitých a sprašových sedimentů a mladých rašelinných uloženin. Tato rozmanitost horninových splavenin, resp. naplavenin, výrazně ovlivňuje zrnitostní složení aluviálních sedimentů tvořících substráty pro tvorbu půd v nivních oblastech Polabí s přilehlým okolím. Samostatné nehydrogenní

I. Hlavní ekologicko-pedogenetické průměrné hodnoty hlavních půdních jednotek v oblasti lužních lesů v nivních rovinách středního toku řeky Labe. — Main ecologico-pedogenetic average values of the principal soil units in the region with riverine forests in the floodplain flatlands of the middle current of the Elbe

Půdní jednotka		Jíl <0,01 mm %	CaCO ₃ %	Humus %	pH-H ₂ O	N celk. mg/ /100 g	N- -NH ₄ mg	N- NO ₃ mg	Přístupné živiny v mg/100 g			Sorpční komplex		Póro- vitost %	Kapacita	
									CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	S mg	V %		vodní %	vzdušná %
Semigleje	A _o					960	5,1	1,6								
	A	50-66	0	5,4-8,8	6,7-6,9	104	1,8	0,1	210	28	26	43	78	48-52	40-42	8-10
	A _g	58-68	0	3,2-4,3	7,0-7,4	61	0,9	0,06	155	22	10	34	75	45-50	43-46	2- 4
	G	55-64	0-2	0,9-1,2	7,2-7,5	36	0,2	—	110	11	8	29	70	—	—	—
Gleje	A _o					636	0,65	0,22	255	25	14					
	A	58-72	0	3,8-6,6	6,6-7,2	123	0,18	0,08	184	18	10	42	68	47-50	42-43	4- 8
	G	65-78	0-2	1,0-1,4	7,3-7,6	51	—	—	115	10	7	31	72	46-48	43-44	2- 4
Okrové hnědé lesní půdy	A	54-68	0	5-7	6,2-7,0	654	0,36	—	340	32	10	38	54	50-54	45-50	5- 4
	(B)	64-70	0	2-4	6,5-7,1	210	0,15	—	153	28	6	26	58	47-50	42-44	5- 6
	C	72-75	0	0-1	7,0-7,8	0-4	0,03	—	216	12	4	20	66	—	—	—
Čokoládově hnědé půdy	A	16-20	0	8-10	4,2-5,1	75	2-3	0,12	32	10	5	14	30	52-55	34-37	18-22
	(B)	14-18	0	3-4	4,5-5,4	20	1-2	0,03	20	6	2	10	25	48-53	34-37	12-12
	C	6-10	0	0-1	4,8-5,8	0-1	0-1	—	5	1	1	5	13	—	—	—
Smolivky nivní	A	70-74	0	7,2-8,0	6,7-6,8	316	5-8	4,5	258	28	32	48	82	42-45	36-41	6- 4
	A	72-76	0	5,6-7,1	6,9-7,3	115	1-3	0,8	183	15	14	44	86	37-42	35-39	2- 3
	C	76-80	0-3	—	7,2-7,5	3-8	—	—	128	10	8	38	92	—	—	—
Rašeliništní slatiny	A			61	6,8-7,2	1155			340	51	41	—	—	—	—	—
	C			50	6,4-7,0	1420			—	—	—	—	—	—	—	—

půdotvorné horniny tvoří v oblastech nivních aluviálních sedimentů ostrůvky eolických spraší a eolických převážně bezkarbonátových písků.

Hlavními půdními jednotkami jsou tu hydrogenní, a tím i hydromorfní půdy. Jde hlavně o semihydrogenní půdy, glejové půdy, nivní smolivky (černavy), hnědé lesní půdy okrové na eolických pískách, hnědé lesní půdy čokoládově hnědé na eolických pískách a aluviálních sedimentech, šedé lesní půdy na eolických pískách a rašelinistní půdy (slatiništní).

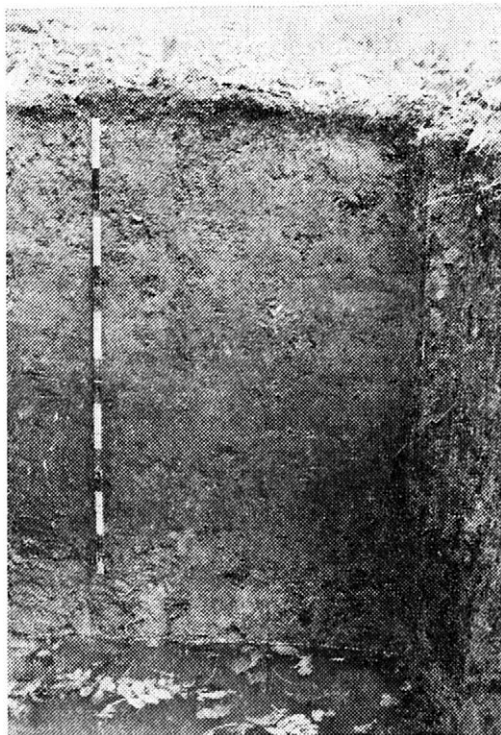
Typologická struktura půdního pokryvu v nivních oblastech lužních lesů Polabí je tvořena převahou hydromorfních půd (gleje, semigleje, půdy rašelinistní) s ostrůvky půd terestrických, tj. bezprostředně neovlivňovaných hladinou podzemní vody (černozemě na spraších, šedé a hnědé lesní půdy na eolických pískách). Zrnitostní struktura půdního povrchu je tvořena převahou půdních druhů se zvýšeným obsahem jílu (půdy hlinité, jílovitohlinité a jílovité) a pak ostrůvky písčitých a hlinitopísčitých půd.

Semiglejové půdy tvoří v těchto nivních oblastech největší plochy a možno je zhruba plošně odhadnout na 70–80 %. Zastoupeny jsou tu semiglejové půdy typické, humózní a rašelinné. Svrchní vrstvy jsou tmavošedé, šedé až šedohnědé o mocnosti 6–15 cm a místy mají hrubě krupnatou až drobně kostkovitou strukturu. V podloží jsou rezivě a hnědě skvrnitě horizonty (místy i bročky Fe + Mn) o mocnosti 30–90 cm jako vrstva Ag. Hlubší spodiny jsou glejové horizonty zbarvené šedě, modrošedě až nazelenale šedě uložené většinou na šterkové akumulaci terase.

Zrnitostně jsou to hlinité, jílovitohlinité, jílovité až čisté jíl s obsahem jílu zhruba 45–82 %, na ostrůvcích eolických písků písčité, hlinitopísčité až písčitohlinité s jílem z 8–25 %. Jsou nevápnité a jen místy ve spodinách je 1–2 % CaCO_3 . Humusu je ve svrchních vrstvách 5,4–8,8 % a do spodin ubývá na 0,9–1,2 %. Aktivní reakce pH-H₂O je převážně neutrální a některé spodiny jsou mírně alkalické. Celkový dusík je nahromaděn v korelaci s humusem v povrchové vrstvě (942 až 1120 mg/100 g) a v glejových horizontech jen 32–40 mg/100 g. Amoniakální dusík je v povrchových vrstvách 4,2–6,1 mg/100 g a nitrátový jen 1–2 mg/100 g. Z přístupných minerálních živin jsou tu velmi dobré zásoby vápníku, draslíku i kyseliny fosforečné. Sorpční komplex je nasycen. Svrchní vrstvy mají dosti dobrou pórovitost, vysokou vodní kapacitu a nízkou kapacitu vzdušnou. Spodiny jsou výrazně vysokou okamžitou vlhkostí a nedostatkem vzduchu, hlavně v glejových horizontech, které jsou místy až zbahnělé.

Gleje (glejové půdy) nivní mají glejový horizont položen skoro až k půdnímu povrchu a povrchový humózní horizont má mocnost 10 až 15 cm. Mají stálou vysokou hladinu podzemní vody a během roku jsou několikrát zaplavovány. Zrnitostně jsou jílovitohlinité, jílovité až čisté jíl s obsahy jílu 50–84 %. Povrchová vrstva je humózní (humusu 4 až 7 %), glejové spodiny jsou chudé humusem. Aktivní reakce je neutrální až mírně alkalická. Zásoby celkového dusíku a jeho přístupných forem jsou v povrchových vrstvách, kde jsou také dobré zásoby přístupných živin (Ca + K + P) a sorpční komplex je nasycen. Glejové půdy jsou v celém profilu bohaté vodou s nedostatkem vzduchu.

Hnědé lesní půdy nivní na aluviích jsou zrnitostně těžšího rázu



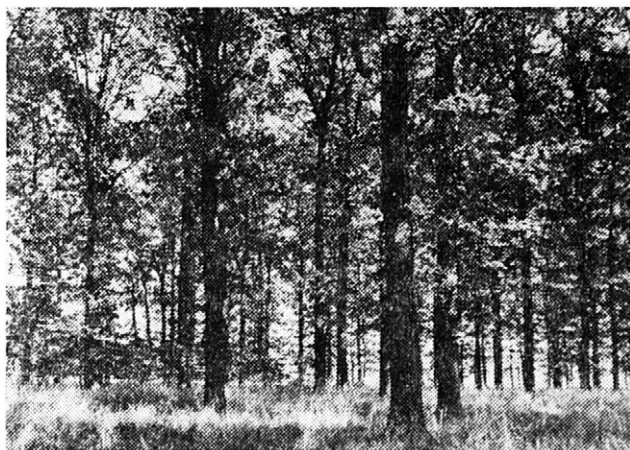
2. Semiglejová půda na aluviu středního toku Labe. — Semigley soil on the alluvium of the middle current of the Elbe



3. Pseudosmolivka (oglejená) na aluviu Labe. — Pseudo humus-carbonate (gleyed) soil on the alluvium of the Elbe

a v hlubších spodinách jsou často oglejeny. Aktivní reakce je mírně kyselá, neutrální až mírně alkalická (ve spodinách). Poměry dusíku celkového a amoniakálního jsou velmi dobré. Z přístupných živin jsou časté přebytky vápníku a draslíku, kyselina fosforečná je zastoupena méně. Vodní režim je většinou příznivý, provzdušenost ve svrchních vrstvách dobrá. Jsou to půdy ekologicky příznivé pro lužní lesy s dobrým vodním režimem a dobrým stavem minerálních živin.

4. Lužní dubina v Polabí (Hradec Králové). — Riverine oak stand in the Polabí region (Hradec Králové)



Čokoládově hnědé lesní půdy nivní jsou vytvořeny hlavně na ostrůvkách písku o výšce zhruba 2—4 m nad aluviální nivou. Zrnitostně jsou písčité, hlinitopísčité až písčitohlinité se svrchním tmavošedým horizontem A (6—10 cm) a podložním (B) hnědým o mocnosti 40—60 cm. Svrchní vrstvy mají velmi dobré obsahy humusu (8—10 %), spodiny jsou humusem chudé. Zásoby přístupných forem dusíku jsou nižší a rovněž i rezervy přístupných minerálních živin (Ca + K + P) se objevily v nižších kvantech. Sorpční komplex je mírně nenasyčen.

Smolivky (pseudosmolivky) nivní jsou naplavené, resp. přeplavené humózní horizonty pravých smolivek na slínech, ve spodinách jsou převážně oglejeny a místy i s glejovým horizontem. Svrchní tmavošedý až černý humózní horizont o mocnosti 35—50 cm je zrnitostně rázu jílovitých zemin až čistých jílu s obsahem jílu 70—78 %. Jsou dosti bohaté humusem (7—8 %) a aktivní reakce je neutrální až mírně alkalická s pH-H₂O 6,7—7,8. Stavby přístupných minerálních živin jsou velmi dobré a zásoby dusíku jsou střední až velmi dobré. Sorpční komplex je výrazně nasycen bazickými kationy. Slabší provzdušenost je jen ve svrchních vrstvách a ve spodinách klesá na minimum (1—3 %). Celkově jsou to půdy s přebytky přístupných živin a dobrým vodním režimem, což ukazuje na vhodné ekologicko-půdní poměry pro lužní lesy.

Rašeliništní půdy tvoří zde jen menší ostrůvky. Zásoby oxidovatelného humusu byly nalezeny v rozmezí 50—62 %, reakce je převážně neutrální a jsou tu značné obsahy celkového dusíku (1420—1550 mg/100 g).

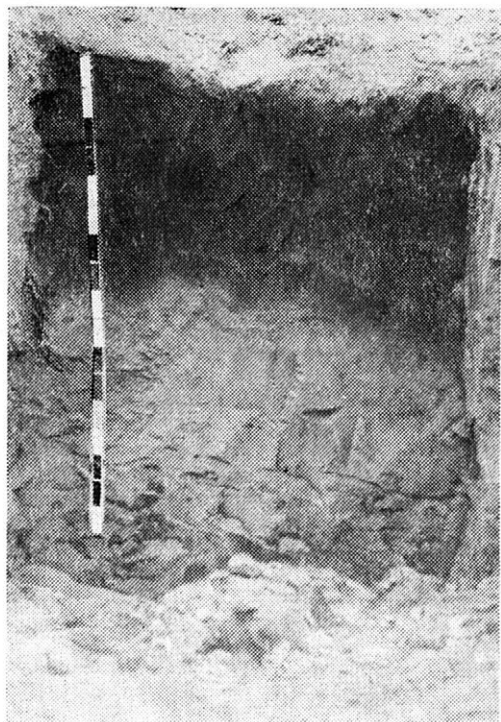
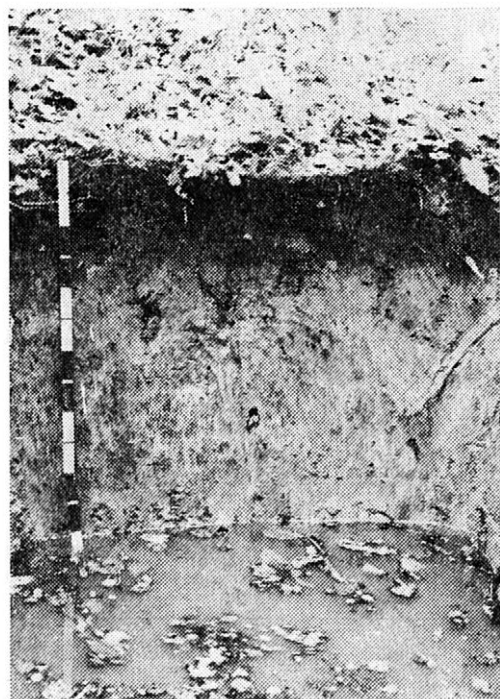
PŮDY LUŽNÍCH LESŮ V NIVÁCH POMORAVÍ A PŘÍTOKŮ

Jsou to půdy nivních oblastí řeky Moravy a dolních částí přítoků řek Dyje, Svratky se Svitavou a Bečvy. Hlavní horniny tvořící půdotvorné aluviální sedimenty jsou zvětraliny krystalinika, kulmu, flyše a terciéru a pleistocenní sedimenty, z holocenních pak uloženiny rašelin a eolických písků. Různé zrnitostní složení splavovaných zvětralin podmiňuje také různé složení a vrstevnatost aluviálních sedimentů v nivě řeky Moravy a přítoků.

Hlavní půdní jednotky jsou převážně hydrogenního původu a tím i hydromorfního charakteru, v různé formě oglejené a glejových typů. Jsou to hlavně semiglejové půdy, glejové půdy, pseudočernozemní a černozemní půdy, šedé lesní na eolických pískách, hnědé lesní na eolických pískách, pseudosmolivky a půdy rašeliništní.

Typologická struktura půdního pokryvu v nivních oblastech Pomoraví je tvořena hlavně půdami hydromorfními a ostrůvky půd restrických (na spraších a eolických pískách). Zrnitostní struktura půdního povrchu je tvořena hlavně půdami hlinitými až jílovitými s ostrůvky půd písčitého rázu.

Semiglejové půdy pokrývají největší plochy v nivách Pomoraví, a to zhruba asi 75—80 %. Zastoupeny jsou tu semigleje typické, humózní, rašelinné, zasolené a semigleje s vrstvou železitomanganového slepenice. Svrchní vrstvy A jsou šedé až tmavošedé o mocnosti 4—10 cm a místy jsou dobře strukturní s hrubě krupnatou, hrudkovitou, kostkovitou nebo drobně sloupkovitou (u zasolených) strukturou. Podložní vrstva A_g je oglejená s rezivými a hnědými skvrnami Fe + Mn. Mocnost má



5. Humózní glej na aluviu řeky Moravy (Olomoucko). — Humous gley on the alluvium of the river Morava (Olomouc region)

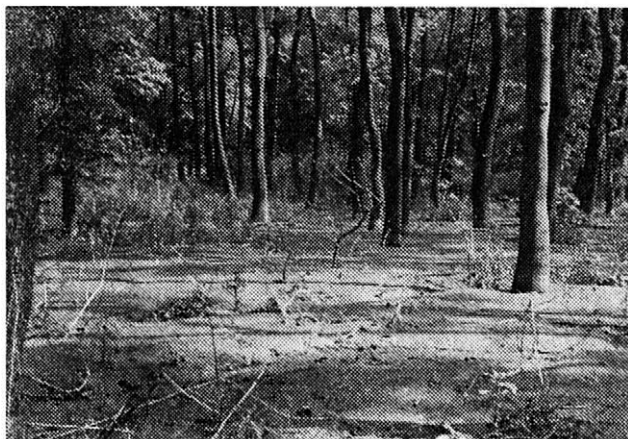
6. Sedá lužní půda na písku (hrúd) v nivě Dyje. Břeclavsko. — Grey floodplain soil on sands in the floodplain flatland of the Dyje. Břeclav region

35—80 cm. Na spodní hranici glejového horizontu se pomístně nebo i v souvislé vrstvě objevuje manganoželezitý a dřavý stmelenec o mocnosti 4—6 cm. Glejový horizont je šedavý, zelenošedý nebo modrošedý a ve svrchní části obsahuje místy drobné konkrce nebo bročky Fe + Mn. V hlubší spodině nasedá glejový horizont zpravidla na zvodněnou šterkovou terasu.

Zrnitostně jsou tyto gleje hlinité až jílovité a místy až čisté jíly. Jsou nevápnité a jen ojediněle obsahují ve spodinách CaCO_3 (1—3 %). Svrchní vrstvy jsou humózní (humusu 3—7 %), glejové spodiny jsou chudé humusem (1—2 %). Aktivní reakce je neutrální až mírně alkalická (pH- H_2O 6—8). Celkový obsah dusíku ve svrchních vrstvách je velmi dobrý, ale jeho mineralizace je nízká. Stavy přístupných živin (Ca + K + P) jsou velmi dobré a sorpční komplex je nasycený (68 až 82 %). Pórovitost je dobrá, ale jsou vytvořeny hlavně jemné póry, což se projevuje ve zvýšené vodní kapacitě a nízkém provzdušnění. Nevhodné až hrubé vodohospodářské zásahy způsobily poklesy hladiny podzemní vody, a to zejména v oblasti lužních lesů jižně od Hodonína o 3 až 4 m, což mělo za následek výrazné změny v dřevinném složení lužních lesů, zejména v rychlém mizení tvrdých dřevin a odumírání i oslabených dřevin.

Černozemě nivní se objevují na ostrůvcích spraše vyvýšených nad nivní rovinu. Místy v okrajových partiích niv jsou pseudočernozemě

7. Povodňové minerálně bohaté sedimenty řeky Dyje v lužním lese v oblasti Lednice na jižní Moravě. — Inundation rich-in-minerals sediments of the Dyje river in the riverine forest in the Lednice region in South Moravia



vzniklé splavením pravých černozeří z blízkého okolí. Tyto jsou ve spodinách oglejeny. Černozeří na ostrůvcích spraší jsou hlinité, dobře zásobené humusem, neutrální až mírně alkalické, ve spodinách vápnité (4—6 % CaCO_3), s velmi dobrým režimem dusíku a přístupných živin a nasyceným sorpčním komplexem. Jsou dobře pórovité, dobře provzdušené a v letním měsících s mírnými nedostatky vody ve svrchních vrstvách. Naplavené pseudočernozeří nivní jsou převážně jílovitohlinité s dobrými stavy humusu, aktivní reakce je neutrální až mírně alkalická, je dobrý stav režimu dusíku a přístupných živin, sorpční komplex je nasycen a vlhkostní režim je i ve vegetačních měsících dobrý. Místa se vyskytují zasolené sírany a chloridy $\text{Na} + \text{Mg} + \text{Ca}$.

Šedé lesní půdy nivní se v této oblasti nalézají na ostrůvcích eolických písků uložených na podložní šterkovou terasu a dnes vyčnívají asi 2—4 m nad nivní rovinu. Zrnitostně jsou hlinitopísčité a písčitolhinité s písčitým podložím, s dobrými zásobami humusu (4—7 %), mírně kyselou reakcí, dobrými stavy dusíku a jeho forem, přístupnými živinami a slabě nasyceným sorpčním komplexem. Jsou dobře provzdušené s mírnými úbytky vody v letních měsících.

Čokoládově hnědé lesní půdy nivní na ostrůvcích eolických písků (tzv. hrůdy) mají celkově podobný charakter jako šedé lesní půdy nivní, ale mají mnohem nižší obsahy humusu a přístupných živin.

Smolivky nivní, resp. pseudosmolivky, vznikly hlavně splavením geneticky pravých smolivek na slínech hlavně v dolní části povodí řeky Svratky jižně od Brna. Zrnitostně jsou to půdy jílovité až čisté jíly s obsahem jílu 64—78 %. Jsou dobře zásobeny humusem (5—8 %), aktivní reakce je převážně mírně alkalická, režim dusíku je velmi dobrý s nižším stupněm mineralizace, přístupných živin je dostatek s vysokým přebytkem vápníku a sorpční komplex je nasycen. Vodní kapacita je vysoká a celková provzdušenost dosti nízká. Část těchto smolivek v oblasti Židlochovice — Břeclav je zasolena sírany $\text{Mg} + \text{Na} + \text{Ca}$ a v menší míře i chloridy. Na okraji lužních lesů této nivní oblasti sírany vykvétají jako bílé výkvěty na povrchu smolivek. Na spodinách jsou tyto půdy převážně oglejeny.

Rašeliništní (slatiništní) půdy tvoří jen malé ostrůvky v horní části nivy řeky Moravy severně od Olomouce. Mají vysoký obsah humusu

III. Hlavní ekologicko-pedogenetické průměrné hodnoty hlavních půdních jednotek v oblasti lužních lesů v nívních rovinách slovenského Podunají a dolních částí přítoků. — Main ecologico-pedogenetic average values of the principal soil units in the region with riverine forests in the floodplain flatlands of the Podunají (in Slovakia) and the lower parts of the tributaries

Půdní jednotka		Jíl < 0,01 mm %	Humus %	CaCO ₃ %	pH-H ₂ O	N _t celk. mg/100 g	N-NH ₄ mg	N-NO ₃ mg	Přístupné živiny v mg/100 g			Sorpční komplex	
									CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	S mg	V %
Semigleje	A	53-74	4-6	22-33	7-8	1460	2-4	—	525	26	16	41	92
	A _g	51-66	1-2	16-28	7-8	610	—	—	340	10	7	37	90
	G	33-39	0,2-0,6	20-25	8	—	—	—	210	8	5	—	—
Gleje	A	56-65	4-6	24-30	7-8	1710	1-2	—	632	33	21	36	87
	G	48-55	0-1	25-28	8	—	—	—	486	24	16	—	—
Černozemě nivní	A	48-57	5-8	16-24	7-8	1920	3-5	1-2	722	22	15	28	90
	A	51-58	3-5	14-20	7-8	1430	0-1	0-1	—	—	—	—	—
Šedé půdy nivní na aluviu	A	52-60	3-5	21-29	7-8	1453	1-2	2-3	634	23	12	46	87
	A	45-51	1-2	18-30	6-7	920	—	—	515	15	5	40	90
	C _g	48-54	0-1	20-26	8	—	—	—	—	—	—	—	—
Šedé půdy nivní na pískách	A	16-23	4-6	14-19	7-8	1230	2-3	0-1	315	9	10	14	93
	A	12-20	2-4	12-20	6-7	810	—	—	224	3	4	6	90
	C	4-6	0-1	3-8	8	—	—	—	—	—	—	—	—
Hnědé půdy nivní na pískách	A	18-24	3-4	13-20	7-8	1354	0-1	0-1	305	10	8	12	76
	(B)	20-25	2-3	10-15	6-7	940	0-1	0-1	284	3	2	7	71
	C	3-5	0-1	4-10	8	—	—	—	—	—	—	—	—
Rašeliništní (slatiništní) půdy	A	—	65	3- 6	6-7	2101	—	—	—	—	—	—	—
	A	—	61	1- 2	6-7	1916	—	—	—	—	—	—	—

(63—68 %), reakce je neutrální až mírně alkalická, obsahy celkového dusíku jsou značné (1542—1620 mg/100 g).

PŮDY LUŽNÍCH LESŮ V NIVNÍCH OBLASTECH DUNAJE A PŘÍTOKŮ

Podunají a dolní části povodí hlavních přítoků (Váh, Nitra, Hron) tvoří značnou část jižního Slovenska. Půdotvorné aluviální sedimenty jsou tvořeny splaveninami různých hornin Slovenska a výrazně se tu uplatňuje zejména podíl spraší.

Hlavními půdními jednotkami jsou tu půdy hydromorfní (gleje, semigleje), dále pak nivní černoze, šedé lesní půdy nivní, hnědé lesní půdy nivní a půdy rašelinistní.

Typologická struktura půdního povrchu je tvořena vesměs hydromorfními půdami. Zrnitostní struktura půdního povrchu je tvořena půdami hlinitými a jílovitohlinitými a ostrůvky půd písčitých, hlinitopísčitých a písčitohlinitých.

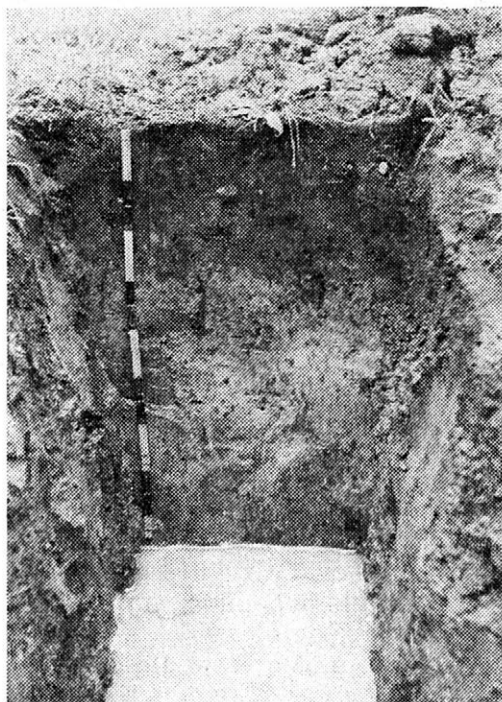
Semiglejové půdy pokrývají v tomto nivním území největší plochy, a to zhruba asi 80—85 %. Zastoupeny jsou tu půdy semiglejové typické, humózní a ojediněle i rašelinné a zasolené. Na odlesněných plochách nebo na okrajích lužních lesů se nalézají ostrůvky půd zasolených až solných s bílými výkvěty solí na povrchu. Jsou to sírany Mg, Na a Ca s malou příměsí chloridů. Svrchní humózní horizont A je mocný zpravidla 8—15 cm a pod ním je vlhký až mokrý oglejený horizont mocný 35—90 cm se skvrnitým zbarvením. Pod ním leží glejový horizont zbarvený šedavě nebo nazelenale šedě a zpravidla nasedá na písky nebo šterky podložní dunajské terasy. Zrnitostně jsou to půdy hlinité až jílovitohlinité s alkalickou reakcí, obsah CaCO_3 je v celých profilech v rozmezí 14—33 % a obsah humusu v povrchových vrstvách 4—6 %. Obsah celkového dusíku je značný (1320—1460 mg/100 g), zásoby přístupných živin (Ca + K + P) jsou velmi dobré se značným přebytkem vápníku a sorpční komplex je nasycen (90—92 %), ve spodinách jsou mokré až zbahnělé. V posledních letech došlo ke škodlivým vodohospodářským zásahům do vodního režimu těchto semiglejových půd značným snížením hladiny podzemní vody, což má za následek usýchání a odumírání zejména rychlerostoucích dřevin.

Glejové půdy mají povrchový humózní horizont A mocný 4—10 cm a v podloží je glejový horizont zelenavě nebo namodrale zbarvený. Zrnitostně je hlinitý až jílovitohlinitý s obsahy jílu 48—56 %, obsah CaCO_3 je 25—31 %, humusu je nahoře 4—6 % a místy je i mělký rašelinění (rašelinné gleje v terénních pokleslinách niv), reakce je alkalická, stavy přístupných živin jsou velmi dobré opět s přebytky Ca a sorpční komplex je nasycen. Jsou během roku zpravidla zaplavovány, ve svrchních vrstvách vlhké a ve spodinách mokré až zbahnělé.

Černoze (pseudočernoze) vznikly hlavně ze splavených černoze z okolí a ve spodinách jsou často oglejené až glejové. Šedočerný horizont má mocnost 40—55 cm. Jsou hlinité a jílovitohlinité (jílu 48 až 57 %), humusu nahoře 5—8 %, CaCO_3 12—24 %, reakce pH- H_2O je 7—8, vysoké jsou obsahy celkového dusíku (1330—1920 mg/100 g), dusíku čpavkového 3—5 mg/100 g, vysoké jsou i rezervy přístupných živin a sorpční komplex je nasycen.

IV. Hlavní ekologicko-pedogenetické průměrné hodnoty hlavních půdních jednotek v oblasti lužních lesů východního Slovenska.
 — Main ecologico-pedogenetic average values of the principal soil units in the region with riverine forests in East Slovakia

Půdní jednotka		Jíl < 0,01 mm	Humus %	pH-H ₂ O	N _t celk. mg/100 g	N-NH ₄ mg	Přístupné živiny v mg/100 g			Sorpční komplex		CaCO ₃ %
							CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	S mg	V %	
Semigleje	A	58-67	5-9	5-7	1630	2-4	418	32	23	53	88	0
	A _g	60-72	2-3	5-7	915	—	320	21	15	58	72	0
	G	64-77	0-1	6-7	—	—	—	—	—	—	—	0
Gleje	A	65-73	5-7	5-7	—	—	—	—	—	—	—	0
	G	74-78	2-3	6-7	—	—	—	—	—	—	—	—
Šedé půdy nivní na pískách	A	18-23	4-7	4-6	1345	1-3	456	16	9	27	76	0
	A	15-20	2-7	5-6	732	0	242	10	5	19	64	0
	C	4- 8	0-1	6-7	—	—	—	—	—	—	—	0
Hnědé půdy na pískách	A	16-21	3-5	4-6	912	—	286	12	8	—	—	0
	(B)	18-20	1-2	4-7	351	—	172	4	6	—	—	0
	C	5- 9	0-1	6-7	—	—	—	—	—	—	—	0



8. Hnědá lesní půda nivní na aluviu Dunaje, Bratislava. — Brown forest alluvial soil on the alluvium of the Danube, Bratislava

9. Hnědá půda nivní na aluviu řeky Latorice na východním Slovensku. — Brown forest alluvial soil on the alluvium of the river Latorica in East Slovakia

Šedé lesní půdy nivní jsou podobné v morfologii černozemím, jsou však zrnitostně těžší s menšími zásobami humusu. Hnědé lesní půdy nivní na pískách jsou až písčitohlinité s obsahem humusu 2—4 %, mírně vápnité a převážně s neutrální reakcí. Zásoby přístupných živin jsou celkem nižší a sorpční komplex je slabě nasycen. V letních měsících místy trpí suchem. Rašeliništní půdy jsou převážně slatiništního rázu, vápnité s neutrální až mírně alkalickou reakcí a s vysokými obsahy celkového dusíku (až 2 %).

PŮDY LUŽNÍCH LESŮ V NIVNÍCH OBLASTECH VÝCHODNÍHO SLOVENSKA

Východoslovenskou pánví protékají řeky Ondava, Toplá, Uh, Laborec a Latorica, jež patří do povodí Bodrogu. Půdotvorné aluviální sedimenty nivních rovin těchto řek vznikly hlavně z naplavenin flyšových zvětralín, vulkanitů z Vihorlatu a Slánských vrchů, neogénu, spraší a písků.

Z hlavních půd jsou tu zastoupeny půdy hydromorfní s lokálními ostrůvky spraší a eolických písků s černozeměmi a půdami šedozemního a hnědozemního rázu. Rozšířeny jsou tu zejména semigleje a gleje s ostrůvky půd terestrických, které jsou místy ve spodnách oglejeny.



10. Lužní lesy v nivě řeky Uhu na východním Slovensku. — Riverine forests in the floodplain flatland of the Uh river in East Slovakia

Také typologická struktura půdního povrchu je složena hlavně z půd hydromorfních z 85—90 %. Zrnitostní strukturu půdního pokryvu tvoří okrsky půd hlinitých, jílovitohlinitých a jílovitých.

Semiglejové půdy mají svrchní humózní horizont mocný 6—12 cm a podloží oglejený horizont A_g je skvrnitě zbarvený a má mocnost 30—100 cm. Další podloží glejový horizont namodrale šedý nasedá zpravidla na zvodněnou terasu nebo písky. Zrnitostně jsou hlavně hlinité, jílovitohlinité a jílovité s ostrůvky lehčích půd na písčitých podkladech. Humusu mají ve svrchních vrstvách 3—9 %, reakce je mírně kyselá až neutrální a zpravidla neobsahují $CaCO_3$. Celkového dusíku je dostatek (1445—1630 mg/100 g) a stavy přístupných živin (Ca + K + P) jsou velmi dobré. Sorpční komplex je většinou nasycen ze 78 až 82 %.

Glejové půdy tvoří různě velké ostrůvky a vázány jsou na prohyby a snížení v aluviálních nivách. Svrchní vrstva je mocná do 10 cm a převážnou část roku je vlhká až mokrá vlivem vysoko položené hladiny podzemní vody. Jsou jílovitohlinité až jílovité, humusu mají 5—7 %, reakce je mírně kyselá až neutrální. Mají značné přebytky vody a nedostatky vzduchu v letních měsících.

Šedé lesní půdy nivní na pískách jsou písčitohlinité s písčitymi spodinami a mocnost tmavošedého humózního horizontu je 40—55 cm. Humusu mají 4—7 % a reakce je mírně kyselá až neutrální. Celkového dusíku je dostatek (930—1345 mg/100 g) a jeho mineralizace je dobrá. Zásoby přístupných živin (Ca + K + P) jsou celkově nižší a sorpční komplex je mírně nasycen.

Hnědé lesní půdy nivní na pískách jsou lehčího rázu s písčitým podložím. Mají nižší obsahy humusu (2—4 %) a reakce je slabě kyselá až neutrální.

ZÁVĚR

Hlavními skupinami půd lužních lesů jsou půdy semiglejové, glejové, černozemní a pseudočernozemní, šedé lesní půdy nivní, hnědé lesní půdy nivní, pseudosmolivky nivní a půdy rašelinné.

Semiglejové půdy jsou tu vyvinuty jako typické, humózní, rašelinné, s ortштейnovými vrstvami a zasolené. Zrnitostně jsou to půdy hlinité, jílovitohlinité, jílovité až čisté jíly. Mocnost oglejené vrstvy nad glejovým horizontem s kolísající hladinou podzemní vody je v rozmezí 30—100 cm. Během roku jsou místy zaplavovány. Obsah humusu ve svrchních vrstvách je 3—9 %, aktivní reakce pH-H₂O je hlavně neutrální až mírně alkalická (pH-H₂O 6—8), neobsahují CaCO₃ a jen v Podunají mají 16—33 % CaCO₃. Zásoby přístupných živin jsou velmi dobré a sorpční komplex je většinou nasycen.

Glejové půdy nivní mají vysokou hladinu podzemní vody během roku a jsou často i delší dobu zaplaveny. Jsou hlinité až jílovité, obsah humusu 5—9 %, CaCO₃ jen v nivních půdách Podunají, stavy přístupných živin (Ca + K + P) jsou velmi dobré a sorpční komplex je nasycen. Glejové spodiny jsou mokré až zbahnělé. Semiglejové a glejové půdy s dobrými zásobami vody a přístupných živin mají vysokou produkční schopnost lužních lesů a rychlerostoucích dřevin.

Pseudočernozemní nivní půdy vznikly naplavením pravých černozemí; pravé černozemě jsou jen na ostrůvcích spraší v nivních rovinách. Také pseudosmolivky nivní mají hydrogenní původ (naplavením) a jsou ve spodinách oglejeny.

Šedé a hnědé půdy nivní jsou vytvořeny hlavně na ostrůvcích písků v nivních rovinách. Jsou písčitohlinité až hlinité s mírně kyselou až neutrální reakcí a nižšími zásobami přístupných živin. Místy jsou vyvinuty i na aluviálních náplavech a mají pak jílovitější charakter. Rašeliníštní půdy se vyskytují jen v menších ostrůvcích a jsou to převážně půdy slatiništní, resp. přechodné.

Dobrý vodní režim a dobré zásoby přístupných živin v půdách nivních oblastí podmiňují existenci lužních lesů. Každý násilný a nevhodný zásah vedoucí ke snížení hladiny podzemní vody způsobuje odumírání a zánik těchto vegetačně a produkčně bohatých lesů.

Došlo dne 20. 10. 1983

Literatura

- BERTA, J.: Waldgesellschaften und Bodenverhältnisse in der Theistiefebene. SAV, Bratislava 1970
- DŽATKO, M.: Ku klasifikácii a nomenklature pôd na riečnych naplaveninách Podunajskej roviny. Geograf. časopis, 1969, č. 3
- FRAŇO, A.: Mikrobiologické pomery v pôdach lužných lesov Podunajskej nížiny. Acta facultatis naturalium universitatis Comenianae. 1961, Tom VI, Fasc. VIII-X
- HRUŠKA, B.: Půdy lužních lesů střední Moravy. Sborník VŠZ v Brně, Spisy lesnické fakulty, 1954, č. 1-2
- JURKO, A.: Pôdne ekologické pomery a lesná spoločenstva Podunajskej nížiny. Slov. akad. vied, 1958, Bratislava
- MICHAL, L. — MUSIL, O.: Prognóza ekologických zmien jiomoravských lužných lesů. Lesnictví, 1978, č. 4
- MRÁZ, K.: Vodní režim jiomoravských lužných lesů před dokončením vodohospodářských úprav řeky Moravy. Lesnictví, 1977, č. 1
- MIKYŠKA, R.: Lesy v Zálábí východočeské nížiny. Rozpravy ČSAZ, roč. 73, 1963, seš. 15

- MEZERA, A. — SAMEK, A.: Lužní lesy v pooderských nivách. Přírodověd. sborník Ostravského kraje, Opava, 1954, č. 15
- MEZERA, A.: Lesy a lesní společenstva Dolnomoravského úvalu a jihozápadních výběžků Bílých Karpat. Lesnická práce, 1944, č. 23
- NOVÁK, V. — ŠÍBL, V.: Mineralogická charakteristika nivních půd dolního toku Bečvy. Sborník VŠZ, 1977, č. 4
- NOVÁK, V. — PELÍŠEK, J.: Charakteristika půd lužních lesů v dolním Pomoraví. Lesnická práce, 1942
- PELÍŠEK, J.: K chemismu půdních výkvětů na jihomoravských půdách. Sborník Čs. akademie zeměd., Praha 1937, seš. 3
- NOVÁK, V. — PELÍŠEK, J.: Příspěvek k poznání podnebí a půd jižní Moravy. Sborník výzkum. ústavů zeměd., Praha 1942, sv. 170
- PELÍŠEK, J.: Půdy lužních dubin dolního Pomoraví. Les. práce, 1949, č. 4-5
- PELÍŠEK, J.: K charakteristice půd lužních lesů východního Slovenska. Lesnický časopis, 1959, č. 1
- PELÍŠEK, J.: Charakteristika půd lužních lesů slovenského Podunají. Sborník Čs. akademie zeměd., 25, 1960, č. 6
- PELÍŠEK, J.: Pseudoglejové půdy v lesních oblastech Československa. Lesnictví, 1972, č. 3
- PELÍŠEK, J.: Dynamika živin v půdách lužních lesů jižní Moravy. Lesnictví, 22, 1976, č. 1
- PELÍŠEK, J.: Dynamika režimu dusíku v půdách lužních lesů jižní Moravy. Acta Universitatis agriculturae (Brno), Facultas silviculturae, 47, 1978, č. 1-4
- ŠÁLY, R.: Hlavné typy lesných pôd na Slovensku. Slovenská akadémia vied, Bratislava, 1952

ПЕЛИШЕК, Й. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Почвенные условия пойменных лесов Чехословакии. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 281-300.

Пойменные леса в Чехословакии располагаются на аллювиальных равнинах в областях нижних течений долин рек. Комплексы пойменных лесов можно в ЧССР разделить на 4 главных области. Пойменные леса на аллювиальных почвах в области среднего течения реки Лабе и ее нижних притоков, в области реки Моравы и ее притоков, в области Дуная и его притоков и, наконец, в области восточнословацкой низменности. Почвообразующие горные породы аллювиальных почв — это аллювиальные наносы рухляков разных горных пород или островки лёссов и песков в аллювиях водных течений. Очень важным почвообразующим фактором здесь является водный режим с разной высотой уровня грунтовой воды. Годичная сумма осадков составляет здесь 500—600 мм, среднегодовые температуры 8—9 °C (местами даже 10 °C), высота над уровнем моря в пределах 100—220 м. Пойменные леса образуются лиственными древостоями.

Главными группами почв являются группы семиглеев, глеев, черноземов и псевдо-черноземов, серых лесных аллювиальных почв, бурых лесных аллювиальных почв, псевдосмолистых торфов аллювиальных почв и почв низовых болот (торфяников).

Семиглеевые почвы представлены как типичные, перегнойные, торфяные, с орштейновыми слоями и засоленные. Имеются глинистые, тяжелосуглинистые, илестые и вплоть до чистых глин причем толщина оглеенного слоя над глеевым горизонтом с колеблющимся уровнем грунтовой воды находится в диапазоне 30—100 см. В течение года они местами затопляются. Содержание гумуса в верхних слоях составляет 3—9 %, активная реакция pH-H₂O преимущественно нейтральная и вплоть до умеренно щелочной (pH-H₂O 6—8), не содержат CaCO₃ и лишь в Придунайской области содержание CaCO₃ составляет 16—33 %. Запасы доступных действующих веществ очень хорошие и сорбционный комплекс в своем большинстве насыщенный.

Глеевые аллювиальные почвы имеют в течение года высокий уровень грунтовой воды и часто бывают и довольно долго затоплены. Они глинистые или даже илестые, содержание гумуса составляет 5—9 %, CaCO₃ содержится лишь в пойменных почвах Придунайской области, содержание доступных действующих веществ Ca + K + P очень хорошее и сорбционный комплекс насыщен. Подпочвенные слои мокрые и даже заболоченные. Семиглеевые и глеевые почвы с хорошими запасами воды и доступных действующих веществ обладают высокой производственной способностью пойменных лесов и быстрорастущих древесных пород.

Псевдочерноземные пойменные почвы образовались наносом настоящих черноземов и истинные черноземы находятся лишь на островках лессов на пойменных равнинах. Также псевдосмолистые пойменные торфы имеют гидрогенное происхождение (образуются наносом) и в подпочвенных слоях оглеены.

Серые и бурые пойменные почвы образуются, главным образом, на островках песков на пойменных равнинах. Они суглинистые и даже глинистые с умеренно кислой или нейтральной реакцией и пониженными запасами доступных минеральных веществ. Местами они бразовались и на аллювиальных наносах и носят тогда более илистый характер. Торфяные почвы встречаются лишь небольшими островками и преимущественно представлены почвами низовых торфяников, или относятся к переходному типу.

Хороший водный режим и хорошие запасы доступных действующих веществ в почвах пойменных областей обуславливают существование пойменных лесов и всякое насильственное и несоответственное так наз. водохозяйственное мероприятие в форме снижения уровня гунтовой воды вызывает отмирание и гибель этих вегетацией и продукцией древесины богатых лесов.

почвоведение лесное; вода; пойменные леса

PELIŠEK, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Soil Conditions in the Riverine Forests of Czechoslovakia*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 281-300.

Riverine forests in Czechoslovakia are located on floodplain flatlands along the lower currents of lowland rivers. The bodies of riverine forests in Czechoslovakia can be divided into four principal areas. Riverine forests located on alluvial soils along the middle current of the Elbe river and tributaries along the lower current, along the Morava river and its tributaries, along the Danube river and its tributaries, and in the East Slovakian Lowland. Soil-forming rocks of alluvial soils are alluvial sediments of different weathered rocks or alluvial fans of loesses and sands in the flood plains along the river borders. Water regime with different groundwater levels is an important soil-forming factor. Annual precipitation sum is 500—600 mm, annual average temperatures are 8—9°C (at some places 10°C), and the altitude is about 100—220 m. Riverine forests are composed of broad-leaved stands.

The principal groups of soils are as follows: semi-gley, gley, chernozem and pseudochernozem soils, alluvial grey forest soils, alluvial brown forest soils, alluvial humus-carbonate soils and peaty soils (marshy soils).

Semi-gley soils developed at these localities as typical, humous, peaty, with hardpan layers and saline soils. They are loamy, clay-loamy, clayey to pure clays, and the thickness of pseudogley layer above the gley horizon with variable groundwater table is within the range of 30—100 cm. They are inundated at some places in the course of the year. Humus content in the upper layers is 3—9%, active pH-H₂O reaction is mainly neutral to slightly alkaline (pH-H₂O 6—8), the soils do not contain any CaCO₃ and only in the area along the Danube river (Podunají) the content of CaCO₃ is 16—33%. The reserves of available nutrients are very good and the sorption complex is mostly saturated.

The groundwater level in alluvial gley soils is high in the course of the year, and they are often inundated for a longer time. These soils are loamy to clayey, humus content is 5—9%, CaCO₃ occurs only in the alluvial soils in the Podunají area, reserves of available nutrients Ca + K + P are very good and the sorption complex is saturated. Subsoils are moist to marshy. The production capacity of riverine forests and fast-growing tree species is high on semigley and gley soils with good reserves of water and available nutrients.

Pseudochernozem alluvial soils were formed as alluvial deposits of true chernozem soils and true chernozem soils occur only on alluvial fans of loess in floodplain flatlands. Alluvial humus carbonate soils are also of hydrogenous origin (as alluvial deposits) and they are gleyed in the subsoils.

Alluvial grey and brown soils were formed mainly on alluvial fans of sand in floodplain flatlands. They are sandy-loamy to loamy soils with slightly acid to neutral reaction and lower reserves of available minerals. Somewhere they developed on alluvial sediments and their nature is clayey. Peaty soils occur only in small alluvial fans and they are mostly marshy soils, or soils of intermediary type.

Good water regime and good reserves of available nutrients in the alluvial soils underlie the existence of riverine forests and each inconsiderate and inappropriate water-management practice reducing the groundwater level causes the withering and decay of these vigorously growing forests with high production.

forest pedology; water; riverine forests

Adresa autora:

Prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 613 00 Brno

K. Mráz

MRÁZ, K. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Vodní režim lesních půd chlumní oblasti*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 301-312.

Vodní režim ilimerizované hnědozemní půdy, pseudogleje (obě půdy na sva-hové hlíně) a hnědé lesní půdy na písčito-hlinité zvětralé granodioritu byl studován na základě měření sacího tlaku vody v půdě pomocí tenziometrů. Byly sledovány rozdíly vodního režimu na holině a pod smrkovým porostem, na hnědé lesní půdě i pod dubovým porostem. Nelze mluvit o vodním režimu určité půdy obecně, ale vždy jen v souvislosti s vlivem porostu, který na ní roste. Lesní porosty odebírají z půdy ve vegetačním období podstatně více vody než nestromové porosty. Záleží na biomase porostů, jejich struktuře a na druhové skladbě. Pod opadavými porosty je v klimatu chlumů možno počítat s větším provlhčením půdy zimní vláhou na jaře, což má vliv i na další vý-voj během vegetačního období. Porosty spolu s vlastnostmi půdy transformují řídicí vliv počasí. Proto je jejich vliv nutno hodnotit v souvislosti s průbě-
hem počasí.

pedologie lesnická; vodní režim; lesní půdy; smrk; dub

K nejrozšířenějším, a proto i nejvýznamnějším pro produkci dřeva i pro ostatní celospolečenské funkce lesů, patří v chlumní oblasti hnědé lesní půdy, ilimerizované hnědozemní půdy (často podzolované) a pseu-dogleje. Jako reprezentativní byly zvoleny půdy průměrných vlastností po stránce zrnitostní skladby (písčito-hlinité a jílovito-hlinité), protože půdy extrémních vlastností jsou málo rozšířeny a nejsou pro lesní po-rosty této oblasti příznivé.

Práce se zaměřila na půdy chlumních smrkových porostů, protože chlumní oblasti zaujímají podstatnou část plochy smrkových porostů a je zde těžiště produkčního smrkového hospodářství. Smrkové porosty zde ve většině případů dobře rostou, podstatně lépe než v nížinné ob-lasti. Vzdor tomu, že nejde o oblast přirozených smrčín, budeme zde i v budoucnu muset počítat se značným zastoupením smrku a smrko-vých porostů, pokud nepůjde o oblasti silně ovlivněné imisemi. Značná část vodohospodářsky důležitých lesů, zejména lesů povodí vodáren-ských nádrží, resp. lesů v ochranných pásmech vodních zdrojů, leží v oblasti chlumů.

Bez znalosti zákonitostí vodního režimu půdy a jeho ovlivnění les-ními porosty není možno hospodářskými zásahy racionálně usměrňo-vat hydrologický cyklus v krajině, ani hospodaření s vodou za účelem zvýšení produkce dřeva. Poznatky o vlivu porostu a jeho jednotlivých složek, stromů různých stromových tříd, na vodní režim půdy a o ča-sovém vývoji zásob stromům přístupné vody musí být základem moder-ního hospodaření v lesích. Jelikož vodní režim půdy závisí nejen na vlastnostech půdy a transformujícím vlivu lesního porostu, ale i velmi silně na průběhu počasí daného roku, je nutno mít k dispozici delší řa-du měření.

Na základě zpracování nových měření z let 1980 a 1981 a s využitím poznatků z vyhodnocených měření v letech 1973 až 1979 jsme se zaměřili na poznání vodního režimu půd jako celku, znázorněného graficky formou chronoizobar sacího tlaku v půdních profilech v časovém průběhu.

PROBLEMATIKA VÝZKUMU VODNÍHO REŽIMU PŮD A JEHO OVLIVNĚNÍ LESNÍMI POROSTY

Vliv lesních porostů na vodní režim půdy je možno zjistit výzkumem vodního režimu půdy na paralelních plochách pod lesním porostem a bez něho. Jako srovnávací plocha bez stromového porostu přichází v úvahu holina s paseční vegetací, popř. s nezapojenou kulturou, protože paseční vegetace má obdobný charakter jako jiné nestromové porosty na lesní půdě (pastviny, nehnojené louky). Úhor by byl jako srovnávací plocha méně vhodný, protože by bylo nutno uměle upravit a narušit povrchové vrstvy půdy.

Další možností je sledování vývoje vodního režimu půdy před a po pěstebním zásahu po skončení kalibračního období; s tím počítáme v budoucnu.

Znalost sacího tlaku, resp. potenciálu vody a jeho časového průběhu v půdním profilu má zásadní význam v tom, že umožňuje celkové posouzení vodního režimu půdy v čase a stanovení změn obsahu vody (zásoby vody) a její přístupnosti pro rostliny.

Při posuzování vodního režimu určitého půdního profilu v časovém průběhu během vegetačního období v celkovém pojetí vycházíme z grafického znázornění chronizobar sacího tlaku (obr. 1—3). Jelikož vyšším hodnotám sacího tlaku (jde o absolutní hodnoty matričního potenciálu, jehož hodnoty jsou v nenasycené oblasti záporné) odpovídá nižší obsah vody v půdě a naopak, vidíme z diagramů na první pohled nejen rozložení obsahu vody v profilu v čase, ale i přístupnost vody pro rostliny a její pohyblivost.

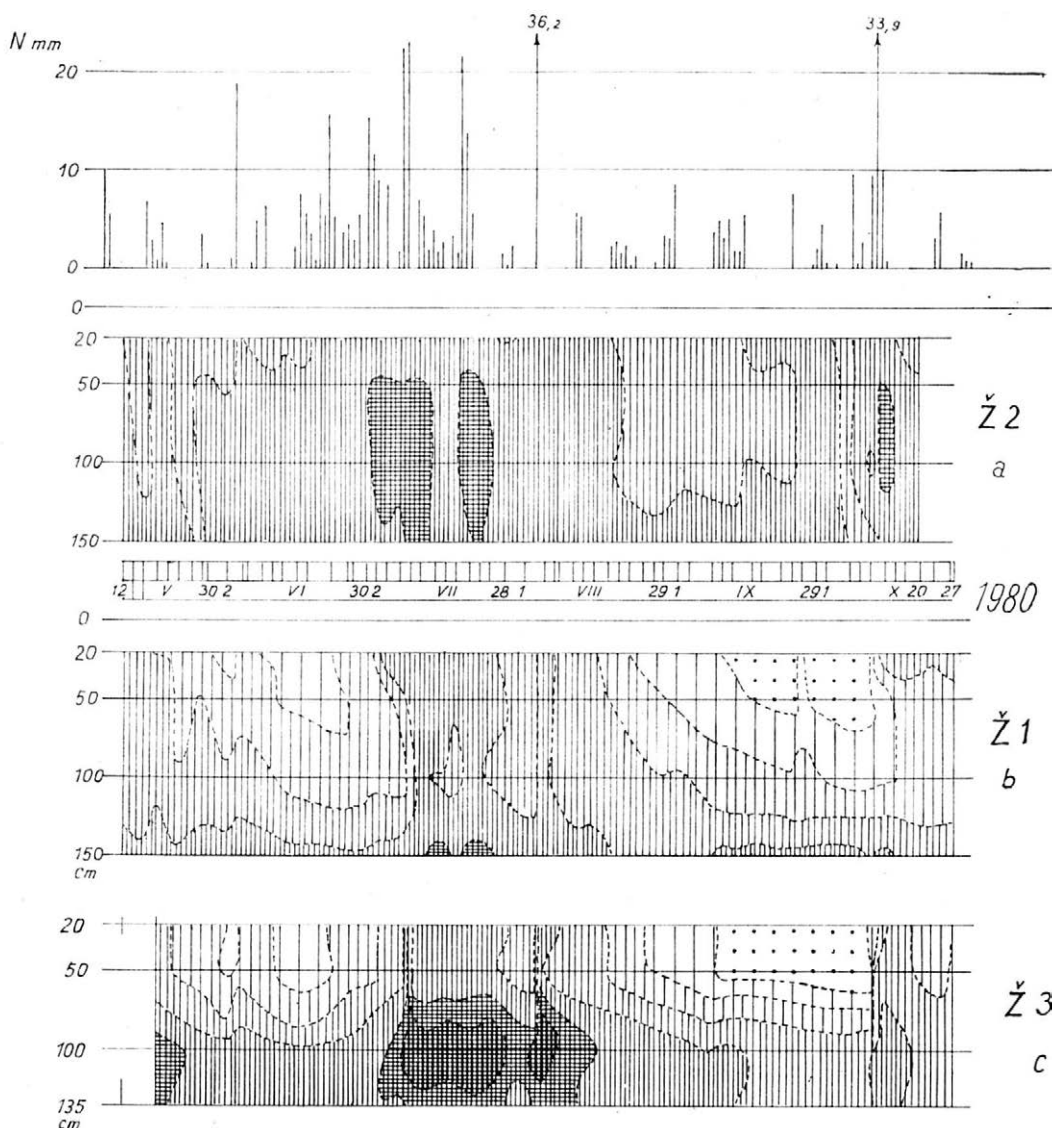
V rozmezí sacího tlaku mezi 10 a 30 kPa (v diagramech jsou to intervaly 8—16 a 16—30 kPa, tedy 0,1 až 0,3 baru) leží polní kapacita půdy; v tomto rozmezí půda obsahuje maximální množství vody, které je schopna udržet proti působení gravitace. Tato voda je snadno přístupná a snadno pohyblivá.

Při nižších hodnotách (0 až 8 kPa) je v půdě nadto přítomno určité množství volné gravitační vody, která odtéká velkými nekapilárními póry; proto je v tomto stadiu omezeno provzdušení půdy.

Při vyšších hodnotách (nad 30 kPa) obsah vody v půdě klesá a její dostupnost a pohyblivost se zmenšuje. Při hodnotách nad 50 kPa můžeme již obvykle počítat s omezováním přírůstu lesních stromů, i když je známo, že tato hodnota není pevná, protože k omezení přírůstu dochází u rostlin obecně při různém obsahu vody v závislosti na poměru mezi aktuální a potenciální evapotranspirací (Denmead a Shaw 1962).

Tenziometry měří spolehlivě do hodnot okolo 80 kPa; pak již je obsah vody tak malý a její pohyblivost tak nepatrná, že se s jejím pohybem nedá prakticky počítat.

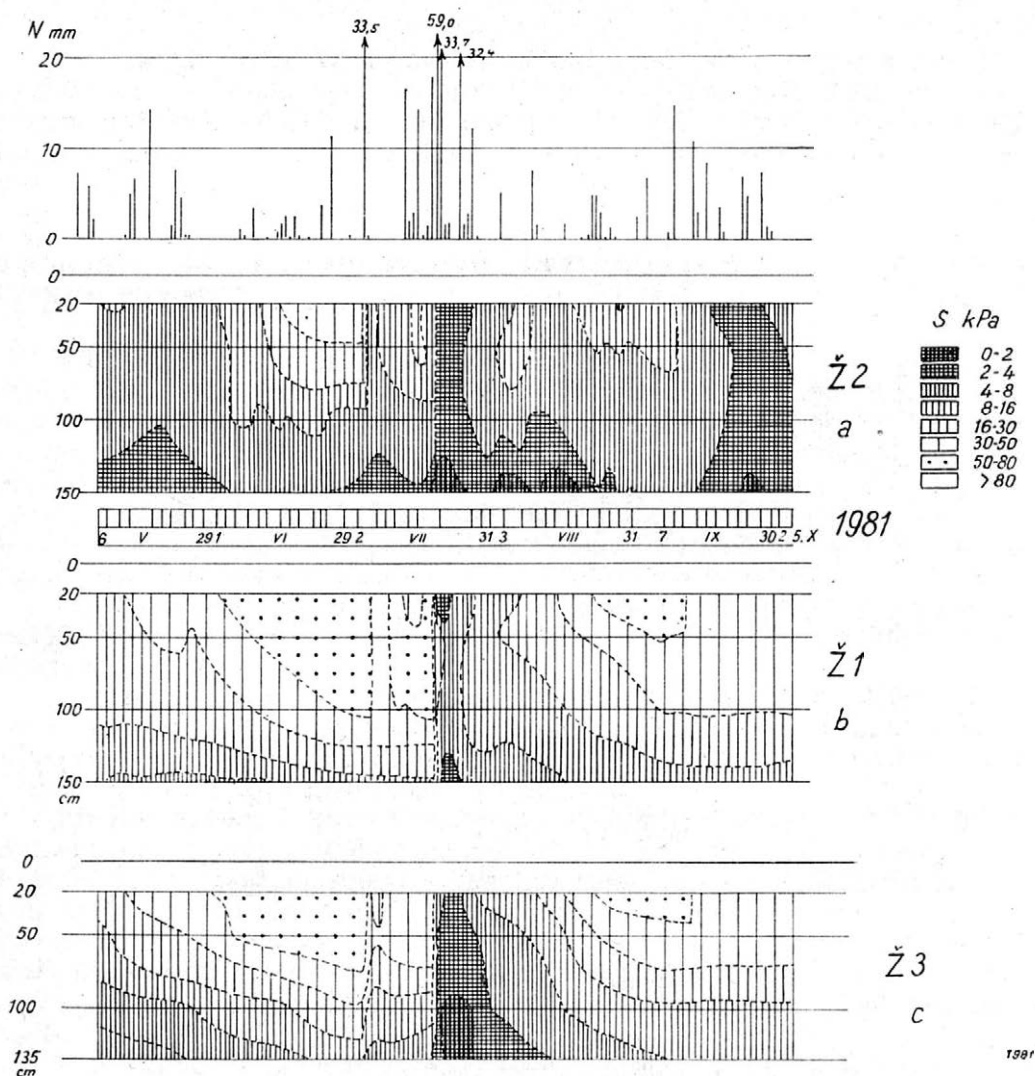
Naše diagramy chronoizobar sacího tlaku v půdním profilu mají proto velký význam jak půdně hydrologický a vodohospodářský, protože



1. Vodní režim půd v roce 1980, znázorněný formou chronoizobar sacího tlaku; v horní části diagramu srážky na holině: a — ilimerizovaná hnědozemní půda na holině, b — ilimerizovaná hnědozemní půda pod porostem smrku, c — pseudoglej pod porostem smrku. — Water regime of soils in the year 1980, represented by chronoisobars of suction pressure; in the upper part of the diagram precipitation in the clearing area is plotted: a — illimerized soil in the clearing area, b — illimerized soil under spruce stand, c — pseudogley under spruce stand

ukazují na první pohled období, kdy je v různých hloubkách vysoká vlhkost a jí odpovídající vysoká hydraulická vodivost a umožňují i posouzení gradientu, tak i velký význam produkčně ekologický pro posouzení zásobení porostů vodou.

Klasifikace vodního režimu půd G. N. Vysockého (1934), jak ji uvádí A. A. Rode (1955), vychází z pozorování v různých klimato-vegetačních pásmech SSSR a charakterizuje hlavní typy jako promyvné (permacidní), nepromyvné (i impermacidní) a výpotné.

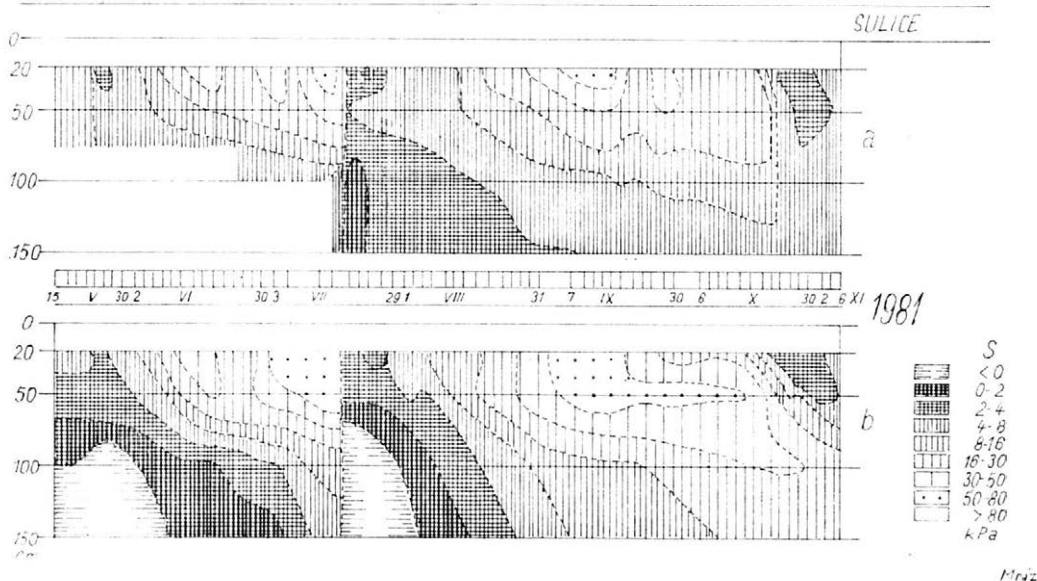


2. Vodní režim půd v roce 1981, znázorněný formou chronoizobar sacího tlaku (a, b, c — viz obr. 1). — Water regime of soils in the year 1981, represented by chrono-isobars of suction pressure (a, b, c cf. Fig. 1)

J. Pelíšek (1958, 1964) typizoval vodní režim lesních půd na základě obsahu vody ve svrchních vrstvách ke konci letního období a respektoval i některé změny během roku.

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

Naše diagramy na obr. 1—3 umožňují typizaci vodního režimu půd v určitých letech na základě četnosti výskytu, trvání a charakteru pedo-hydrologických cyklů (Mráz 1978). Z diagramů je vidět, že k největším časovým změnám sacího tlaku (a odpovídajícího obsahu vody) dochází v povrchových vrstvách půdy buď v souvislosti s doplňováním vody srážkami, nebo naopak odčerpáváním vody kořenovou desukcí v souvislosti s evapotranspirací. Střídání navlhání (krátkodobé po sil-



3. Vodní režim hnědé lesní půdy v roce 1981, znázorněný formou chronoizobar sacího tlaku: a — pod prosvětleným smrkovým porostem, b — pod dubovým porostem. — Water regime of brown forest soil in the year 1981, represented by chronoisobars of suction pressure: a — under thinned spruce stand, b — under oak stand

nějších srážkách] a obvykle déle trvajících vysychání vykazuje určité zákonitosti. V souvislosti s různou vydatností a intenzitou srážek a frekvencí jejich výskytu (fáze navlhání) a intenzitou evapotranspirace [v souvislosti s působením činitelů prostředí, ale i množstvím dřeva a vlastnostmi porostů, jejich biomasy atd., fáze vysychání] vykazují tyto pedohydrologické cykly různé trvání, různou výraznost dosažených hodnot vlhkosti nebo sacího tlaku a zasahují různě mocnou vrstvu půdy.

METODIKA

K výzkumu vodního režimu půdy jsme zvolili metodu měření sacího tlaku vody v půdě, protože tato metoda dovoluje kontinuální měření v půdním profilu bez jeho narušení; znalost sacího tlaku v různých vrstvách půdního profilu umožňuje následné výpočty gradientu celkového potenciálu, které jsou nutné pro stanovení toku vody nenasycenou půdou a jsou předpokladem pro stanovení vodní bilance.

Sací tlak jsme měřili pomocí rtuťových tenziometrů; jejich čidla jsou umístěna v hloubkách 20, 50, 100 a 150 cm (v pseudogleji místo ve 150 ve 135 cm vzhledem ke kamenitosti vrstvy v hloubce 150 cm), a to v několika opakováních, takže na plochách s ilimerizovanou hnědozemní půdou a s pseudoglejí je po 51, s hnědou lesní půdou po 30 tenziometrech.

Hlavní fyzikální vlastnosti půd byly stanoveny běžnými metodami. Podkorunové srážky a srážky na holině byly měřeny pomocí srážkoměrných koryt se zachytnou plochou 0,4 m²; na každé ploše bylo 5 až 7 koryt.

CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÝCH PLOCH

Vodní režim ilimerizované hnědozemní půdy (jde o podzolovanou, slabě oglejenou ilimerizovanou hnědozemní půdu) a pseudogleje byl

Plocha (půda)	Dřevina – – věk	d _{1,3} v cm	Výška v m	Bonit. stupeň	Zakme- nění	Zápoj	Dřevní zásoba m ³ /ha
Ilimerizovaná hnědozemní půda	smrk 78	23	24	3. – 4.	1,1	0,9	577
Pseudoglej	smrk 80	18,5	17	7.	0,9	0,9	270
Hnědá lesní půda	smrk 80	24	23	4.	0,7	0,7	280
	dub 80	22	21	4.	0,9	0,9	260

studován na experimentálním objektu VÚLHM Želivka; půdy jsou vyvinuty na svahové hlíně v nadmořské výšce 440 a 450 m. Kromě půd pod smrkovými porosty [plocha č. 1] byl studován i vodní režim ilimerizované hnědozemní půdy na paralelní ploše na holině [plocha č. 2]. Podrobný popis obou půd i stanovišť na Želivce je uveden v dřívější práci (Mráz 1977).

Vodní režim hnědé lesní půdy byl předmětem studia v polesí Sulice, LZ Zbraslav, v nejzazším severozápadním výběžku středočeských chlumů do plošiny v okolí Prahy v nadmořské výšce 460 m. Jde o kyselou, středně bohatou hnědou lesní půdu písčitohlinitou, v profilu se vyskytují zvětralé a dosud soudržné kameny. Podklad je zvětralina granodioritu, s příměsí sprašového materiálu z okolí.

Taxační charakteristiku porostů na výzkumných plochách podává tabulka I.

VÝSLEDKY

VODNÍ REŽIM ILIMERIZOVANÉ HNĚDOZEMNÍ PŮDY

Práce se opírá o výsledky měření z let 1980 a 1981 a srovnává je s výsledky měření z let 1973 až 1979. Každý rok má vzhledem ke svému specifickému průběhu počasí charakteristický ráz a je neopakovatelný. Přitom jsou ovšem vidět určité společné rysy některých let ze skupiny „normálních“, suchých a vlhkých, popř. i extrémně suchých a vlhkých. Srovnáváním je pak možno vyvodit obecné zákonitosti.

Z diagramů chronoizobar pro vegetační období let 1980 a 1981 vidíme na první pohled jejich rozdílnost. V roce 1980 byla velmi vlhká první polovina vegetačního období (od května do konce července), zatímco druhá polovina byla poměrně suchá; naopak v roce 1981 po suchém jaru (květen–červen) přišel velmi vlhký červenec, kdy srážky dosáhly nebývale vysokých hodnot. Po suchém srpnu následovalo dosti vlhké září.

Obě vegetační období byla vlhká, ale nedosáhla extrémně vlhkého rázu roku 1977. Vegetační období roku 1980 bylo vlhčí než v roce 1981. Vliv smrkového porostu na vodní režim ilimerizované hnědozemní půdy

je zřejmý ze srovnání s diagramy holiny; vlivem smrkového porostu [zde 3.—4. bonitního stupně] docházelo k podstatně silnějšímu vysoušení, které dosáhlo vyšších hodnot sacího tlaku (60 kPa v povrchových vrstvách proti jen 12 kPa na holině v roce 1980, 72 kPa proti 39 kPa v roce 1981), vysoušení trvalo podstatně déle a zasahovalo podstatně větší hloubky půdního profilu; to vše má důsledky jak vodohospodářské, tak produkčně ekologické.

V roce 1980 byl vodní režim ilimerizované hnědozemní půdy na holině velmi vyrovnaný; po celé období naprosto převládal interval sacího tlaku 4—8 kPa, tedy vlhkost vyšší než odpovídá polní kapacitě. Nejvyššího vysoušení bylo dosaženo v povrchové vrstvě půdy koncem května a začátkem června (13,4 a 13,7 kPa) během jen velmi nevýrazného náběhu na vytvoření vysýchací fáze. V polovině června začalo souvislé období srážek, občas dosti silných, které však při jednotlivé srážce zdaleka nedosáhly hodnot z července 1981. Protože pršelo až na výjimky denně, udrželo se rovnoměrné provlhčení profilu (fáze navlhání) až do druhé třetiny srpna; jen velmi nevýrazná byla následující fáze vysoušení (na 12,1 kPa) skončená koncem září.

Vliv smrkového porostu na vodní režim ilimerizované hnědozemní půdy se projevil velmi výrazně, první pedohydrologický cyklus byl ukončen až začátkem července, jeho suchá fáze dosáhla v polovině června hodnot 46 kPa proti jen 10 kPa na holině. Tento první cyklus však zdaleka nedosáhl výraznosti odpovídajícího cyklu roku 1981. Vzdor podstatně nižším hodnotám jednotlivých srážek oproti roku 1981, ale díky jejich pravidelnému rozdělení a souvislosti srážkového období byla zvlhčovací fáze následujícího cyklu podstatně delší než v roce 1981 a došlo ke zvlhčení spodiny, které se udrželo až do konce vegetačního období. Vysoušecí fáze sice dosáhla podobných hodnot jako v roce 1981 (v povrchových vrstvách do hloubky 50 cm 60 kPa), ale nezasáhla tak daleko do spodiny.

V roce 1981 byl vodní režim ilimerizované hnědozemní půdy holiny podobný jako ve velmi vlhkém roce 1977. V suchém červnu se vyvinul středně výrazný pedohydrologický cyklus, jehož vysýchací fáze dosáhla v povrchové vrstvě 39 kPa a izobara 8 kPa klesla v červnu do hloubky 100 cm. Tento cyklus byl přerušen silným deštěm 3. 7. a ukončen silnými srážkami po polovině července. Po jejich skončení se v srpnu projevil jen náznak nevýrazné, přerušené vysýchací fáze dalšího cyklu. Půdní profil zůstal — i po suchém srpnu a začátku září — na holině trvale vlhký, spodina byla vlhčí než v roce 1977 a vyskytovala se zde prakticky trvale gravitační voda. V první polovině vegetačního období byl vodní režim ilimerizované hnědozemní půdy na holině zřetelně sušší než v normálním roce 1978, ve druhé polovině vlhčí než v extrémně vlhkém roce 1977.

Vliv smrkového porostu na vodní režim ilimerizované hnědozemní půdy se projevil v roce 1981 podstatně dřívějším nástupem vysýchání (6. května při začátku pozorování byl již půdní profil do hloubky 110 cm vysušen na hodnotu 18—23 kPa oproti jen 4—7,6 kPa na holině) a rychlým vývojem výrazného pedohydrologického cyklu, který skončil při silných srážkách po polovině července. Izobara 8 kPa se pohybovala v hloubce 150 cm, v polovině června klesla hlouběji. Znamená to vysoušení půdních spodin. Izobara 50 kPa zasáhla před koncem června

hloubku 100 cm, což znamená nedostatek snadno přístupné vody pro lesní porosty prakticky v celém profilu. Velmi silné srážky v polovině července sice i pod smrkovým porostem způsobily provlhčení celého profilu, ale jen krátkodobě a nedošlo zde na rozdíl od holiny k provlhčení spodiny. Proto se vysoušecí fáze druhého cyklu vyvíjela velmi rychle a opět zasáhla až do spodiny profilu.

VODNÍ REŽIM PSEUDOGLEJE

Vodní režim pseudogleje pod porostem smrku 7. bonitního stupně byl v letech 1980—1981 co do časového rozložení pedohydrologických cyklů a dosažených hodnot ve fázích vysoušení prakticky totožný s poměry v ilimerizované hnědozemní půdě pod smrkovým porostem 3.—4. bonitního stupně, lišil se však velmi podstatně co do hloubky, kterou tyto fáze zasáhly, a co do hodnot, kterých bylo dosaženo při navlhání.

První cyklus roku 1980 zasáhl izobarou 8 kPa jen do hloubky 90 až 95 cm (na ilimerizované hnědozemní půdě do 130—140 cm), spodina zůstala vlhká a obsahovala gravitační vodu až do ukončení cyklu začátkem července. Následovala zvlhčovací fáze druhého cyklu, která sice trvala stejně dlouho jako v ilimerizované hnědozemní půdě, ale došlo k podstatně vyššímu zvlhčení; v hloubce mezi 80—125 cm bylo až do první dekády srpna značné množství gravitační vody (sací tlak 0—2 kPa) a tedy zamokření spodiny. Vysoušecí fáze druhého cyklu trvala stejně dlouho jako na ilimerizované hnědozemní půdě, ale zasáhla opět jen do menší hloubky (izobara 16 kPa zasáhla jen do 80 cm proti 125 cm).

První cyklus roku 1981 zasáhl v souvislosti se suchým počasím v červnu vysoušením do podstatně větší hloubky než v roce 1980 (v polovině června dosáhla izobara 8 kPa hloubky 130 cm a po 20. 6. poklesla pod 135 cm, zatímco v roce 1980 vůbec nedosáhla hloubky 100 cm), zůstala sice co do dosažené hloubky daleko za ilimerizovanou hnědozemní půdou, ale vysoušení v povrchových vrstvách dosáhlo stejných hodnot (75 kPa oproti 72 kPa) a mělo přibližně stejné trvání. I zde došlo k vyčerpání zásob vody v půdní spodině podobně jako v ilimerizované půdě, i když v poněkud menší míře; velmi silné srážky, kumulované v polovině a koncem července, zejména mezi 12.—24. 7. i zde sice provlhčily celý půdní profil a ukončily tak první dlouhotrvající pedohydrologický cyklus, ale nestačily ani zde doplnit vyčerpané zásoby spodin, takže v suchém srpnu a začátkem září se zde podobně jako v ilimerizované hnědozemní půdě rychle vyvíjel další výrazný celoprofilový cyklus. Projevil se i v půdní spodině, i když poněkud později než v ilimerizované hnědozemní půdě a odpovídající intervaly sacího tlaku zasáhly jen do menších hloubek.

Okolnost, že vysoušecí fáze obou pedohydrologických cyklů roku 1981 zasáhly podstatně výrazněji do spodin půdního profilu pseudogleje ve srovnání s poměry v roce 1980, měla za následek i podstatný rozdíl vodního režimu půdy v obou uvedených rocích po hydrologické stránce; i mírné vysoušení spodin v roce 1981 mělo za následek vznik gradientů sacího tlaku, směřujících vzhůru, a tím i vzestupný tok vody spodinou.

Zmíněná skutečnost, že v pseudogleji pod smrkovými porosty horší bonity (zde 7. bonitní stupeň) dochází ve vlhkých fázích k značnější-

mu provlhčení než v ilimerizované hnědozemní půdě, někdy až k zamokření spodiny, souvisí se silně zhutnělou a velmi špatně propustnou spodinou pseudogleje. Proto je zde nutno ve vlhkých fázích počítat ve spodině s nedostatkem vzduchu pro kořeny. Tím je fyziologicky využitelná mocnost půdního profilu pseudogleje značně snížena. Souvisí s tím i nižší produkční schopnost a nižší bonitní stupeň porostů. Jelikož anaerobní poměry ve spodině nedovolují růst a normální funkci kořenů, je porost odkázán na zásobování vodou z povrchových vrstev, které proto vysychají na stejný stupeň jako v ilimerizované hnědozemní půdě pod smrkovými porosty lepší bonity, ale do menší hloubky; to odpovídá menší spotřebě vody porostem horší bonity s menší biomasou jehličí.

Voda ve spodině pseudogleje zůstává často nevyužita pro lesní produkci, ale přispívá ke zvýšení vertikálního toku vody půdní spodinou, a tím k zásobování podzemních vod. Z tohoto hlediska je nutno posuzovat i účelnost melioračního odvodňování.

Uvedené skutečnosti mají velký význam vodohospodářský. Stálost nasycení spodiny pseudogleje pod smrkovými porosty horší bonity po delší dobu ukazuje, že ve vlhkých obdobích dodává pseudoglej do podzemních vod značné množství vody, daleko více než ilimerizovaná hnědozemní půda s porosty lepší bonity. Problematice vertikálního toku vody půdní spodinou zkoumaných půd je věnována samostatná práce.

VODNÍ REŽIM HNĚDÉ LESNÍ PŮDY POD SMRKEM A POD DUBEM

Předběžné srovnání vodního režimu hnědé lesní půdy pod vlivem smrkového porostu lepší bonity (tabulka I) ve srovnání s paralelní plochou v dubovém porostu umožňuje posouzení diagramů chronoizobar sacího tlaku těchto obou ploch v roce 1981. Obě plochy jsou v polesí Sulič, LZ Zbraslav.

Prosvětlený smrkový porost lepší bonity na hnědé lesní půdě odčerpával z půdy méně vody než odpovídající, ale plně zapojený porost na ilimerizované hnědozemní půdě. Na jaře byla hnědá lesní půda o interval sacího tlaku vlhčí a následující pedohydrologický cyklus byl podstatně méně výrazný, častěji a silněji přerušovaný, a zasáhl jen do značně menší hloubky půdy (izobara 8 kPa dosáhla teprve koncem června hloubky 75 cm, v ilimerizované hnědozemní půdě byla od května v hloubce okolo 150 cm). V povrchových vrstvách dosáhlo vysušení hodnot 30–50 kPa a krátkodobě hodnot nad 50 kPa jen mezi 11. až 16. 7., zatímco v ilimerizované hnědozemní půdě trval tento vysoký stupeň vysušení po celý červen až do poloviny července a dosáhl tam do hloubky přes 100 cm.

Provlhčení po červencových silných deštích trvalo podstatně déle a uchovalo se ve spodině až do podzimu. Srpnová vysoušecí fáze následujícího cyklu začala proto pod prosvětleným smrkovým porostem na hnědé lesní půdě později než v ilimerizované hnědozemní půdě, skončila současně, dosáhla stejných hodnot sacího tlaku (65 kPa), ale zasáhla jen do podstatně menší hloubky (izobara 8 kPa zasáhla do hloubky 100 cm teprve 16. září, zatímco v ilimerizované hnědozemní půdě do hloubky 150 cm už o měsíc dříve).

I když srovnání vodního režimu hnědé lesní půdy a ilimerizované hnědozemní půdy je možné jen podmíněně, protože obě lokality (Želivka

a Sulice) jsou značně vzdáleny a jde o různé půdy, je podstatně slabší ovlivnění vodního režimu hnědé lesní půdy prosvětleným smrkovým porostem dáno zřejmě jeho menší biomasou v důsledku prosvětlení.

Srovnáme-li vliv tohoto prosvětleného smrkového porostu s vlivem sousedního dubového porostu na paralelní ploše, zjistíme podstatně rychlejší vývoj vysoušecích fází pod dubem, dosažení vyššího stupně vysušení (okolo 70 kPa) a zasažení podstatně mocnější vrstvy půdy vlivem vysychání, na druhé straně však vyšší stupeň provlhčení spodin ve zvlhčovacích fázích; toto provlhčení až dočasné zamokření dosahuje pod dubem blíže k povrchu a trvá déle než pod prosvětleným smrkovým porostem na hnědé lesní půdě.

Rozdíl v hloubce vysušení profilu je možno vysvětlit větší biomasou zapojeného dubového porostu ve vegetačním období. Silnější provlhčení po silných deštích pod dubem je však s touto skutečností v rozporu a souvisí patrně s vyšším provlhčením profilu hnědé lesní půdy pod dubovým porostem na jaře vlivem zimní vláhy a s hlubším prokořeněním půdy dubem.

Silnější provlhčení hnědé lesní půdy pod dubem na jaře je vidět z diagramu na obr. 3; v povrchových vrstvách (v hloubce 20–70 cm) zde dosáhl sací tlak mezi 15.–23. květnem jen hodnot 2–5,6 kPa, pod smrkem 12–13 kPa. Přitom by naopak nižší zakmenění mělo mít za následek vyšší vlhkost, ale na začátku vegetačního období má smrk podstatně větší zápoj než opadavý porost. Proto můžeme vyšší provlhčení půdního profilu hnědé lesní půdy na jaře pod dubovým porostem pokládat za prokázané, protože při odpovídajícím vyšším zakmenění a zápoji by byla půda pod smrkem ještě sušší. Zapojený smrkový porost na ilimerizované hnědozemní půdě měl v téže době o dva stupně (interval) vyšší sací tlak (27–33 kPa) a tedy i nižší vlhkost.

Okolnost, že opadavý porost v bezlistém stavu v zimním období umožňuje podstatně vyšší provlhčení až nasycení profilu hnědé lesní půdy zimní vláhou, má značné vodohospodářské i produkčně ekologické důsledky. Jak je vidět z diagramu na obr. 3, udržovala se pod dubovým porostem v hloubce 100 cm dočasná hladina povrchové vody od začátku pozorování (15. května 1981) do 3. června, pak rychle klesala a 10. června klesla pod hloubku 150 cm; volná gravitační voda zůstala ve spodině půdy až do července, kdy se díky tomu po silných srážkách znovu objevila dočasná hladina podzemní vody, která 18. července dosáhla 70 cm pod povrch půdy. Po jejím poklesu počátkem srpna však zůstala půdní spodina pod dubem silněji provlhčena než pod smrkem až do poloviny srpna.

DISKUSE A ZÁVĚRY

Důležitým poznatkem z vyhodnocení uvedeného materiálu měření sacího tlaku jako podkladu k poznání vodního režimu ilimerizované hnědozemní půdy, pseudogleje a hnědé lesní půdy pod různými porosty je skutečnost, že nelze mluvit o vodním režimu určité půdy obecně, ale vždy jen v souvislosti s vlivem porostu, který na ní roste. Dosavadní výsledky ukazují, že lesní porosty odebírají ve vegetačním období půdě podstatně více vody než nestromové porosty. Vliv lesních porostů je

různý v závislosti na jejich taxačních charakteristikách (zejména na jejich biomase) a na tom, jde-li o porosty opadavé nebo stále zelené (neopadavé). Pod opadavými porosty je v klimatických podmínkách chlumní oblasti podle předběžných výsledků možno počítat s větším provlhčením půdního profilu zimní vláhou na jaře a to má vliv i na další vývoj během vegetačního období.

Kromě běžných taxačních veličin, s nimiž souvisí velikost biomasy, je třeba respektovat pěstební stav porostu a jeho strukturu. Stromy různých stromových tříd totiž působí na vodní režim půd různě (Mráz 1981).

Porosty spolu s vlastnostmi půdy transformují řídicí vliv počasí; proto je jejich vliv nutno hodnotit v souvislosti s charakterem průběhu počasí. Jejich vliv (ani co do kvantity) není možno vyjádřit jediným, vždy platným koeficientem v poměru k vodnímu režimu stromovým porostem neovlivněné půdy.

Vodní režim ilimerizované podzolové půdy chlumní oblasti na holi ně je vyrovnaný, půda je zejména ve spodině obvykle téměř trvale dostatečně zásobena vodou. Pod smrkovým porostem (3.—4. bonitního stupně) se vyvíjejí ve vegetačním období výrazné pedohydrologické cykly se silnějším a rychlejším vysoušením v suchých fázích, které trvají déle. Vzniká větší kolísání vlhkosti. Cykly zasahují do větší hloubky.

Vodní režim pseudogleje pod smrkovými porosty horší bonity (7. bonitního stupně) je charakterizován podobně výraznými pedohydrologickými cykly jako ilimerizovaná hnědozemní půda pod smrkem, především časovým rozložením cyklů a dosažených hodnot ve vysoušecích fázích, avšak cykly zasahují podstatně menší hloubku profilu půdy. Ve zvlhčovacích fázích dochází k silnějšímu provlhčení, až k občasněmu zamokření a k nedostatku vzduchu ve spodině.

Vodní režim hnědé lesní půdy pod smrkovým porostem vykazuje podobný průběh pedohydrologických cyklů jako předchozí půdy pod smrkovými porosty, ale vzhledem k nižšímu zakmenění a zápoji na této výzkumné ploše byly cykly méně výrazné, vysoušecí fáze dosáhly nižších hodnot. Opadavý (dubový) porost umožnil značně vyšší nahromadění zimní vláhy v profilu hnědé lesní půdy a následné vyšší provlhčování půdy ve vlhkých obdobích ve srovnání se smrkovým porostem, ale není vyloučeno silnější vysoušení v suchých úsecích vegetačního období.

Došlo dne 2. 11. 1983

Literatura

- BENECKE, P.: Soil water relations and water exchange of forest ecosystems. Ecol. studies, Vol. 19., Springer Berlin 1976, s. 101-131
BRÜLHART, A.: Jahreszeitliche Veränderungen der Wasserbindung. Mitt. Schweiz. Anst. forst. Vers. 45, 1969
FLÜHLER, H. a kol.: Bestimmung von hydraulischen Parametern für die Wasserhaushaltsuntersuchungen. Zt. Pflanzenern. Bod. 1976, s. 29-42
GERMANN, P.: Bodenkundlich-ökologische Gesichtspunkte bei der Untersuchung des Wasserhaushalts. Bull. Bodenk. Ges. Schweiz 1977
KUTÍLEK, M.: Vodohospodářská pedologie. 2. vyd., SNTL Praha 1978

- LIKENS, G. E. a kol.: Biogeochemistry of a forested ecosystem. Springer, New York, 1977
- MICURIN, B. N.: Energetika počvennoj vlagi. Gidrometeoizdat, Leningrad, 1975
- MŘÁZ, K.: Vodní režim půd smrkových porostů chlumní oblasti při Želivce. Práce VÚLHM 50, 1977, s. 7-31
- MŘÁZ, K.: Vliv pěstebního zásahu na vodní režim půdy chlumního smrkového porostu. Práce VÚLHM 59, 1981, s. 7-29
- PELÍŠEK, J.: Lesnické půdoznalství. 2. vyd., SZN, Praha, 1964
- PELÍŠEK, J.: Klasifikace a charakteristika dynamiky půdní vlhkosti v lesních oblastech ČSR. Lesnictví 4, 1958, č. 8, s. 689-712
- RODE, A. A.: Почвоведение. Москва, 1955
- SOPPER, W. E. — LULL, H. W.: Forest hydrology. Pergamon Press, Oxford, 1967

MPA3, K. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Водный режим лесных почв холмогорной области. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 301-312.

Водный режим илимеризованной подзолистой почвы, псевдоглей (обе почвы на делювиальной глине) и бурой лесной почвы на суглинистом выветренном гранодиорите изучали на основе измерения давления всасывания воды в почве при помощи тензометров. Изучали различия водного режима на прогалинах и под еловым насаждением, на бурой лесной почве и под насаждением дуба. Нельзя говорить о водном режиме определенной почвы вообще, а всегда только в связи с влиянием насаждения, которое на ней произрастает. Лесные насаждения берут из почвы в период вегетации гораздо больше воды, чем недревесные заросли. Водный режим зависит от биомассы вегетации, от ее структуры и видового состава. Под опадающими насаждениями в климате холмогорий можно рассчитывать на большее увлажнение почвы зимней влагой весной, что влияет и на дальнейшее развитие в ходе вегетационного периода. Насаждения вместе со свойствами почвы трансформируют управляющую роль погоды. Поэтому их влияние нужно оценивать в связи с ходом погоды.

почвоведение лесное; водный режим; лесные почвы; ель; дуб

MŘÁZ, K. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Water Regime of Forest Soils in the Hill Region*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 301-312.

The water regime of illimerized brown soil, pseudogley (both soils on colluvial loam) and brown forest soil on sandy-loam weathered granodiorite was studied by recording the suction pressure of water in soil by tensiometers. Differences in the water regime were studied in the clearing area and under spruce stand, on brown forest soil also under oak stand. The water regime of soil cannot be treated in general, but in all cases only in relation to the impacts of the stand. Forest stands take up more water from soil in the growing season than the tree-less stands. It is related to tree biomass, stand structure and species composition. In deciduous stands in the climate of hill region, the soil can have in spring higher moisture content due to winter moisture, which also influences further development during the growing season. The stands along with the soil properties transform the dominating effects of weather. Therefore their impacts must be assessed with regard to the pattern of weather.

forest pedology; water regime; forest soils; spruce; oak

Adresa autora:

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

K PROBLÉMU STANOVENÍ ZÁSoby ENERGIE V HUMUSU LESNÍCH PŮD

J. Šarman

ŠARMAN, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *K problému stanovení zásoby energie v humusu lesních půd*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 313-320.

V 70leté smrkové kmenovině na výzkumné ploše MAB v Rájci nad Svitavou bylo Klímem (1978) odkryto a popsáno šest sond. V těchto vzorcích jsem stanovil zásobu energie v humusu pomocí kalorimetrické bomby typu MBC-3 a derivátografu OM 152. Provedl jsem též výpočet podle Alijeva (1966), který na základě vztahů $\%$ zastoupení C, H, N, O stanovil rovnici, kde ze spotřeby kyseliny chromsírové při stanovení humusu vypočítal zásobu energie. Stanovil jsem, že v hnědé lesní půdě místy se znaky oglejení a podzolování je ve vrstvě 0—20 cm 59,05 t na ha humusu a v celém profilu 0—76 cm 112,24 t na ha. Tato hmota humusu akumuluje 2203 KJ. 10^6 na ha (stanoveno přímo pomocí přístrojů) nebo pomocí vzorce Alijeva (1966) 2737 KJ. 10^6 na ha. Rozdíl hodnot činí 20 $\%$.

pedologie lesnická; humus; zásoba energie

Současná úroveň rozvoje biologických věd řeší závažný problém sledování zákonitostí přeměn látek a energie mezi různými komponenty biocenóz.

O otázkách energetiky procesů v půdě Volobuljev (1963) uvádí, že je třeba rozdělovat ztráty energie na ztráty v biologických procesech probíhajících v půdě, v procesech fyzikálního a chemického zvětvávání, v procesech vodního, teplotního režimu půd a energie potřebné k migraci látek v půdním profilu. Charakter a intenzita energetických procesů v půdě je vázána na zásobu a změnu sluneční energie, která akumuluje v rostlinné hmotě a v půdním humusu je místem zdroje energie pro mikroorganismy a půdní živočichy.

Z toho plyne, že pro ujasnění i ovlivnění půdních procesů má velký význam sumární energie akumulovaná v organické půdní hmotě a regulace této bilance jako potenciálního zdroje půdotvorných procesů v půdě.

Úkolem této práce bylo stanovit zásobu humusu v hnědé lesní půdě na ploše MAB v Rájci nad Svitavou a provést přepočty na zásobu energie akumulované v humusu této lokality.

LITERÁRNÍ PŘEHLED

Podle Kovdy (1971) je na souších zemského povrchu zásoba humusu 2,2. 10^{12} t sušiny, což je 12. 10^{18} kcal a veškerá biomasa Země akumuluje 5,5. 10^{12} t sušiny, tedy 40 % energie je obsaženo v humusu. Zásoba humusu v půdě závisí na geografických podmínkách, typu půdy, rostlinstva a hospodářské činnosti člověka.

Grišina a Orlov (1978) udávají, že velmi vysoká zásoba humusu je v půdě o obsahu více jak 200 t humusu na ha ve 20cm vrstvě při povrchu (0—20 cm) nebo nad 600 t na ha v 1m vrstvě. Tito autoři

hovoří o střední zásobě, je-li ve vrstvě 0—20 cm 100—150 t na ha a velmi nízké zásobě pod 50 t na ha. Ve smrkovém porostu na podzolu v Moskevské oblasti činí zásoba humusu ve vrstvě 0—23 cm podle Konovové (1963) 37,8 t na ha.

Alijev (1973) stanovil zásobu humusu různých typů půd při různých společenstvech rostlin v Ázerbájdžánu v rozmezí 0,7—3,7 . 10⁹ kcal na ha v humusu půdním, 16—17,5 . 10⁶ kcal na ha ve fytohmotě (nadzemní i podzemní) a 12—15,4 . 10⁶ kcal na ha v půdních mikroorganismech.

Podle Konovové (1963) je třeba v řadě otázek týkajících se vstupu rostlinných zbytků do půdy a jejich postupné humifikace řešit otázky pomocí energetiky, která má jak teoretický, tak i praktický význam. Alijev (1973) provedl dlouhodobý pokus, kdy kořeny vojtěšky humifikoval v různých typech půdy. Došel k závěru, že po jednom roce je potenciální energie u částečně humifikovaných kořenů vojtěšky vyšší než u čerstvých (o 759—915 kal/g) podle typu půdy, což je v souladu s výsledky Pontoviče (1939) a je způsobeno rostoucím % obsahu uhlíku. To je výsledkem procesu syntézy humusových látek obsahujících chemické a energetické potenciály. Konovová (1967) na procesech zvyšování potenciální energie ukazuje, že humifikace je dvoustranný zvrtný proces (rozklad $\rightleftharpoons$ syntéza), kde v první fázi jde o proces exotermický (vyčíslená ztráta činí až 61 % původní hmoty kořenů vojtěšky), druhá fáze je proces endotermický, což je možno doložit narůstajícími hodnotami energie v huminových kyselinách.

Tauson (1950) při studiu této heterotrofní syntézy, která představuje exotermickou přestavbu výchozích látek, došel k závěrům, že z nízkokalorických látek při uvolnění energie vznikají nejsložitější vysokokalorické látky v procesu syntézy organických látek. Podle výpočtu valové energetiky (koeficient využití energie), který stanovili Terroine a Wurnser (1922), ve výrazu

$$K = \frac{Q'}{Q - Q_r} \text{ je}$$

Q — množství energie v původním rostlinném zbytku během pokusu,

Q' — množství energie obsažené v organismu,

Q_r — množství energie v rostlinných částech na konci pokusu,

K — koeficient využití energie.

Alijev (1966) stanovil koeficient využití energie kořenů vojtěšky v jednotlivých půdních typech v rozmezí 34,5—37,5 %. Stanovil také kalorické hodnoty kyseliny huminové v rozpětí 4370—5290 kal/g (roste s obsahem N), fulvokyseliny 1520 kal/g a u huminů 4050—5410 kal/g organické hmoty bez popelovin. Huminové kyseliny ve stejných podmínkách obsahovaly teplo od 3184 kal do 5067 kal/g organické hmoty bez popelovin.

Alijev (1973) stanovil zásobu energie v humusu Q vzorcem

$$Q = (a-b) \cdot \frac{2,765}{n} \cdot k \cdot 10 \text{ v miliardách kcal na ha,}$$

kde k — mocnost půdy,

10 — koeficient převodu na mil. kcal na ha,

a-b — množství chromové kyseliny potřebné na oxidaci humusu,

n — navážky půdy v g,

2,765 — množství kal/g podle Tjurina (1937), odpovídající 1 m³ 0,1n kyseliny chromové.

Výpočet zásoby energie v organických látkách půdy je možno stanovit na základě stanovení C, H, N, O podle vzorce, jež uvádí Alijev (1973):

$$Q_B = 90C + 34,4H - 50 (0,870 - 4N),$$

kde C, H, N, O — % prvků obsažených v dané látce,
 Q_B — spalné teplo v kal/g.

Stanovit spalné teplo lze i pomocí speciálních přístrojů — kalorimetrické bomby a derivátografu.

CHARAKTERISTIKA PLOCH A METODIKA

Smrkový porost v odd. 810b₁ a b₂ Lesního závodu Rájec leží v lesním hospodářství Moravský kras v nadmořské výšce 620 m. Nachází se v oblasti Dražanské vrchoviny a je z hlediska klimatických podmínek charakterizován průměrnou roční teplotou 6,6 °C a průměrným ročním úhrnem srážek 683 mm.

Vašíček (1978) uvádí, že vlastní výzkumná plocha je ekologicky poměrně vyrovnaná s menšími vlhkostními rozdíly. V zapojeném smrkovém porostu je sporadický výskyt *Oxalis acetosella*, *Galium scabrum*, *Dryopteris filix mas*, což je ukazatelem pomístně vyšší vlhkosti rhizosféry a příznivější nitrifikace.

Důkladným geologickým a pedologickým průzkumem, který byl uskutečněn na ploše pracovníky katedry pedologie a geologie LF VŠZ Brno v rámci dílčích výzkumných úkolů, bylo zjištěno Hruškou (1978), že výzkumná plocha ležící v oblasti Českomoravské vrchoviny na Petrovické ploše je tvořena mylonitizovaným kyselým granodioritem brněnské vyvěřeliny, zvětralá část byla ovlivněna odnosem původních zvětralin v průběhu neogénu a zejména kryoplanacími pochody v pleistocénu, kdy vznikly hluboké a stratigraficky komplikované zvětralinové pokryvy. Jak uvádí Klimo (1978), jsou rozšířeny na celém území výzkumné plochy půdy typu nenasycených hnědých lesních půd místy s projevy oglejení a podzolizace.

Vlastní popis sondy podle Klima (1978):

Půdní typ: nenasycená hnědá lesní půda na granodioritové svahovině, podloží kyselý granodiorit.

Popis profilu:

- 0—1 cm — opad tvořený jehličím, větvičkami smrku A₀₁ = L;
- 1—3 cm — dř A₀₂ = F;
- 3—6 cm — tmavě hnědá až černá měl A₀₃ = H;
- 6—8 cm — okrově šedá, čerstvě vlhká hlinitá zemina A₀₄;
- 8—12 cm — světle okrová, čerstvě vlhká, hlinitá zemina — (B);
- 12—40 cm — okrově hnědá, hlinitá zemina s rostoucí příměsí šterku (10 %) (B);
- 40—80 cm — světle okrová, hlinitá zemina s velkou příměsí zvětřalého granodioritu (70 %) — (B)Cd.

Prokořenění do 10 cm hojně, ojediněle do 40 cm. Půdní profil je vytvořen na různé mocných vrstvách svahoviny s vtroušeným granodioritovým šterkem, místy i balvany. Zvětralinová granodioritu bez porušení struktury, která místy vystupuje 40—50 cm pod povrch, je pro prosakující vodu nepropustná, což je příčinou občasného provlhčení půdního profilu, místy oglejení. Zrnitostně lze označit tuto půdu jako hlinitou pro vysoký obsah jílu v celém profilu. Podíl šterku a balvanů narůstá do spodu.

V daném objektu bylo otevřeno a Klimem (1978) vyhodnoceno šest sond. Využil jsem odebrané vzorky a provedl na nich měření pomocí kalorimetrické mikrobomby typu MBC-3 a derivátografu OM 152 a stanovil obsah energie v humusu (Šarman 1979).

VÝSLEDKY

Na základě chemických a fyzikálních analýz jsem stanovil zásoby humusu. Výsledky jsou obsaženy v tabulce I, z níž vyplývá, že podle hodnot, které byly odvozeny z výsledků analýz č. 1 až 6 je do hloubky 76 cm na daném stanovišti 106,44 t na ha a ve vrstvě 0–20 cm 59,05 t na ha humusu. Podle Grišinové a Orlova (1978) jde o nízkou zásobu humusu (50–100 t na ha).

V jednotlivých horizontech je možno rovněž obsah humusu hodnotit (mimo horizont A) jako velmi nízký, z počátku ubývající ostře mezi horizonty A a (B)₁, dále rovnoměrně. Zásoba humusu je ovlivněna také % skeletu narůstajícím do spodních vrstev. Po stránce kvalitativního vyhodnocení je z výsledků analýz jednotlivých sond a z vyhodnocení průměrů patrné, že vzhledem ke klimatickým podmínkám, kvalitě půdy a složení porostu jde o nepříliš kvalitní proces humifikace (tabulka II). Poměr C : N, který se v povrchovém humusu pohybuje u opadu od 37 do 48 % : 1, klesá u drti a měli na hodnoty 29 : 1 ± 7 %. U humusového horizontu A je poměr 29,4 : 1 ± 12 %. U horizontu (B)₁ se dostává poměr C : N na spodní hranici nízké obohacenosti, kde je střední hodnota 13 : 1 ± 6 %. Obohacenost narůstá u horizontu (B)₂ na střední úroveň, kde činí 10,5 : 1 ± 5 % a u horizontu Cd dosahuje poměru 8 : 1 ± 4 %.

Z výsledků komplexní frakcionace vyplývá, že stupeň humifikace daný poměrem humínových kyselin k celkovému uhlíku je mírný a kolísá mezi 15–19 %.

Typ humusu podle poměru fulvokyselin k humínovým kyselinám ukazuje, že (při vyrovnané svrchní části, kde je poměr u povrchového humusového horizontu i (B)₁ okolo 1 ± 0,08) jde o humáto-fulvátový až fulváto-humátový typ humusu. Klesá od horizontu (B)₂ k Cd pod 0,5, což je ukazatel fulvátového typu humusu.

Obsah volných humínových kyselin a fulvokyselin ukazuje na poměr velmi vysoký, neboť u volných fulvokyselin je poměr 94 : 6 ± 3 k vázaným a u humínových je převaha volných oproti vázaným 90 : 10 ± 5 v celém profilu.

Také obsah nehydrolyzujícího zbytku je vysoký, neboť v rámci celého profilu mimo horizont Cd činí přes 60 %, v Cd je nízký pod 40 %.

Zásoba energie akumulovaná v půdě je vypočtena podle Alijeva (1973). Po jejím stanovení v jednotlivých horizontech byla vypočtena celková suma energie v celém půdním profilu (tabulka III).

I. Stanovení zásoby humusu v půdě. — Determination of humus reserve in soil

Horizont	Mocnost v cm	Objem. hmot. t na m ³	% humusu	Obsah skeletu v %	Zásoba humusu v t na ha
Au	0 – 2	1,27	12,0	—	30,48
(B) ₁	2 – 6	1,48	2,26	—	13,38
(B) ₂	6 – 34	1,58	1,21	10	48,18
(B)C	34 – 76	1,75	0,36	40	14,4
Vrstva 0 – 20 cm 59,05 t na ha.					

II. Výsledky frakcionace. — Results of fractionation

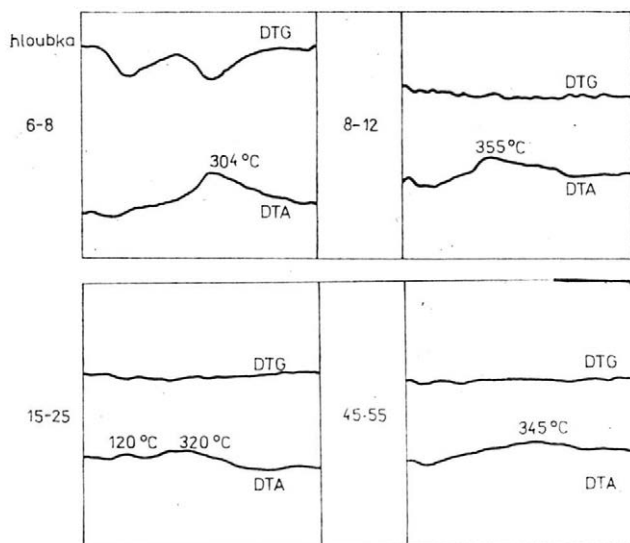
Horizont	C %		I		II		%						SCf = 1 : (SCf + SCH)= 1			
	Cf	CH	Cf	CH	SCf	SCH	NZ	SCf	SCH	CN	SCf + + SCH	SCH : CN	: CN			
Ao ₂	40,65	6,37	5,43	0,49	0,78	6,86	6,21	27,58	17	15	68	32	0,90 : 4,00	2,10		
Ao ₃	30,78	4,88	6,10	0,41	0,63	5,29	6,73	18,76	17	22	61	39	1,30 : 3,60	1,60		
6 – 8	6,49	1,21	1,21	0,08	0,08	1,29	1,29	3,91	20	20	60	40	1,00 : 3,00	1,50		
8 – 12	1,16	0,20	0,17	0,01	0,01	0,21	0,18	0,77	18	16	66	34	0,90 : 3,70	1,90		
15 – 25	0,88	0,25	0,05	0,01	0,01	0,26	0,06	0,56	29	7	64	36	0,24 : 2,20	1,80		
55 – 65	0,09	0,04	0,02	0,00	0,01	0,04	0,03	0,02	44	34	22	78	0,77 : 0,50	0,28		
Horizont	CfI : : CfII	1 : X	CHI : : CHII	1 : X	Cf : CH	1 : X	Cf : CH	1 : X	I	II	NZ	I	II	NZ	I : II	SCf : SCH
Ao ₂	93 : 7	0,08	87 : 13	0,15	54 : 46	0,85	39,61	1,56	11,80	1,27	27,58	29	33	68	91 : 9	13,07 52 : 48
Ao ₃	92 : 8	0,09	91 : 9	0,10	45 : 55	1,22	39,61	1,56	10,98	1,04	18,76	36	3	61	90 : 10	12,02 44 : 56
6 – 8	94 : 6	0,06	94 : 6	0,06	50 : 50	1,00	50 : 50	1,00	2,42	0,16	3,91	37	3	60	93 : 7	2,58 50 : 50
8 – 12	95 : 5	0,05	95 : 5	0,05	54 : 46	0,85	50 : 50	1,00	0,37	0,02	0,77	32	2	66	94 : 6	0,39 54 : 46
15 – 25	96 : 4	0,04	83 : 17	0,02	83 : 17	0,20	50 : 50	1,00	0,30	0,02	0,56	34	2	64	94 : 6	0,32 81 0 19
55 – 65	100 : –	–	67 : 33	0,49	67 : 33	0,40	– : 100	1,00	0,06	0,01	0,02	67	11	22	86 : 14	0,07 57 : 43

III. Zásoba energie v půdním humusu (mil. kJ na ha). — Energy reserve in soil humus (mil. kJ per ha)

Horizont	Mocnost v cm	Spotř. chrom. kys. oxidací (a - b)	Navážka v g	kcal. 10 ⁶ na ha	kJ. 10 ⁶ na ha	Skelet v %
A	0,02	8,9	0,025	190,46	796,427	—
(B) ₁	0,94	7,5	0,100	80,25	335,573	—
(B) ₂	0,28	4,0	0,100	269,84	1127,526	10
Cd	0,40	2,5	0,200	114,27	477,857	40
Celkem				654,0	273,7	

Ze stanovení vyplývá, že zásoba energie akumulované v humusu půdního profilu činí $655 \cdot 10^6$ kcal na ha, tj. $273,7 \cdot 10^6$ kJ na ha a podle stanovení Alijeva (1973) ukazuje na velmi nízkou zásobu energie v organické hmotě, což odpovídá i hodnocení celkové zásoby humusu podle Orlova a Grišinovy (1972).

Pomocí derivátografu byla stanovena zásoba energie akumulované v půdě na základě podobných analýz, jak je konali Plichťa (1973), popř. Dziadowicz (1979). Z grafu na obr. 1 vidíme rozsah teploty a velikosti hodnot diagramu, jež jsou rozhodující pro determinaci vyhodnocení. Velikost plochy pod křivkou DTA byla stanovena planimetrem. Hmotnostní úbytek v průběhu spalování, který nám ukazuje množství organického materiálu ve vzorku, je zachycen křivkou TG. Velikost špičky v mm² odpovídající hmotnosti úbytku v mg byla vzata jako měřítko kalorické hodnoty. U horizontu Au byla stanovena hodnota spalného tepla také pomocí kalorimetrické mikrobomby MBC-3, a to 20,972 kJ v 1 g. U stejného vzorku byla na derivátografu zjištěna velikost exotermické špičky DTA 12,2 cm² a hmotnostní úbytek 40,2 mg. Z toho bylo vypočteno, že na 1 cm² exotermické špičky připadá za daných podmínek 61,11 kJ/g. Kalorická hodnota ostatních vzorků byla vy-



1. Termogram jednotlivých horizontů půdního profilu ve smrkovém porostu výzkumné plochy v Rájci nad Sázavou. — Thermogram of the horizons of soil profile in spruce stand on the research area at Rájec nad Sázavou

Horizont	Hloubka v cm	Energie akum. v 1 g hmoty v kJ	Zásoba humusu v t na ha	Zásoba energie v kJ · 10 ⁶ na ha
Au	6—8	20,937	30,38	613,776
(B) ₁	8—12	20,026	13,38	364,072
(B) ₂	12—40	19,763	48,18	952,181
(B)C	40—80	19,021	14,40	273,902
Celkem				2203,931

počtena podle rovnice:

$$Q = \frac{a \cdot 61,11}{c} \text{ v kJ/g}$$

kde a — plocha exotermické špičky,

c — hmotnostní úbytek v g odečtený z křivky TG, odpovídající exotermické křivce.

Stanovení zásoby energie v organické hmotě půdy je obsaženo v tabulce IV.

Výsledek potvrdil, že jde o půdu velmi málo zásobenou organickou hmotou.

ZÁVĚR

Ve vrstvě 0—76 cm půdy je zásoba humusu 112,24 t na ha a ve vrstvě 0—20 cm 59,05 t na ha, což představuje nízkou zásobu akumulované organické hmoty v půdě.

Po stránce kvality jde o humus se slabým stupněm humifikace, ve svrchní části s vyrovnaným poměrem fulvokyselin a humínových kyselin, ve spodní části jde o výrazně fulvátový typ. Vysoká převaha volných fulvosložek i humínosložek, stejně jako vysoký podíl nehydrolyzujícího zbytku (60 %) dokresluje nepříznivý proces humifikace.

Pomocí derivátografu byla stanovena zásoba energie v organické půdní hmotě v profilu 0—76 cm na 2203 · 10⁶ kJ na ha, což je ukazatel nízké zásoby organické hmoty.

Zásoba energie stanovená výpočtem podle Alijeva v organické hmotě zeminy je ve vrstvě půdy 0—76 cm 2737 · 10⁶ kJ na ha, což ukazuje také na velmi nízkou zásobu energie v organické hmotě. Rozdíl činí 20 % oproti přímému stanovení derivátografem.

Došlo dne 20. 10. 1983

Literatura

- ALIJEV, S. A.: Uslovija nakuplenija i prirody organičesko vješčestva počv. Baku, Iz. AN Azerb. SSSR, 1966
- ALIJEV, S. A.: Bioenergetika organičeskogo vješčestva počv. Baku, Izd. ELM, 1973
- DZIADOWIECZ, H.: Zjawiska energetyczne towarzyzyszące prosesowi humifikacji. Sb. Prochnice gleb lesnych 1979, Warszawa — Toruń, s. 229-242
- GRISINA, L. A. — ORLOV, D. S.: Sistema pokazatelej gumusovogo sostojanija počv. In. Problemy počvovedenija, Moskva, AN SSSR, Nauka 1978, s. 42-47
- HRUŠKA, B.: Geologicko-petrografické poměry a základní charakteristika zvětrávacích procesů na výzkumné ploše v Rájci - Jestřebí. Sb. Struktura, funkce a pro-

duktivita modelových lesních ekosystémů, ovlivněných uvědomělou antropickou činností. Brno, VŠZ, 1978, s. 229-244

KLIMO, E.: Charakteristika půdních poměrů výzkumné stanice programu MAB, Rájec - Jestřebí. Sb. Struktura, funkce a produktivita modelových lesních ekosystémů, ovlivňovaných uvědomělou antropickou činností, Brno VŠZ, 1978, s. 213-228

KONOVOVÁ, M. M.: Organické hmoty půvy. Moskva, Izd. AN SSSR, 1963

KOVDA, V. A.: Biomasa i gumusovaja obaločka suši. In Biosféra i jejo resursy. Moskva, Nauka, 1977

PLICHTA, W.: Energy characterization of forest soils humus by differential thermal analysis (DTA). Polish Journal of Soil Science, 1975, č. 2, s. 139-146

PONTOVIČ, V. E.: Značenie sovmeny uslovij aeracii v procesach gumifikacii rastitelnych ostatkov. Mikrobiologija, 1939, č. 8, s. 8-33

ŠARMAN, J.: Poutání a transformace energie v organické hmotě ekosystému smrkového porostu. Brno, KDP, 1979, s. 148

TAUSSON, V. O.: Osnovnyje položenija rastitelnoj bioenergetiky. Moskva, AN SSSR, 1950

TERROINE, E. — WURNER, R.: In Alijev (1966): Uslovija nakuplenija i prirody organičeskogo vėščestva počv. Baku, Iz. AN Azerb. SSSR, 1966

TJURIN, I. V.: Organické hmoty půvy. Leningrad, Selchoziz, 1973

VÁŠÍČEK, F.: Typologická klasifikace, struktura a biomasa vrstvy bylin na výzkumné ploše MAB, Rájec - Jestřebí. Sb. Struktura, funkce a produktivita modelových lesních ekosystémů, ovlivněných uvědomělou antropickou činností. Brno, VŠZ, 1978, s. 245-254

VOLOBUJEV, V. R.: Uvedenija v energetiku počvoobrazovanija. Moskva, Nauka, 1974

ШАРМАН, Я. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). О проблеме определения запаса энергии в гумусе лесных почв. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 313-320.

V 70-letnem elovom vysokostvolnyjke na eksperimentalnoj ploščadi MAB v Paěce nad Svitavoj bylo vskryto i Klimom (1978) opisano 6 zondov. V etich počvennyh obrazcax ja opredelil zapas energii v gumuse pri pomoći kalorimetricheskoj bomby tipa MBЦ-3 i derivatografa OM 152. Zatem ja proizvel vychislenija po Alijevu (1966), kotoryj na osnove otnošenij procentnogo predstavitelstva C, H, N, O postroil uravnenie, v kotom iz raschoda xromsernoj kisloty pri opredelenii gumusa vychislyasja zapas energii. Mnogo bylo usanovleno, čto v buron lesnoj počve opytnoj stanicii, v kotorej mestami provlyajutsja priznaki oglenenija i opodzolivanja, v sloe 0—20 sm soderžitsja 59,05 tonnny gumusa na hektar, a vo всем profile 0—76 sm soderžitsja 112,24 t gumusa na hektar. Eta massa gumusa akumuliruet 2203 кДж · 10⁶ na га (opredeleno neposredstvenno pri pomoći upomyanutyh vyše priborov) i pri pomoći formuly Alijeva (1966) 2737 кДж · 10⁶ na га. Raschodzenie značenij predstavljat 20 %.

почвоведение лесное; гумус; запас энергии

ŠARMAN, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Determination of Energy Reserve in the Humus of Forest Soils*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 313-320.

Six soil pits in a 70-year spruce high forest situated on the MAB research area at Rájec on Svitava were disclosed and described by Klimov (1978). In the soil samples from these pits, energy reserve in humus was measured by apparatuses — calorimetric bomb of type MBC-3 and derivatograph OM 152. The calculation was made after Alijev (1966), who using the relations of percent proportions of C, H, N, O devised an equation where energy reserve was calculated from the consumption of chromsulphuric acid in the course of determining humus. It has been stated that in brown forest soil of the research station with certain gleization and podzolization, there are 59.05 t per ha in the 0—20 cm layer and 112.24 t per ha in the whole profile 0—76 cm. This humus mass accumulates 2203 kJ · 10⁶ per ha (determined directly by the above apparatuses) and according to Alijev's formula (1966) the value is 2737 kJ · 10⁶ per ha. The difference in the values makes 20 %.

forest pedology; humus; energy reserve

Adresa autora:

Ing. Jan Šarman, lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 613 00 Brno

PŮDY LESNICKY REKULTIVOVANÝCH HALD V OSTRAVSKO-KARVINSKÉM REVÍRU

B. Grunda, J. Kulhavý

GRUNDA, B. — KULHAVÝ, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Půdy lesnicky rekultivovaných hald v Ostravsko-karvinském revíru*. Lesnictví, 30, 1984 (4): 321-332.

Byly zjišťovány fyzikální, chemické a mikrobiální poměry na třech lokalitách s haldovými půdami vzniklými na hlušině po těžbě černého uhlí. Tyto kamenité půdy po navezení materiálu postupně zhutňují, zejména na plochých hřebetech. Na svazích obrácených k jihu se extrémně zahřívají a trpí suchem v povrchové vrstvě. Mají nedostatek humusu a dusíku. Minerální bohatost jílovitých břidlic a lupků, které tvoří většinu materiálu hald, je často prudce snižována kyselinou sírovou vznikající ze sirníků (pyrit, markazit), která rozpouští a proplachuje minerálie do spodin a haldových vod. Mikrobiální osídlení, vznik humusových látek i půdotvorný proces značně závisí na pH a minerální bohatosti substrátů. Okyselování haldových půd lze zamezit vápněním.

pedologie lesnická; rekultivace lesnická; antropogenní půdy; výsypky

Závažným problémem hornické činnosti v Ostravsko-karvinském revíru (OKR) je ukládání vytěženého důlního kamene na haldy. Ročně se v OKR ukládá více než 11 miliónů tun důlního kamene na plochy, které původně sloužily zemědělským, lesnickým nebo jiným účelům. Podle posledních šetření existuje na 92 lokalitách 550 ha nerektivovaných hald (Santarius 1980). Haldy ponechané bez dalších úprav nejen zabírají půdu, ale jsou i výrazným negativním krajinným prvkem, zvyšují prašnost okolí a v případě haldových požárů jsou zdrojem velkého množství plyných exhalátů.

Biologické rekultivaci haldových útvarů předchází technická úprava povrchu. Nižší ploché haldy převrstvené ornici jsou vhodné pro zemědělskou rekultivaci, ostatní pro lesnickou. Zalesněné haldy plní především funkci účelových lesů a kromě hlediska estetického stávají se v blízkosti závodů součástí pásem hygienické ochrany (zadržují prach a exhaláty a celkově zlepšují ovzduší) a v blízkosti sídliště plní funkci rekreační. Lesní porost rovněž eliminuje erozi, zadržuje vláhu a zlepšuje kvalitu půdy. Význam lesů v této oblasti podtrhuje zejména skutečnost, že na území Ostravy činí lesnatost jen 7,5 % a v celém Ostravsko-karvinském revíru necelých 10 %.

Počátky rekultivačních snah s lesnickým využitím sahají na Ostravsku do dvacátých let našeho století. V roce 1919 vzniká např. známý Štěpánův sad na haldě Dolu Zárubek, kde bylo k výsadbě použito řady dřevin a výsadba byla úspěšná. Podobné plochy vznikaly i na některých dalších haldách, ke škodě věci jsou však tyto pokusy bez údajů o původu sadebního materiálu, způsobu výsadby, stanovištních poměrech apod.

Mezníkem v rekultivační činnosti v OKR byl vznik střediska rekultivace při OKD a od roku 1962 samostatného podniku Rekultivace

OKR specializovaného na vykonávání asanačně rekultivačních prací. V této fázi bylo dosaženo pokroku zejména při technické úpravě devastovaných území. Rozvoj biologické rekultivace byl patrný až v sedmdesátých letech, kdy se začala rozvíjet spolupráce s Účelovým lesním závodem v Šenově.

Systematická výzkumná činnost při rekultivacích začíná v roce 1961. V roce 1963 vzniklo v Ostravě pracoviště Výzkumného ústavu meliorací specializované na řešení těchto úkolů. Byly založeny výzkumné plochy na haldách dolů Rudý Říjen, Zárubek, Jeremenko, Čs. armáda a později i na haldách dolů Landek a Fučík III. Přes různé potíže, spojené zejména s uchováním těchto ploch, pokračoval výzkum dále prakticky v pětiletých cyklech (Gerlich 1967, Kubíček 1975). Touto problematikou se zabýval rovněž Václav (1956), Drlík (1965), Smolík (1973), Lazebníček (1978), Santarius (1980), Havrlant, Kincl, Gerlich (1967), Kincl a Gerlich (1973) a autoři diplomových prací z lesnické fakulty VŠZ v Brně (např. Španihel 1975, Kulhavý 1978). Avšak i přes toto úsilí se při rekultivacích naráží na řadu problémů a ne všechny rekultivační projekty byly zdařilé. Při inventurách v terénu bylo vždy zjištěno jen malé procento úspěšnosti umělého zalesnění. Na ozelenění hald má dosud největší podíl přirozená vegetace. Porosty vzniklé přirozenou cestou jsou převážně tvořeny břízou bradavičnatou (*Betula verrucosa* Ehrh.), topolem černým (*Populus nigra* L.) a osikou (*Populus tremula* L.). Kvalita těchto porostů je převážně nízká a tyto porosty neplní všechny rekultivační funkce.

PROBLEMATIKA ZALESŇOVÁNÍ OSTRAVSKÝCH HALD

Bez jakýchkoliv snah o snížení významu ostatních činitelů figurujících při zalesňování hald lze označit znalosti o vznikajícím půdním prostředí za prioritní. Často byl např. obměňován sortiment dřevin, způsob výsadby, různá meliorační opatření apod., avšak převážně bez hlubších znalostí o půdním prostředí.

Z petrografického hlediska tvoří materiál hald OKR převážně lupky a jílovité břidlice šedé až černé barvy, prostoupené vrstvičkami uhlí a dosti často krystalky pyritu a markazitu. V haldách jsou také živičné břidlice tmavé barvy. Z hůře zvětratelných hornin obsahují haldy bělavě šedé pískovce s křemitým tmelem, méně časté jsou slepence, arkosy, zelené glaukonitické pískovce, dolomity a sférosiderity (Kroutilík 1954). Časté jsou úlomky uhlí. Lupky a břidlice rychle zvětrávají a rozpadají se v drobné částice (roubíkový nebo střípkový rozpad). Rychlé zvětrávání způsobuje, že brzy po nasypání haldy dochází k ulehnutí půdního povrchu. Je to patrné zejména u výpěrkových hald.

K obecným vlastnostem haldových substrátů v OKR patří také extrémní mikroklimatické poměry v závislosti na expozicích, nedostatek vody, humusu a dusíku, vysoká proměnlivost pH, dobrá zásoba minerálních živin (CaO , K_2O , P_2O_5) a chudé mikrobiální osídlení. Z ostatních činitelů je důležitá zejména přítomnost sirníků, hořlavých částic, množství a kvalita imisí apod. Vzhledem k proměnlivosti haldových substrátů (složení, stáří a původ deponovaného materiálu, klimatické vlivy, stupeň rekultivace apod.) je nutno přistupovat k hodnocení půdních vlastností diferencovaně.



1. Část haldy z hrubých odvalů s přirozenou vegetací, v popředí čerstvě navezený materiál. — Part of a dump made of coarse gangue with natural vegetation, in the front part newly dumped material

2. Souvislý porost na bývalé pokusné ploše VÚM (halda Dolu Rudý říjen). — Continuous forest stand on the former experimental area of the Research Institute of Soil Improvement (Rudý říjen dump)

Předložená práce je příspěvkem k půdoznalecké charakteristice tří hald v OKR, který může být podkladem pro vhodná meliorační opatření v oblasti ostravské průmyslové aglomerace. Analytické údaje pro tuto práci byly zjišťovány v roce 1975 a 1976 na vyžádání podniku Rekultivace OKR a zpracovány ve formě diplomové práce (Kulhavý 1978).

CHARAKTERISTIKA LOKALIT

Území OKR leží v nadmořské výšce 210 až 240 m v mírně teplé oblasti s mírnou zimou. Průměrná roční teplota činí $8,6^{\circ}\text{C}$, ve vegetačním období $15,0^{\circ}\text{C}$. Průměrné roční množství srážek činí 769 mm, ve vegetačním období 509 mm s maximem v červenci. Projevuje se zde převážně jihozápadní proudění vzduchu, časté je bezvětří.

Halda Dolu 1. má j (dříve Hoheneger) je západně od Karviné, dvouhřbetová protáhlého tvaru. Sypání ukončeno v roce 1964, je složena z výpěrkového materiálu. Po hrubém urovnání buldozerem se dostavil nálet břízy, řídce i osiky. V dalších letech se přirozené zmlazení již nevyskytlo. Půdní povrch je bez vegetace, místy se vyskytují mechy. Halda se nachází v pásmu silného spadu tuhých imisí (300–600 t na km^2 za rok). Odebráno celkem 9 vzorků substrátu na plochem rovinatém hřebetě haldy.

Halda Dolu Rudý říjen (Petr Cingr) je v severovýchodním okraji Ostravy v Michálkovicích. Je to tabulová halda s převýšením nad okolním terénem 15–25 m, z hrubého odvalu, sypání bylo ukončeno v roce 1961. Plošina haldy byla urovnána buldozerem. Na části haldy je umístěna bývalá výzkumná plocha VÚM Zbraslav nad Vltavou s porosty různých dřevin: olše, břízy, javoru, modřinu aj. Půdní povrch pokrývají trávy a zetlívající opad dřevin. Halda se nachází v oblasti bez výrazného vlivu prašnosti (do 300 t na km² za rok). Odebráno 10 vzorků půdy na mírném jižním svahu.

Halda Dolu Lidice v Ostravě-Petřkovicích je na severozápadním okraji Ostravy, má tvar komolého kužele a nasypáný materiál tvoří netříděná hlušina. Konečné úpravy povrchu byly provedeny v roce 1970. V roce 1972 byla halda zalesněna metodou výsadby sazenic cílových dřevin do haldoviny s přihnojením NPK. Byl vysazen dub červený, jasan ztepilý, javor mléč, habr, lípa, jeřáb a keře. Byla též pokusně sledována síje dubu červeného. Halda je v oblasti silného spadu prašných imisí. Odebráno 13 vzorků půdy na strmém jižním svahu.

POPIS HALDOVÝCH PŮD

Materiál hald Dolu Rudý říjen a Dolu Lidice je velmi podobný, tvoří ho hrubé, netříděné odvaly složené ze štěrku a kamení různé velikosti spolu s jemnozemí. Nechybějí ani balvany, které jsou hojnější na bázích svahů. Při půdním povrchu je více jemnozemě a drobnějšího štěrku, hrubšího štěrku přibývá dospodu. Drobnější štěrk je vesměs střípkovitého tvaru o velikosti střípků 2–3 cm. Materiál má převážně tmavošedou barvu, tvoří ho hlavně lupky a jílovité břidlice. Dosti časté jsou černé kousky uhlí. Půdní horizonty chybějí, jen na haldě Dolu Rudý říjen je již vytvořen humusový horizont A o tloušťce 2–4 cm tmavohnědé barvy. V tomto horizontu byla zjištěna přítomnost dešťovek.

Materiál haldy Dolu 1. máj obsahuje balvany jen výjimečně, většinou je složen z drobného až středního štěrku o velikosti do 10 cm s jemnozemí. Jílové částice zhutňují půdní povrch, který uléhá a špatně propouští vodu i vzduch. Morfologicky odlišitelné půdní horizonty také chybějí.

METODIKA

Bylo odebráno a analyzováno celkem 32 vzorků půd, z nichž pro demonstraci výsledků a jejich zhodnocení bylo zvoleno 7 vzorků z povrchové půdní vrstvy (0–5 cm):

Halda Dolu 1. máj:

- 9 — čerstvě nasypaná výpěrková halda (2 týdny stará),
- 4 — haldová půda s porostem břízy ve věku 14 roků,
- 6 — haldová půda s porostem břízy ve věku 14 roků.

Halda Dolu Rudý říjen:

- 16 — haldová půda s porostem olše a javoru ve věku 11 roků,
- 18 — haldová půda s porostem lípy ve věku 7 roků.

Halda Dolu Lidice:

- 25 — haldová půda s porostem javoru ve věku 7 roků,
- 27 — haldová půda s porostem jasanu ve věku 7 roků.

Odebrané vzorky byly vytrženy na sítích s velikostí otvorů 2 a 10 mm a tak rozděleny na jemnozem, drobný štěrk a hrubý štěrk. Jemnozem byla dále analyzována na plavicím přístroji podle Kopeckého; tím zjištěny zrnitostní frakce písek, práškový písek, prach a jíl.

Půdní reakce (pH) byla zjišťována potenciometricky v H₂O a v nKCl. Minerální živiny přístupné rostlinám byly zjišťovány z výluhu 10% kyseliny citrónové, a to K₂O, Na₂O a CaO na plamenném fotometru, P₂O₅ byl zjišťován fotometricky po převodu na molybdenovou modř. Test na přítomnost iontů SO₄²⁻ byl proveden z okyseleného vodního výluhu přidávkou 15 ml 10% roztoku BaCl₂. Mléčný zákal BaSO₄ byl hodnocen takto: — žádný zákal, + slabý zákal, ++ střední zákal, +++ silný zákal.

Obsah uhlíku byl zjišťován oxidimetricky po spálení směsi dvojchromanu draselného s konc. kyselinou sírovou. Dusík byl zjišťován kjeldalizací. Obsah rozpustného humusu byl stanoven extrakcí půdních vzorků 0,1n NaOH za studena po dobu 16 hodin za občasného protřepání. Z výluhu byly huminové kyseliny odděleny okyselením nH₂SO₄, vysrážením při 70 °C a následnou filtrací. Obsah fulvokyselin byl vyčištěn dopočtem do obsahu uhlíku v celkovém rozpustném humusu.

Počet mikroorganismů byl zjišťován zředovací metodou na agarových živných půdách. Baktérie byly stanoveny na agaru podle Thorntona, aktinomycety na škrobovém agaru s přidávkou huminových kyselin, mikromycety na Jensenově agaru s bengálskou červení a streptomycinem. Rozkladači celulózy byli zjišťováni podle Puškinské, producenti polyfenoloxidáz podle Bavendamma. Amonizační mikroflóra byla zjištěna na MPA. *Clostridium* a *Desulfovibrio* byli stanoveni ve zkumavkách v tekutých živných půdách podle Fjodorova.

Rozklad celulózy byl zjišťován makroskopickou metodou v Petriho miskách. Hodnota je podílem procenta rozložené celulózy a počtu týdnů expozice (Grundt 1967). Respirace CO₂ ze vzorků byla zjištěna titračně po difúzi CO₂ do roztoku louhu sodného v uzavřené nádobě (Bernát a Seifert 1955).

VÝSLEDKY

FYZIKÁLNÍ POMĚRY HALDOVÝCH PŮD

Haldové půdy se vyznačují vysokým obsahem šterku. Šterkovitost v nich kolísá mezi 60—70 % a v čerstvě navezené haldě je ještě vyšší. Jak je patrné z tabulky I, činila jemnozem čerstvé haldy jen 12 %, takže obsah šterku byl 88 %. Vytěžený horninový materiál, který tvoří převážně lupky a jílovité břidlice, se dosti rychle rozpadá v drobné kousky, takže se stářím haldy ubývá balvanů a hrubého šterku a přibývá částic o průměru menším než 2 mm, tj. jemnozemi. To je patrné z výsledků v tabulce, kde obsah jemnozeme ve starších haldách kolísá mezi 35—42 %. V jemnozemi z čerstvě nasypané haldy je vysoký obsah písku, jehož u ostatních substrátů ubývá a naopak přibývá jemnějších

I. Zrnitost haldových půd. — The texture of dump soils

Halda Vzorek číslo	Důl 1. máj			Důl Rudý říjen		Důl Lidice	
	9	4	6	18	16	25	27
Hrubozem %:							
částice < 2 mm	12,0	35,2	35,3	42,3	36,3	36,2	35,1
částice 2—10 mm	51,7	55,3	53,3	50,2	45,8	39,3	43,6
částice > 10 mm	36,3	9,5	11,4	7,5	17,9	24,5	21,3
Jemnozem %:							
jíl	25,6	48,1	34,6	14,7	20,3	22,0	16,4
prach	9,4	16,9	11,4	16,9	15,6	17,7	21,8
práškový písek	4,6	11,0	10,0	15,7	20,3	16,3	24,4
písek	60,4	24,0	44,0	52,7	43,8	44,0	37,4

Halda	Důl 1. máj			Důl Rudý říjen		Důl Lidice	
Vzorek číslo	9	4	6	18	16	25	27
pH – H ₂ O	8,2	4,5	4,1	7,2	7,3	6,0	4,5
pH – nKCl	7,3	3,6	3,3	6,6	6,8	5,4	3,8
Přístupné živiny mg. 100 g ⁻¹							
K ₂ O	22,8	6,8	5,2	15,6	25,6	11,0	3,6
CaO	480,0	34,0	20,0	200,0	450,0	140,0	90,0
P ₂ O ₅	12,4	9,6	2,6	35,2	19,2	25,2	16,0
Na ₂ O	84,0	13,0	14,0	15,0	20,0	14,0	12,0
Test na SO ₄ ²⁻	+++	+	+	—	—	++	++

zrnitostních frakcí s vyšší sorpční schopností. Podle zrnitosti lze haldové půdy označit za kamenité, většinou neslehlé a dobře provzdušené zeminy s nižším až středním obsahem jílové frakce.

Fyzikální poměry haldových půd závisí do značné míry na tom, z jakého materiálu halda vznikla. Halda Dolu 1. máj vznikla z hlušiny po uhelném prádle, která obsahuje částice nejvýše 10 cm velké. Materiál se v mokřém stavu vyváží na haldu a brzy urovnává buldozerem do plochého povrchu. Snížené tření mokřého materiálu způsobuje, že tento substrát má již od počátku nižší pórovitost, která se uléháním a rozpadem horniny dále snižuje. Výpěrkové haldy jsou tedy vždy slehlejší, méně provzdušené.

Haldy Dolu Rudý říjen a Dolu Lidice vznikly z hrubých odvalů, tj. z hlušiny netříděné, která se z dolu odváží v suchém stavu přímo na haldy. Tyto odvaly jsou složeny z materiálu různé velikosti a nezřídka obsahují i balvany. Mezi částicemi je více meziprostorů a půda, která na nich postupně vzniká, je lépe provzdušena, má vyšší pórovitost. Ploché hřbety urovnávané těžkými mechanismy jsou však také dosti slehlé.

Tmavě šedé zbarvení lupků a břidlic i černé zbarvení kousků uhlí zvyšuje absorpci světelných paprsků a zvětšuje zahřívání haldového substrátu. Havrila, Kincel a Gerlich (1967) uvádějí, že rozdíl v teplotě půdního povrchu na haldě a v půdě mimo ni činí až 11 °C, což má nepochybně značný ekologický dosah. Kincel a Gerlich (1973) naměřili maximální teplotu půdního povrchu na nezalesněné haldě 50,0 °C a Santarius (1980) 56,0 °C.

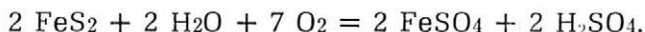
Další fyzikální vlastnosti, která může mít ekologický význam na svazích, je střípkovitý způsob rozpadu jílovitých břidlic. Střípkovité agregáty jsou většinou ostrohranné a mohou proto při posunu po svahu zraňovat rostliny.

CHEMICKÉ VLASTNOSTI HALDOVÝCH PŮD

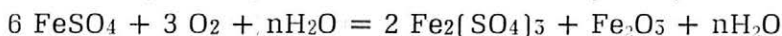
Chemické vlastnosti haldových substrátů bezprostředně závisí na chemismu hornin každého odvalu. Na zkoumaných haldách šlo o typické složení ostravských karbonských hlušín s převládajícími lupky a jílo-

vitými břidlicemi. Jsou to horniny bohaté na minerální živiny, zejména na vápník, ale i na draslík a fosfor. Obsah rostlinám přístupných živin (tabulka II) těmto poměrům nasvědčuje u těch zemin, které neprošly procesem ochuzení proplachem kyselinou sírovou.

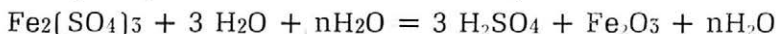
Materiál haldy Dolu 1. máj a haldy Dolu Lidice obsahuje totiž příměs sirníků pyritu a markazitu, které vlivem vody a vzduchu oxidují na síran železnatý a kyselinu sírovou:



Síran železnatý oxiduje dále na síran železitý a kysličník železitý:



a následnou hydrolyzou síranu vzniká další kyselina sírová:



a železo přechází až do hydroxidu železitého a limonitu (Stejskal, Pelíšek 1956; Hruška 1981).

Vytvořená kyselina sírová mnoho minerálií rozpouští, ty se vlivem atmosférických srážek proplachují do hlubších vrstev haldy a často vytékají jako kyselé a silně mineralizované haldové vody do vodních toků. Kyselina sírová je mimoto toxická pro rostlinstvo.

Výsledky v tabulce II ukazují vliv 14letého proplachu kyselinou sírovou substrátem haldy Dolu 1. máj, který se projevil silným poklesem pH a ochuzením o minerální živiny (vzorek 4 a 6); čerstvě navený materiál (vzorek 9) má dosud mírně alkalickou reakci a střední až vysoký obsah živin. Tvorba síranů však již začala, test na skupinu SO_4 je silný, u starších substrátů již jen slabý. Podobný stav vidíme u vzorku 27 z haldy Dolu Lidice, ve vzorku 25 nepostoupilo okyselení a ochuzení o živiny ještě tak daleko. Halda Dolu Lidice je mladší než halda Dolu 1. máj, dá se tam očekávat obdobný vývoj chemických vlastností substrátu. Test na skupinu SO_4 byl u obou vzorků střední intenzity.

Halda Dolu Rudý říjen má jiné chemické poměry, patrně proto, že v tamních odvalech je jen velmi málo sirníků. Reakce (pH) půdy je neutrální, test na skupinu SO_4 negativní, kyselina sírová tam tedy nepůsobí. Je to zřejmě také z vysokého obsahu přístupných minerálních živin ve vzorcích z této haldy.

Obsah humusu, uhlíku a dusíku v půdách uhelných hald byl jen málo studován. Jonáš (1972), Dimitrovský (1973), Santarius (1980) aj. poukazovali sice na velký význam humusu pro melioraci těchto půd, ale s tvorbou humusu počítali teprve po zavedení kultur z jejich opadu. V odvalech přítomnost humusu nepředpokládali a také nezjišťovali. Většinou uvádějí celkový obsah uhlíkatých látek jako přimíšené uhlí.

Pro naše vzorky jsou tyto hodnoty obsaženy v tabulce III. Z výsledků vyplývá, že jemnozem obsahuje 10 až 20 % uhlí. Uhlí obsahuje velmi nízké procento dusíku, v našich výsledcích do 0,2 %. Proto je poměr C:N téměř ve všech případech velmi široký. Tam, kde je poměr C:N již poněkud užší, je možno předpokládat kromě uhlí i existenci humusových látek.

Dostí obtížnou metodickou otázkou je rozlišení uhlí od humusu. V této práci jsme ji řešili tím, že za humusové látky pokládáme ty uhlíkaté sloučeniny, které přešly do roztoku slabého louhu (viz metodickou část). Obsah těchto látek, rozdělených pak ještě na humínové

III. Obsah uhlíku, dusíku a rozpustného humusu v haldových půdách. — The contents of carbon, nitrogen and soluble humus in dump soils

Halda	Důl 1. máj			Důl Rudý říjen		Důl Lidice	
Vzorek číslo	9	4	6	18	16	25	27
Uhlík (C) %	17,4	10,5	9,9	20,5	12,3	17,0	16,1
Dusík (N) %	0,08	0,17	0,08	0,19	0,42	0,32	0,34
Poměr C/N	217,0	61,8	123,7	55,3	41,1	53,2	47,2
Fulvokyseliny % C		0,23	0,26	0,06	0,25	0,11	0,06
Humínové kys. % C		0,16	0,17	0,10	0,33	0,17	0,04
Součet FK a HK		0,39	0,43	0,16	0,58	0,28	0,10
Rozpustný humus %		3,7	3,3	0,8	3,4	1,6	0,6

Poznámka:

Rozpustný humus je součet humínových kyselin a fulvokyselin a je vyjádřen v procentech vzhledem k celkovému uhlíku.

kyseliny a fulvokyseliny, kolísal od 0,10 do 0,57 % uhlíku v suché hmotě, což činí 0,17 až 0,98 % humusu. Zjištěné hodnoty jsou při 7 až 14letých porostech na haldách pravděpodobné a je možno je pokládat za nízký odhad, neboť další humusové látky mohou být již pevněji poutány na jílové substance haldových půd. Humusové látky získané extrakcí činí 0,6 až 3,7 % z celkového uhlíku zjištěného v jemnozemi. Původ humusových látek v haldových půdách je třeba klást především do souvislosti s humifikací rostlinných zbytků, není však vyloučena možnost, že část těchto látek vzniká z uhlí oxidačními procesy.

BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI HALDOVÝCH PŮD

Mikrobiální osídlení čerstvě navezeného haldového materiálu je podle předpokladu velmi nízké (tabulka IV). Je zajímavé, že u tohoto výchozího substrátu, který prošel těžbou, uhelným prádlem a transportem na haldu, nechybějí zástupci ani jedné skupiny saprotrófních mikroorganismů, které obvykle nacházíme v půdě. Při porovnání s výsledky z ostatních haldových půd je patrné, že čerstvě navezený haldový substrát má relativně více anaerobů a méně amonizační mikroflóry a mikromycet. To plně odpovídá představám o osídlení substrátů, které byly nedlouho předtím vystaveny anaerobním podmínkám a mají nedostatek bílkovin.

V haldových půdách s nízkým pH a pozitivní reakcí na skupinu SO_4 je nízký počet půdní mikroflóry důsledkem toxického působení kyseliny sírové vznikající při oxidaci siřičků. V těchto půdách vzrostlo nejvíce relativní zastoupení mikromycet, které jsou obecně méně citlivé na kyselost substrátu než bakterie a aktinomycety.

Příznivý vývoj mikrobiálního osídlení jsme zjistili na haldě Dolu Rudý říjen s neutrální reakcí půdy a s negativním testem na skupinu SO_4 , tedy bez toxického vlivu kyseliny sírové.

Těmto výsledkům plně odpovídají údaje o biologické aktivitě haldových půd (tabulka V). Oba testy, test na aktivitu rozkladu celulózy

IV. Mikrobiální osídlení haldových půd (v tisících na 1 g suché půdy). — Microbial populations of dump soils (thousands per 1 g oven-dry soil)

Halda	Důl 1. máj			Důl Rudý říjen		Důl Lidice	
	9	4	6	18	16	25	27
Vzorek číslo							
Aerobní bakterie	155	1296	510	12 019	4375	1994	682
Aktinomycety	3	1	31	1 442	307	946	0
Mikromycety	1	134	102	134	195	264	102
Anaerobní bakterie	13	18	21	393	245	260	51
Součet	172	1449	664	13 998	5122	3464	835
Rozkladači celulózy:							
bakterie	2	0	0	0,4	2	0,7	0,5
aktinomycety	3	0,3	0	0,5	5,3	15,3	0,1
mikromycety	1	0,3	1,2	1,2	2	0,7	0,4
Producenti polyfenoloxidáz	0,3	1,3	0,3	5,8	2,4	1,0	1,0
Amonizační mikroflóra	68	1029	510	12 626	4436	2503	745
<i>Clostridium</i>	10 ⁻²	10 ⁻¹	0	10 ⁻²	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁻²
<i>Desulfovibrio</i>	nej.	10 ⁻²	0	0	10 ⁻³	10 ⁻²	0

V. Biologická aktivita haldových půd. — Biological activity of dump soils

Halda	Důl 1. máj			Důl Rudý říjen		Důl Lidice	
	9	4	6	18	16	25	27
Vzorek číslo							
Rozklad celulózy	0	0,5	0,2	2,6	2,9	0,9	0,2
Respirace CO ₂	4,7	7,2	7,1	13,2	36,4	9,9	6,3

Poznámka:

Rozklad celulózy je vyjádřen poměrem % rozložené celulózy a počtu týdnů expozice. Respirace je uvedena v mg CO₂ · 100 g⁻¹ · 24 h⁻¹.

i test respirační, ukázaly výrazně vyšší aktivitu půd z haldy Dolu Rudý říjen ve srovnání s půdami obou dalších lokalit.

HODNOCENÍ A DISKUSE VÝSLEDKŮ

Vysokou šterkovitost ostravských hald z kamenouhelné hlusiny konstatují všichni badatelé, kteří v této oblasti pracovali. Většinou však uvádějí, že zalesňování přímo do haldového materiálu přináší lepší výsledky než do překryvu navezené ornice [Gerlich 1967, Španíhel 1975, Lazebníček 1978, Santarius 1980], a to zejména z toho důvodu, že dřeviny zasazené přímo do hlusiny mohou využívat

kondenzační vodu podpovrchových vrstev a minerální bohatost haldových substrátů.

Ulehavost a nízká pórovitost povrchových vrstev substrátu je spojována zejména s výpěrkovým materiálem, který tvoří drobnější kameny z uhelných prádel (Santarius 1980) navážených v mokřém stavu. Domníváme se, že také těžké mechanismy používané k urovnání plochých částí odvalů přispívají k zhutnění povrchu nejen výpěrkových, ale i hrubých odvalů. Povrch hald je též zhutňován samovolně rychlým rozpadem hornin (jílovitých břidlic a lupků) a rozmýváním jílu z těchto hornin. Ve zhutnění povrchu hald vidí Santarius (1980) hlavní příčinu některých neúspěšných zalesňovacích akcí. Jiní zdůrazňují značný vliv extrémních klimatických činitelů, zejména vysokých půdních teplot, na nezdařené při zalesňování (Španihel 1975 aj.).

Minerální bohatost jílovitých břidlic a lupků, která se projevila v našich výsledcích, je podobně konstatována také v jiných pracích (Skawina 1958, Kubíček 1975 aj.). Jde zejména o značnou zásobu dvojmocných bází, vápníku a hořčíku, jejichž přítomnost posunuje reakci půdního substrátu do mírně alkalické až neutrální polohy. Pokud hlšina neobsahuje sirníky, udržuje se v zemině vysoký obsah minerálních živin i neutrální reakce (halda Dolu Rudý říjen). Za přítomnosti sirníků se brzo tvoří kyselina sírová (tzv. kyzové zvětrávání), která prudce okyseluje substrát a dochází k silnému rozpouštění i proplachu minerálních živin do spodin a haldových vod (halda Dolu Lidice a Dolu 1. máj). Podobný obraz vykreslil již Skawina (1958), většinou se však poukazuje na velkou proměnlivost haldových substrátů v pH i v minerální bohatosti (Španihel 1975, Santarius 1980).

S fyzikálními i chemickými poměry úzce souvisí biologie hald. V neslehlých minerálně bohatých substrátech s neutrální reakcí se daří rekultivace, příznivě se rozvíjí tvorba humusu i půdy za spoluúčasti stále početnější půdní mikroflóry. Na slehlých kyselých substrátech ochuzených o minerální živiny je rozvoj mikroflóry maximálně potlačen, zalesnění má vysoké ztráty úhynem sazenic a půdotvorný proces probíhá velmi pomalu.

Aby se předešlo nepříznivému vývoji působení kyseliny sírové, je nutno ji hned po jejím vzniku neutralizovat. Prakticky to znamená, že je třeba na každé zalesňované ploše zjišťovat vlastnosti substrátu alespoň dvěma jednoduchými testy použitými v této práci. Jde o zjištění pH a zjištění přítomnosti skupiny SO_4 . Jestliže je pH nižší než 5,5 nebo přítomny sírany, musíme před zalesněním přikročit k vápnění. K tomuto účelu se hodí vápenný prach, hašené vápno i vápencový nebo dolomitový prach a drobná drť, rovněž vápenatá struska. S vápněním dosáhli dobrých výsledků již dříve v NDR a NSR (Stachy 1960, Homuth 1965). S tímto opatřením bude zalesňování postupovat rychle a jen s minimálními ztrátami.

ZÁVĚRY

Byly zjišťovány fyzikální, chemické a mikrobiální poměry tří haldových půd na hlušině po těžbě černého uhlí.

Tyto kamenité antropogenní půdy původně dobře propustné po navedení materiálu postupně zhutňují zejména na plochých hřebetech. Na svazích obrácených k jihu se extrémně zahřívají a trpí suchem v povr-

chové vrstvě. Vlhkostní poměry hald jsou přesto uspokojivé vzhledem k vodě, která kondenzuje v podpovrchových vrstvách.

Jsou to půdy s nedostatkem humusu a dusíku. Minerální bohatost jílovitých břidlic a lupků, která tvoří většinu materiálu hald, je často prudce snižována kyselinou sírovou vznikající ze sirníků (pyrit, markazit), která rozpouští a proplachuje minerálie do spodin a haldových vod. Mikrobiální osídlení, vznik humusových látek i průběh půdotvorného procesu značně závisí na pH a minerální bohatosti půdního substrátu.

Doporučuje se vyšetření zalesňovaných půd na pH a přítomnost skupiny SO_4 . Okyselování haldových půd kyselinou sírovou lze zamezit vápněním, které upraví půdní prostředí pro meliorační i cílové dřeviny.

Došlo dne 15. 11. 1983

Literatura

- BERNÁT, J. — SEIFERT, J.: Biologická aktivita půd. *Biológia* 10, 1955, s. 285-293
- DIMITROVSKÝ, K.: Devastace krajiny těžbou uhlí a její lesnická rekultivace. *Lesnictví* 19, 1973, č. 6, s. 505-515.
- DRLÍK, R.: Zalesňování a ozeleňování haldových i jiných holých svahů. *Lesnický časopis* 11, 1965, č. 4, s. 393-399
- GERLICH, V.: Rekultivace černouhelných hald Ostravsko-karvinského revíru. Dipl. práce Přírodověd. fak. UK, Praha, 1967
- GRUNDA, B.: Metoda hodnocení rozkladu celulózy v lesních půdách. *Lesnický časopis* 13, 1967, č. 9, s. 807-813
- HAVRLANT, M. — KINCL, M. — GERLICH, V.: Přírodní podmínky a současný stav vegetačního krytu na černouhelných haldách Ostravsko-karvinského revíru. *Spisy pedagog. fak. v Ostravě*, 7, 1967, 81 s.
- HOMUTH, O.: Der Braunkohletagebau ändert das Bild der Landschaft. *Natur und Landschaft*, 1965, č. 9, s. 165-167
- HRUŠKA, B.: *Lesnická geologie*. Skriptum, VŠZ v Brně, SPN Praha, 1981, 233 s.
- JIROUŠEK, Z.: Koncepce, stav a perspektivy provádění rekultivační činnosti v OKR. In: *Péče o půdní fond při hlubinné těžbě uhlí a tvorba nové krajiny*. Dům techniky ČSVTS, Ostrava, 1977
- JONÁŠ, F.: Tvorba půdy na výsypkách složených z šedých miocenních jílu v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru. *Lesnictví* 18, 1972, č. 2, s. 117-141
- KINCL, M. — GERLICH, V.: K problematice tepelného režimu nehořící černouhelné haldy Ostravsko-karvinského revíru a růstu kořenového systému. *Sborník prací pedagog. fak. v Ostravě*, 1973, ř. E 3,3-11
- KOSTRUCH, J.: Odvalové hospodářství a ochrana životního prostředí v OKR. In: *Geologicko-průzkumné práce a životní prostředí*. Dům techniky ČSVTS, Ostrava, 1979
- KROUTILÍK, V.: Haldové pokryvy na území města Ostravy. *Slezský studijní ústav*, Opava, 1954
- KUBÍČEK, J.: Zakládání lesních porostů z hlediska pěstebně výchovných zásahů na výsypkových stanovištích v OKR. *Závěr. zpráva*, Výzk. ústav meliorací Praha - Zbraslav, 1975, 59 s.
- KULHAVÝ, J.: Vývoj půdních poměrů při zalesňování hald v Ostravsko-karvinském revíru. Dipl. práce, les. fak. VŠZ, Brno, 1978, 47 s.
- LAZEBNÍČEK, J.: Biologická rekultivace haldových odvalů v oblasti Ostravsko-karvinského revíru (OKR). *Folia dendrologica*, 1978, č. 4, s. 169-182
- SANTARIUS, P.: Význam vybraných přípravných dřevin pro zalesňování některých těžko zalesnitelných půd. *Kandidátská disert. práce*, lesnická fakulta VŠZ v Brně, 1980, 130 s.
- SKAWINA, T.: Przebieg rozwoju procesów glebotwórczych na zwalach kopalnictwa węglowego. *Roczniki gleboznawcze, dodatek do tomu VII*, 1958, s. 149-162
- SMOLÍK, D.: Lesnická rekultivace kamenouhelných odvalů na území města Ostravy. *Životné prostredie* 7, 1973, s. 140-143.

STACHY, J.: Zadrzewianie hald powęglowych w Niemieckiej Republice Demokratycznej. Sylwan 104, 1960, č. 8, s. 35-44
 STEJSKAL, J. — PELÍŠEK, J.: Lesnická geologie. Stát. zeměd. nakladatelství, Praha, 1956, 460 s.
 ŠPANIHEL, J.: Výsledky zalesňování na haldě Lidice. Dipl. práce, les. fak. VŠZ v Brně, 1975, 109 s.
 VÁCLAV, E.: Vegetace karvinských hald a možnost jejich zalesnění. Přírodovědný sborník ostravského kraje 2, 1956, s. 161-175

ГРУНДА, Б. — КУЛГАВЫ, Я. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Почвы лесохозяйственно осваиваемых отвалов в Остравско-Карвинском каменно-угольном бассейне. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 321-332.

Обследали физические, химические и микробиальные свойства трех отвальных почв на пустых породах после добычи каменного угля. Эти каменные антропогенные почвы — первоначально хорошо проницаемые — после наслаивания на них материала постепенно уплотняются, особенно на плоских хребтах. На склонах, повернутых к югу, они экстремально согреваются и страдают от засухи в поверхностном слое. Условия влажности отвалов, тем не менее, благополучны благодаря воде, конденсирующейся в подповерхностных слоях.

Это почвы с недостатком гумуса и азота. Минеральное богатство ислыстых сланцев и глинистых сланцев, образующих большую часть материала отвалов, часто резко сокращается под действием серной кислоты, образующейся из сульфидов (пирит, марказит), растворяющей и смывающей минеральные вещества в подпочвенные горизонты и в отвальные воды. Микробиальное заселение, образование гумусных веществ и ход почвообразующего процесса сильно зависят от pH и от минерального богатства почвенного субстрата.

Рекомендуется обследование облесяемых почв отвалов в отношении pH и наличия группы SO_4 . Закисление отвальных почв серной кислотой можно предупредить известкованием, которое урегулирует почвенную среду для мелиоративных и целевых лесных древесных пород.

почвоведение лесное; отвалы; рекультивация; антропогенные почвы

GRUNDA, B. — KULHAVÝ, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Soils on the Dumps Reclaimed by Forestation in the Ostrava-Karviná District*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : (4) : 321-332.

Physical, chemical and microbial conditions were studied of three dump soils on the waste rock after black coal mining.

These anthropogenic stony soils — originally well permeable — are compacted after dumping off the material, especially on flat ridges. On slopes exposed southward, the soils extremely warm and are very dry in the surface layer. Moisture conditions of the dumps are nevertheless good, due to water condensing in the subsurface layers.

The soils are deficient in humus and nitrogen. The mineral richness of clay slates and shales forming mostly the material on the dumps is often greatly reduced by sulphuric acid released from sulphides (pyrite, marcasite), by which the minerals are dissolved and washed into subsoils and dump waters. Microbial populations, origin of humus substances and the pattern of soil-forming process are related closely to pH and mineral richness of the soil substrate.

It is recommended to investigate pH values and the presence of SO_4 group in the forested soils. Acidification of dump soils by sulphuric acid can be reduced by liming which will prepare the soil for pioneer and final-crop tree species.

forest pedology; dumps; reclaims; anthropogenic soils

Adresa autorů:

Ing. Blahomil Grunda, CSc., Ing. Jiří Kulhavý, lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 613 00 Brno

MIKROMORFOLOGICKÉ ZNAKY HUMUSOŽELEZITÝCH PODZOLŮ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH V HORSKÝCH OBLASTECH ČSR

S. Jelínek

JELÍNEK, S. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Mikromorfologické znaky humusoželezitých podzolů na vybraných lokalitách v horských oblastech ČSR*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 333-338.

V rámci výzkumného úkolu bylo studováno sedm profilů humusoželezitých podzolů z horských oblastí ČSR. Podrobně byly zkoumány zejména mikroskopické znaky půd a jejich mikromorfologická charakteristika. U všech studovaných profilů dochází k rozdělení půdní hmoty na dva stavební prvky — skelet a plazmu. V eluviálních horizontech jsou zastoupeny hlavně stavby, které vznikly pokročilým rozpouštěním stavební plazmy a obsahující skelet většinou s úplně vybělenými písčitými zrny. Organických látek se zde zachovalo velmi málo. V iluviálních horizontech vznikají obalové vrstvy (Hüllengefüge, Kubiena 1935), podle Brewera (1964) lze označit tento typ stavby jako skelsepický. U některých profilů bylo zjištěno, že v těchto iluviálních horizontech dochází k vytvoření velmi malých jílových koncentrací.

pedologie lesnická; půdní mikromorfologie; horské půdy

Půdní mikromorfologie je dnes v plném rozvoji, o čemž svědčí obsahově velmi bohatá mezinárodní sympozia. Také u nás byly již položeny základy k rozvoji této vědní disciplíny. Mikromorfologickou stavbou půd v ČSR se zabývali J. Němeček, V. Sirový (1964), P. Novák, V. Sirový (1974), S. Jelínek (1980, 1982), v SSR M. Ciesarik (1971, 1975, 1980, 1981). Vzhledem k tomu, že v lesních oblastech ČSR nebyly ještě samostatně řešeny mikromorfologické charakteristiky humusoželezitých podzolů, byl za tímto účelem proveden podrobný výzkum vybraných profilů z hlediska jejich stavby. Při těchto mikromorfologických studiích byly vyhodnocovány tyto hlavní znaky: barva výbrusů, struktura, organická hmota, minerální skelet a novotvary. Podrobná studie humusoželezitých podzolů je příspěvkem k bližšímu poznání jejich vnitřní stavby, vývoje a vlastností jednotlivých horizontů.

MATERIÁL A METODIKA

V práci jsou vyhodnoceny výsledky studií sedmi profilů z různých oblastí ČSR. Byly vybrány profily, jejichž nadmořská výška je vyšší než 800 m. Studované profily byly zařazeny podle Šályho (1978) k humusoželezitým podzolům.

1. Oblast Hrubého Jeseníku

Profil č. 1 — Červenohorské sedlo, n. v. 1100 m, plošina, mateční horninou je biotitická pararula.

Profil č. 2 — Dlouhé stráně, n. v. 1332 m, vrcholová plošina, mateční horninou je biotitická pararula.

2. Oblast Krkonoš

Profil č. 3 — LZ Harrachov, polesí Rezek, odd. 55c, n. v. 850 m, mírný východní svah, mateční horninou je fylit.

Profil č. 4 — LZ Vrchlabí, polesí Špindlerův Mlýn, odd. 114b, n. v. 1350 m, mírný západní svah, mateční horninou je žula.

3. Oblast Jihlavských vrchů

Profil č. 5 — LZ Telč, polesí Řásná, n. v. 800 m, plošina na hřebeny, exp. S, mateční horninou je žula.

4. Oblast Orlických hor

Profil č. 6 — Šerlich I, n. v. 1050 m, mírný SZ svah, mateční horninou je biotitická pararula.

Profil č. 7 — Šerlich II, n. v. 1050 m, mírný svah, mateční horninou je biotitická pararula.

Půdní výbrusy byly zhotovovány z neporušených půdních vzorků podle metodik popsaných v pracích Němečka J., Sirového V. (1969) a Ciesarika M. (1971). Půdní materiál byl impregnován polyesterem Chs 104. Orientace vzorků byla vertikální. Mikromorfologické vyhodnocení bylo provedeno podle Brewera (1964). Základní analytický materiál je uveden v závěrečné zprávě (Jelínek S. 1980).

VÝSLEDKY A DISKUSE

MIKROMORFOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY JEDNOTLIVÝCH HORIZONTŮ HUMUSOŽELEZITÝCH PODZOLŮ V LESNÍCH OBLASTECH ČR

Horizonty A₁

Byly studovány u všech profilů uvedených v práci. Jejich hlavní mikromorfologické charakteristiky lze shrnout takto: Barva s-matrix je světle hnědá nebo temně hnědá až černá. Stavba je aglomeroplazmatická. Plazma je železito-jílovito-humusová, místy slabě dvojlomná (jíl), většinou je izotropní.

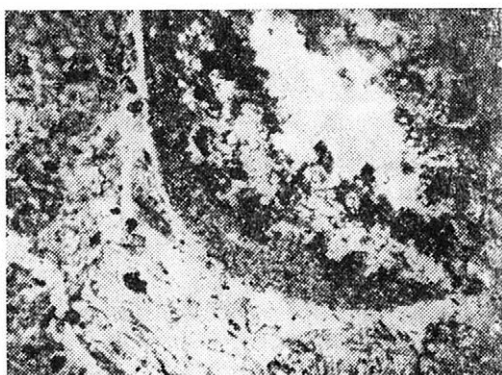
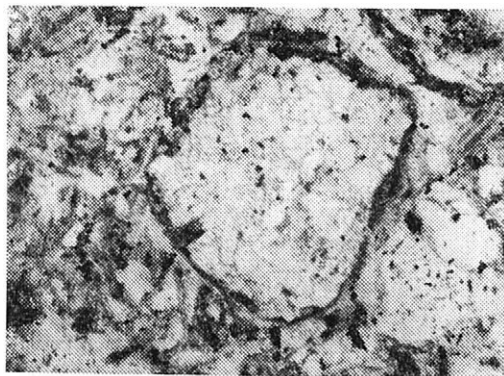
Horizonty A₂

Stavba eluviálních horizontů je u všech studovaných profilů velmi charakteristická. Barva s-matrix je u těchto horizontů světlá (bělavá, hnědožlutá, žlutohnědá). V důsledku vyplavování sloučenin železa, hliníku a humusu z těchto horizontů dochází k jejich odbarvování. Minerální zrna jsou proto vybělená. Tím se vytváří granulární stavby s minerálními zrny bez povlaků sloučenin železa, hliníku a humusu. Plazma se vyskytuje ve zbytcích, je světlá a velmi slabě orientovaná. Vyskytuje se na povrchu některých minerálních zrn, v mikrotrhlínách a také v některých pórech. Stavba této plazmy je anizotropní nebo izotropní. Organická hmota se u většiny profilů v těchto horizontech téměř nevyskytuje, byly pozorovány jen malé zbytky exkrementů a kořínků. Studované horizonty se u všech profilů vyznačují značnou pórovitostí. Póry jsou intergranulární.

Horizonty B₁ a B₂

Mikromorfologická stavba iluviálních horizontů je u všech studovaných profilů velmi charakteristická.

Horizonty B₁ mají barvu tmavě hnědou. Toto zbarvení je způsobeno akumulací humusových sloučenin. Ze základních staveb převládá stavba intertextická nad aglomeroplazmatickou. Plazma je železito-jílovito-humusová. Plazma nejeví dvojlom a je izotická. Na minerálních zrnech se tvoří strupovité náteky humuso-železitých sloučenin, někdy tyto

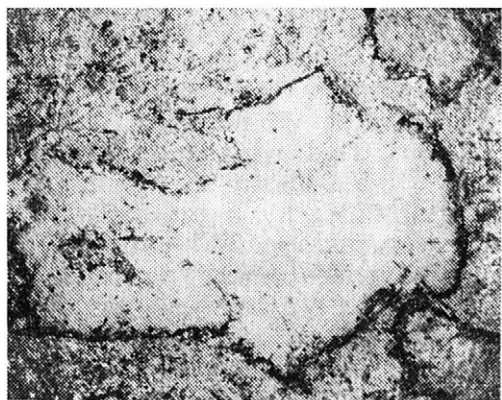
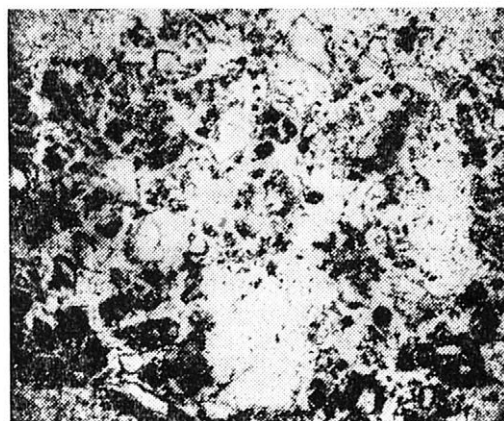


1. Intertextická stavba horizontu B, zrno křemene obalené sloučeninami železa a humusu, nikoly II, 80X. Profil č. 1, Červenohorské sedlo. — Intertexted structure of horizon B, quartz grain coated by iron and humus compounds, nicols II, 80X. Profile no. 1, Červenohorské sedlo

2. Pór vyplněný humusoželezitou hmotou, v náteku lze poznat i jíl, horizont B, nikoly II, 80X. Profil č. 1, Červenohorské sedlo. — A pore filled with humus-iron matter, in the sinter clay is discernible, horizon B, nicols II, 80X. Červenohorské sedlo

sloučeniny vyplňují i póry ve formě náteků. Obaly ani náteky nejsou vrstevnaté a u některých náteků lze pozorovat velmi slabý dvojlom (jíl). Z novotvarů se vyskytují drobné noduly železa (velmi málo), feriargillany a organany.

Horizonty B₂ mají s-matrix barvy světle hnědé (hnědorezivá, rezivě hnědá, hnědožlutá). Toto světlejší zbarvení je způsobeno akumulací železitých sloučenin bez humusových látek. Ze základních staveb převládá intertextická nad aglomeroplazmatickou. U profilů č. 3, 4 a 5 je stavba těchto horizontů plektoamiktická. Plazma je jílovito-železitá a je



3. Koloidní sloučeniny humusu a železa v horizontu B₁, nikoly II, 80X. Profil č. 3, Jihlavské vrchy. — Colloid compounds of humus and iron in horizon B₁, nicols II, 80X. Profile no. 3, Jihlavské vrchy

4. Částečně vybělené zrno křemene v horizontu A₂, nikoly II, 80X. Profil č. 3, Jihlavské vrchy. — Partially albified quartz grain in horizon A₂, nicols II, 80X. Profile no. 3, Jihlavské vrchy

izotická. Na minerálních zrnech se tvoří strupovité obaly a v některých pórech náteky (feriargillany). U některých náteků lze pozorovat slabý dvojlom (jíl). Póry jsou intergranulární.

MATEČNÍ HORNINA, JEJÍ VLIV NA CHARAKTER SKELETU A MIKROMORFOLOGICKOU STAVBU

V předložené práci jsou zkoumány vlastnosti sedmi profilů humuso-železitých podzolů na různých matečních horninách. Jako půdotvorný substrát je nejvíce zastoupena biotitická pararula (profily č. 1, 2, 6, 7), a proto je zde možno provést některá srovnání. Již ze základních rozborů je zřejmé, že v rámci jednoho typu mateční horniny lze pozorovat jisté rozdíly. Profily č. 1 a 2 obsahují malý podíl jílovité frakce a mají vyšší zastoupení písčité frakce, u profilu č. 6 a 7 je vyšší podíl jílovité frakce, která však dospodu ubývá a zvyšuje se zastoupení písčité frakce. Obecně je možno říci, že půdy vznikající na této mateční hornině mají převahu písčité frakce ve všech horizontech. Stejně je tomu i u zbývajících studovaných profilů na žule a fylitu.

Studované půdy jsou ve výbrusech více diferencovány, než se zdá při terénním popisu. Zvláště se zde podrobněji diferencují znaky a tvary minerálních zrn. Převládají ostrohranná písčítá zrna. Tato zrna vykazují různý stupeň zvětrávání, některá zvětrávají od kraje, jiná se drobí. Vzhledem k tomu, že tyto profily byly vždy odebírány na vrcholové plošině, nedocházelo k většímu transportu minerálních zrn. U některých úlomků minerálních zrn lze pozorovat, že jednotlivé části k sobě patřily.

U všech studovaných profilů dochází k rozdělení půdní hmoty na dva stavební prvky — skelet a plazmu. Prostory mezi zrny jsou dostatečně veliké a tedy rovnoměrně vodivé, mohou v nich tedy procházet různé sloučeniny. Tam, kde je stavební plazma dočasně peptizována v půdním roztoku a ukládá se po vysušení na povrchu minerálních zrn, vznikají obalové vrstvy (Hüllengefüge, Kubiena 1935), podle Brewera (1964) lze označit tento typ jako skelsepický. Obaly mohou být různě uloženy a zbarveny. Jsou-li tvořeny jílovitými částicemi, lze pozorovat i dvojlom. Velmi často jsou ovšem tyto povlaky překryty (maskovány) humusovými látkami, hlavně u horizontů B₁, a dvojlom tím mizí. Hydroxidy železa velmi často tvoří strupovité, různě uložené obaly. Velmi často se v horizontech B tvoří můstkovitá spojení mezi minerálními zrny a vzniká intertextická stavba. V eluviálních horizontech jsou zastoupeny hlavně stavby, které vznikly pokročilým rozpouštěním stavební plazmy a obsahují skelet většinou s úplně vybělenými písčitými zrny. Organických látek se zde zachovalo velmi málo.

PROBLEMÁTICA VÝSKYTU JÍLOVÝCH NÁTEKŮ V NĚKTERÝCH STUDOVANÝCH PROFILECH

Mikroskopické studium jednotlivých horizontů studovaných profilů nám umožňuje pozorovat přemísťování různě velkých částic a zároveň jejich ukládání v celém půdním profilu. Mezi tyto patří i jílovité částice.

Všechny studované profily můžeme označit jako půdy s dobrou drenáží vznikající v nehydromorfních podmínkách. Z toho vyplývá i cha-

rakteristická stavba všech profilů. Vlivem půdotvorných procesů se v půdní hmotě tvoří plazma, která se převážně skládá z jílových minerálů. Může vzniknout in situ — při zvětrávání minerálů na místě — nebo se koncentruje při přemísťování. Tato nahromadění jílové frakce mohou na stěnách vodivých pórů tvořit náteky, které se v mikromorfologické terminologii označují jako kutany. Skládají-li se tyto kutany výhradně z jílových minerálů, nazývají se argillany, jsou-li jílovité částice sloučeny se železem, označují se jako feriargillany.

Problematika a objasňování přemísťování jílových částic v půdách je již v pedologické literatuře dobře a podrobně zpracována. Problémem zůstává, jak chápat a zdůvodňovat přemísťování jílových částic a tvorbu obalů a náteků v podzolech a v některých horských půdách. Tuto problematiku řeší ve své práci M. Ciesarik [1981]. V této práci je věnována část i podzolovým půdám. Autor dochází k závěrům, že se jílové náteky vyskytují ve spodních částech horizontů B a v podložních dezintegrovaných substrátech.

U některých profilů, které jsou studovány v této práci, se náteky také objevují. Náteky jsou mnohdy dobře vyvinuty v pórech, zejména pak ve vodivých kanálcích a mezi hrubšími zrny skeletu. Mají žlutohnědou barvu, nejsou zvrstvené, jsou často roztrhané a jejich útržky jsou včleněny do základní hmoty.

Závěrem lze říci, že mikromorfologické znaky humusoželezitých podzolů v horských oblastech ČSR jsou podobné jako znaky, které popsal M. Ciesarik u horských půd podzolového typu v SSR, a to náteky (feriargillany) a povlaky. Vyskytují se v horizontech B₁ a B₂, tyto horizonty jsou hutnější a mají hnědé zbarvení. Podle mikromorfologických znaků lze náteky a povlaky označit jako produkty vznikající ze suspenze prosakujících vod. Souhlasím s M. Ciesarikem, že proces probíhal v pleistocénu.

ZÁVĚR

Na závěr je možno konstatovat, že výsledky mikromorfologických studií půd v horských oblastech ČSR potvrdily správnost klasifikačního zařazení studovaných profilů do skupiny podzolových půd, a to do typu humusoželezitý podzol.

Došlo dne 20. 10. 1983

Literatura

- BREWER, R.: Fabric and mineral analysis of soils. Ins. 1964, 470 s.
BREWER, R.: The basis of interpretation of soil micromorphological data. *Geoderma*, 8, 1972, s. 81-94
CIESARIK, M.: Mikromorfologická charakteristika pôdných typov Slovenska. KDP, VŠLD, Zvolen, 1971, 260 s.
CIESARIK, M.: Mikromorfologický výskum rendzín, podzolových a ilimerizovaných pôd. Záv. správa, LF VŠLD, Zvolen, 1975, 90 s.
CIESARIK, M.: Mineralogicko-mikromorfologický výskum základných pôdných jednotiek vybraných ŠPR na Slovensku. Záv. správa, LF VŠLD, Zvolen, 1980, 53 s.
CIESARIK, M.: Výskyt a interpretácia ílových nátekov v niektorých horských lesných pôdach. *Lesníctví*, 8, 1981, s. 741-750
JELÍNEK, Š.: Mikromorfologie humusoželezitých podzolů v oblasti Hrubého Jeseníku. Ref. na konf. mladých vědeckých pracovníků, Zvolen, 1980, s. 87-95

JELÍNEK, S.: Mikromorfologie humusoželezitých podzolů na vybraných lokalitách v ČSR. Záv. výzk. zpráva, LF VŠZ, Brno, 1980, 71 s.
 JELÍNEK, S.: Mikromorfologie humusoželezitých podzolů na vybraných lokalitách v lesních oblastech ČSR. KDP, LF VŠZ, Brno, 1982, 121 s.
 KLIMO, E.: K problematice současného průběhu podzolizačního procesu v lesních půdách. Habilitační práce, LF VŠZ, Brno, 1972, 186 s.
 NĚMEČEK, J. — SIROVÝ, V.: Mikromorfologický výzkum půdy. Studijní informace ÚVTI, Praha, 1969, 120 s.
 NOVÁK, P. — SIROVÝ, V.: Mikromorfologická charakteristika půd ČSR. Dílčí záv. zpráva, Praha, 1974
 SÁLY, R.: Pôda — základ lesnej produkcie. Príroda, Bratislava 1978, 235 s.
 PELÍSEK, J.: Lesnické půdoznalství. SZN Praha, 1964

ЕЛИНЕК, С. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Микроморфологические признаки гумусо-железистых подзолов в некоторых местностях в горных областях ЧСР. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 333-338.

В рамках научно-исследовательского задания обследовали 7 профилей гумусо-железистых областей ЧСР. Подробно были изучены, прежде всего, микроскопические признаки почв и их микроморфологическая характеристика. У всех обследуемых профилей наблюдается разделение почвенной массы на два строительных элемента — скелет и плазму. В элювиальных горизонтах представлены, главным образом, структуры, образовавшиеся в результате прогрессивного растворения строительной плазмы и содержат скелет, в большинстве случаев с полностью выбеленными песчаными зернами. Органических веществ здесь сохранилось очень мало. В илювиальных горизонтах образуются оболочные слои (Hüllengefüge, Kubiena 1935), по Brewer-u (1964) можно этот тип структуры назвать скельсепическим. У некоторых профилей установили, что в этих илювиальных горизонтах образуются очень малые илистые концентрации.

почвоведение лесное; почвенная микроморфология; горные почвы

JELÍNEK, S. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Micromorphological Traits of Humus-Iron Podzols at some Localities in the Mountainous Regions of the CSR*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 333-338.

Within a research project seven profiles of humus-iron podzols were studied in the mountainous regions of the CSR. Microscopic traits of soils were studied in great detail, with their micromorphological characteristics. In all profiles under study, the soil matter can be divided into two structural components — skeleton and plasma. In eluvial horizons there are mainly structures which originated by advanced disintegration of structural plasma and which contain the skeleton with totally albified sand grains. They contain only small amounts of organic matters. In illuvial horizons there originated clay layers (Hüllengefüge, Kubiena 1935), after Brewer (1964) this type of structure can be designated as skelsepic. It was found in some profiles that very small clay concentrations were formed in these illuvial horizons.

forest pedology; soil micromorphology; mountain soils

Adresa autora:

Ing. Stanislav Jelínek, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 613 00 Brno

PEDOMELIORAČNÁ FUNKCIA LESNÝCH DREVÍN A JEJ HODNOTENIE

E. Bublinec

BUBLINEC, E. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). *Pedomelioračná funkcia lesných drevín a jej hodnotenie*. Lesníctví, 30, 1984 (4) : 339-350.

V rámci výskumu pedomelioračnej účinnosti lesných drevín bola urobená ich kategorizácia do troch skupín (dreviny s veľkou, strednou a malou účinnosťou) podľa rýchlosti rozkladu opadu a pomeru C/N v ňom. Pre praktické upotrebenie výsledkov výskumu sme navrhli metódou výpočtu reálnych a potenciálnych hodnôt melioračnej funkcie pre hospodárskoprávnicke jednotky. Podľa veľkosti pedomelioračnej funkcie sme navrhli rozdeliť lesné porasty na tri skupiny: 1. Lesné porasty s veľkou pedomelioračnou funkciou (PMF), ktorých hodnota PMF je menšia ako 30. 2. Lesné porasty so strednou pedomelioračnou funkciou, ktorých PMF sa pohybuje v intervale 30—54. 3. Lesné porasty s malou pedomelioračnou funkciou, ktorých hodnota PMF je rovná alebo väčšia než 55. Pre overenie tohto metodického postupu sme posúdili pedomelioračnú účinnosť lesných porastov rozličného zloženia. Výsledky výpočtov sme doplnili niektorými laboratórnymi stanoveniami, ktoré potvrdili praktickú použiteľnosť navrhutej metódy výpočtu pre hospodárskoprávnicke jednotky, príp. pre jej mapové znázornenie.

meliorácie lesnícke; pedológia lesnícka; lesné dreviny; pedomelioračná funkcia

Pod funkciou lesa rozumieme v zmysle Zacharovej (1973, 1980) definície vzťah lesa k iným ekosystémom, vrátane pôdy. Pod pedomelioračnou funkciou sa potom rozumie vzťah lesa k zlepšovaniu pôdnych vlastností. Podľa klasifikácie funkcií lesa, ktorú zostavil Zachar (1973), patrí pedomelioračná funkcia lesa k edafickým (pôdnym) funkciám. V našom príspevku sme pre zjednodušenie a pre lepšie možnosti praktického využitia a výpočtov uvažovali s pedomelioračnou funkciou lesných drevín, ktorú však možno stotožniť s pedomelioračnou funkciou lesa. Vychádzame pritom z poznatku, že lesné dreviny sú základným edifikátorom, ktorý zásadne ovplyvňuje aj ostatné zložky lesného ekosystému a zúčastňuje sa tak viac ako 90% podielom na kolo-behu látok a energie.

Z hľadiska edafických funkcií stojí najbližšie k pedomelioračnej funkcii pôdotvorná (pedogenetická) funkcia. Pri nej sa však hodnotí predovšetkým vplyv lesa na zvyšovanie hĺbky pôdy, na zvetrávanie substrátu a na tvorbu pôdneho plášťa. Pri pedomelioračnej funkcii sme hodnotili vplyv lesa na kvalitu pôdy, a to predovšetkým na kvalitu humusu (obsah uhlíka, dusíka, pH, forma a kvalita humusu atď.). Na základe pôdnych rozborov možno totiž usudzovať tak o vzťahoch medzi tvorbou pôdy a lesným porastom, a na základe toho odvodiť závery slúžiace pre využitie lesa na tvorbu pôdy, ako aj o potrebe zlepšenia jej vlastností. Poznatky o vplyve lesa na melioráciu pôdy možno využiť pri zvyšovaní produkčnej schopnosti lesa a pri zlepšovaní rastového prostredia. Aj keď medzi týmito čiastkovými funkciami lesa (pedoge-

netickou a pedomelioračnou] neexistuje ostrá hranica, predsa je rozdiel v čase a spôsobe využívania edafického funkčného potenciálu leša. V prvom prípade ide o erodované pôdy, haldy, obnažené podlažia, surové substráty a mladé pôdy, v druhom ide o melioráciu degradovaných pôd s narušeným vodným, vzdušným, chemickým a biotickým režimom, t. j. o pôdy so zníženou úrodnosťou.

PRINCÍP HODNOTENIA PEDOMELIORAČNEJ FUNKCIE LESNÝCH DREVÍN

Spôsob riešenia problému vychádzal zo skutočnosti, že úrodnosť pôdy môže lesný hospodár usmerňovať predovšetkým vhodnou drevinovou skladbou lesných porastov. Keďže rozličné dreviny majú rozdielne zloženie opadu, môže lesník ovplyvňovať predovšetkým tvorbu, kvalitu a množstvo humusu, a tak využívať vysokú pedomelioračnú funkciu niektorých lesných drevín pre zvýšenie produkčného potenciálu lesných pôd. Pritom treba podčiarknuť najmä to, že humus je hlavným zdrojom dusíka, t. j. živiny, ktorá najviac vplýva na produkciu dendromasy. Určenie potrebného pomeru melioračnej prímеси a hospodárskych drevín podľa Ing. J. Lhotského, DrSc., s ohľadom na podmienku, aby bola zaistená biologická účinnosť pri rešpektovaní ekonomických požiadaviek, nie je doteraz doriešené (L h o t s k ý, L ö f f l e r 1975). V našich podmienkach za najväčšiu aproximáciu ku skutočnosti možno považovať zastúpenie drevín, ktoré vychádza z typologického prieskumu lesov, vyhotoveného Lesoprojektom. To nám slúži pre výpočet potenciálnych hodnôt pedomelioračnej funkcie (PMF_p) pre hospodárskoupravnícke jednotky, pričom reálne hodnoty funkcie (PMF_r) možno vypočítať z ich skutočného zastúpenia. Výpočet vykonáme podľa vzorca:

$$PMF_r (PMF_p) = \frac{K_1 \cdot Z_1 + K_2 \cdot Z_2 + \dots K_n \cdot Z_n}{100}$$

- kde PMF_r (PMF_p) — pedomelioračná funkcia reálna (r) alebo potenciálna (p) pre danú hospodárskoupravnícku jednotku (napr. dielec);
 $K_1, K_2, \dots, K_n$ — pedomelioračné koeficienty skutočne zastúpených (PMF_r) alebo navrhovaných (PMF_p) drevín v hospodárskoupravníckej jednotke;
 $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ — skutočné alebo navrhované zastúpenie drevín v percentách v danej hospodárskoupravníckej jednotke.

Pri stanovení pedomelioračných koeficientov K drevín sme vychádzali z Wittichových (1952, 1961) výskumov, ktorý pri pozorovaní rozkladu opadu rozličných drevín v rovnakých stanovištných podmienkach zistil, že rýchlosť rozkladu závisela od obsahu dusíka, presnejšie od pomeru C/N v pôvodnom materiáli. Čím je tento pomer väčší, tým je jeho rozklad pomalší a opačne. Tieto poznatky možno využiť pre kvalifikáciu našich drevín podľa pedomelioračnej funkcie. Vychádzame pritom z pomeru C/N, ktorý udáva Wittich v už citovaných prácach čiastočne korigovaný Höhneho (1963) a našimi poznatkami. Podľa nich môžeme rozdeliť naše dreviny do troch skupín a prisúdiť im tieto koeficienty pedomelioračného účinku K (čím vyššie, tým je pedomelioračný účinok horší):

a) Dreviny s veľkou účinnosťou: agát ($K = 15$, pri zastúpení v poraste 50 % a viac násobiť 4), jelša lepkavá (15), jelša šedá (19), ja-

seň [21], topol [24], bresty [26], lieska [28], hrab [29, pri zastúpení 40 % a viac násobiť 1,5]. Do tejto skupiny sme zaradili dreviny, ktorých opad sa rozloží do dvoch rokov. Pri agáte, ktorý má toxický vplyv na pôdu, a pri hrabe, ktorý prirodzene inklinuje k tvorbe rovnorodejších porastov, treba zaviesť opravu koeficientu K.

b) Dreviny so strednou účinnosťou: lipa [31], vrbá [37], dub [42], javor horský [44], breza [46], buk [51], dub červený [53], javor mliečny [54], jarabina vtáčia [54], osika [59]. Opad drevín z tejto skupiny sa spravidla rozloží za 2—3 roky.

c) Dreviny s malou účinnosťou: jedľa [43, resp. 50 pri zastúpení listnáčov pod 25 %], smrek [50, resp. 60 pri zastúpení listnáčov pod 25 %], borovica [62], smrekovec [65, resp. 77 pri zastúpení listnáčov pod 25 %]. Zatriedili sme sem ihličnaté dreviny s rozkladom opadu nad tri roky. Ak sa ihličnany pestujú vo forme opakovanej monokultúry, treba opraviť pedomelioračný koeficient počnúc II. generáciou vždy o 10 % ($K \times 1,1$ atď.).

Podľa veľkosti reálnej alebo potenciálnej pedomelioračnej funkcie môžeme rozdeliť lesné porasty na tri skupiny:

1. Lesné porasty s vysokou pedomelioračnou funkciou, ktorých hodnota PMF je menšia ako 29.

2. Lesné porasty so strednou pedomelioračnou funkciou, ktorých PMF sa pohybuje v intervale 30—54. Táto sa môže rozčleniť na dve podskupiny, a to: 2a) (stredne veľká) s PMF v rozmedzí 30—42; 2b) (stredne malá) s PMF = 43 — 54.

3. Lesné porasty s malou pedomelioračnou funkciou, ktorých hodnota PMF je väčšia ako 55.

Rozdiel medzi pedomelioračnou funkciou potenciálnou a reálnou môže mať buď kladné, poprípade záporné znamienko, alebo môže byť rovný nule. Označíme si ho ako stupeň naliehavosti (SN):

$$SN = PMF_p - PMF_r \leq 0.$$

Pri kladnej hodnote tohto rozdielu je súčasné plnenie pedomelioračnej funkcie lesným porastom tak priaznivé, že je lepšie ako u cieľového drevinového zloženia navrhnutého z princípov lesníckej typológie. Možnosť integrácie s ostatnými funkciami včítane produkčnej je veľmi priaznivá.

Pri nulovej hodnote (prakticky do ± 1) sú si obe podomelioračné funkcie (reálna a potenciálna) rovné. Integráciu s inými funkciami (podobne ako pri zápornej hodnote SN) odporúčame robiť hlavne voľbou drevín, ktoré majú približne rovnaký alebo priaznivejší pedomelioračný koeficient.

Pri zápornej hodnote uvedeného rozdielu je súčasné plnenie pedomelioračnej funkcie lesným porastom nedostatočné, a tým horšie, čím je hodnota rozdielu (= SN) väčšia (čím je väčšie záporné číslo, tým horšie plní súčasný porast pedomelioračnú funkciu).

Pre praktické použitie navrhujeme absolútne hodnoty rozdielov medzi pedomelioračnou funkciou potenciálnou a reálnou rozdeliť do troch stupňov naliehavosti:

I. Ak je absolútna hodnota rozdielu menšia ako 5 (prakticky 1—5), je stupeň možnosti integrácie, resp. naliehavosti posilnenia pedomelioračnej funkcie malý.

II. Stredný stupeň je pri absolútnej hodnote rozdielu 5—10.

III. Vysoký stupeň možnosti integrácie, resp. naliehavosti, meliorácie je vtedy, ak absolútna hodnota rozdielu je väčšia ako 10.

Pre lepšie vysvetlenie teoretickej časti uvedieme v ďalších častiach niektoré konkrétne príklady výpočtov. Vychádzame pritom z terénnych modelových objektov pre výskum pedomelioračnej funkcie lesných drevín, na ktorých sa prakticky overovala navrhnutá klasifikácia terénnym i laboratórnym výskumom. Objekty sme vybrali z oblasti Malých Karpát, Záhoria a Chočských vrchov. Modelové objekty sme pritom vyberali tak, aby reprezentovali najrozšírenejšie a najtypickejšie súbory podľa Vyhl. 14/78. Výsledky výpočtov uvádzame zaokrúhlene na celé čísla.

VÝSLEDKY VÝSKUMU NA CHUDOBNÝCH PÔDOTVORNÝCH SUBSTRÁTOCH

Niektoré výsledky terénneho a laboratórneho výskumu

Výskum sme vykonali v skupinách lesných typov *Pineto-Quercetum*, *Quercetum* a degradované *Carpineto-Quercetum*. Podľa Vyhl. MLVH SSR č. 14/78 o kategorizácii lesov, spôsoboch hospodárenia a hospodárskej úprave lesov reprezentujú pokusné plochy súbor č. 13 a 23, t. j. borovicové hospodárstvo prirodzených borovicových stanovišť a borovicové alebo dubové hospodárstvo kyslých stanovišť ako cieľové hospodárstvo (príloha Vyhl. 14/78).

Pre výskum oboch hlavných hospodárskych drevín v uvedených hospodárskych súboroch sme založili ekosériu, ktorej prvý článok tvorila dospievajúca dubina, prirodzeného rázu s prímесou hraba.

Ďalší porast bol tvorený umelo vysadeným rovnovekým zmiešaným porastom borovice (70—80 %) a duba (20—30 %) vo forme dreviny, zlepšujúcej pôdu. Tretí článok ekosérie tvorila výsadba borovice v prvej generácii a vo veku 110 rokov, v ktorej sa zachovala pôvodná synúsia porastu. Posledný článok ekosérie tvorila typická monokultúra borovice v tretej generácii. Z rozsiahlejšieho výskumu uvádzame nasledujúce výsledky (tabuľka I).

Z uvedeného je zrejmé, že na chudobných materských pôdotvorných substrátoch je dub dôležitá drevina zlepšujúca pôdu. Znižovanie jej zastúpenia znižuje obsah dusíka — najdôležitejšej živiny pre produkciu dreva. Zhoršujú sa aj ostatné pôdne charakteristiky, ako je zásoba humusu a jeho kvalita, pomer C/N, pH atď. Ak by sme na takýchto stanovištiach za cieľové hospodárstvo považovali opakované monokultúry borovice (hospodársky súbor č. 13) bez príslušného zastúpenia pôдозlepšujúcich drevín alebo hnojenia, straty v bioprodukčnom potenciáli pôdy pri prepočte na 1 ha v prvej generácii borovice len z titulu zníženia zásob dusíka v minerálnej pôde možno vyčíslit sumou 10 640 Kčs. Do tejto kalkulácie by bolo treba zahrnúť ešte aspoň štratu na humuse (organické hnojenie) a potrebu vápenia v dôsledku okyslenia pôdy. Je samozrejmé, že k uvedenému prívodu energie v hnojivách a v organickej hmote je treba ešte prirátat náklady na hnojenie. Podobný obraz by sme dostali aj v hospodárskom súbore č. 23, kde je alternatívnym cieľom borovicové alebo dubové hospodárstvo kyslých stanovišť. Z našich výsledkov výskumu sa ukázalo, že 20—30% zastúpenie duba, ktoré sa zvyčajne považuje za dostačujúce pre zamedzenie degradácie, je na chudobných materských substrátoch nedostatočné

I. Pôdne vlastnosti ekosérie na chudobnom substráte. — Soil properties of an ecoseries on poor substrate

Ukazovateľ	Dubina	Zmiešaný porast db + hb	Borovica I. generácie	Borovica III. generácie
Celkový dusík v t/ha do 30 cm	3,8	2,0	1,7	1,3
Celkový uhlík v t/ha do 30 cm	46,1	39,7	42,0	26,4
C/N do hĺbky 10 cm	16	23	29	29
C/N do hĺbky 30 cm	12	20	20	21
Humus v t/ha do 30 cm	79,5	68,5	72,5	45,4
Forma pokryvného humusu:	mullový moder	typický moder	surový moder	surový humus
pH v KCl do hĺbky 5 cm	5,04	4,74	4,69	3,28

II. Výpočet PMF_r pre porasty ekosérie na chudobných substrátoch. — Calculation of SCF_r for the stands of an ecoseries on poor substrates

Ukazovateľ	Dubina	Zmiešaný porast	Borovica I. generácie	Borovica III. generácie
Zastúpenie drevnín v %	db 100	bo 70, db 25	bo 95, db 5	bo 100
PMF_r	$\frac{42 \cdot 100}{100} = 42$	$\frac{62 \cdot 75 + 42 \cdot 25}{100} = 57$	$\frac{62 \cdot 95 + 42 \cdot 5}{100} = 60$	$\frac{62 \cdot 1,2 \cdot 100}{100} = 74$
$PMF_p - PMF_r$	$54 - 42 = 12$	$54 - 57 = -3$	$54 - 60 = -6$	$54 - 74 = -20$
Stupeň naliehavosti	žiadny	malý	stredný	vysoký

a treba ho zvýšiť z hľadiska pedofunkčnej účinnosti na maximálnu mieru, minimálne na 50 %.

VÝPOČET REÁLNYCH A POTENCIÁLNYCH HODNÔT PEDOFUNKČNEJ ÚČINNOSTI

Koeficienty pedomelioračného účinku K zastúpených drevín: db = 42, bo = 62 (pre tretiu generáciu + 20 %). PMFp pre cieľové zastúpenie drevín bo 60 %, db 40 % je:

$$\frac{62 \cdot 60 + 42 \cdot 40}{100} = 54 \text{ (pre všetky lesné porasty modelového objektu).}$$

Výpočet PMFr pre jednotlivé porasty je v tabuľke II. Výsledky uvádzame zaokrúhlene na celé čísla. Dubový porast na chudobnom substráte má stredne veľkú skutočnú pedomelioračnú funkciu, pretože podľa navrhnutého kritéria je jeho PMFr v rozmedzí 30–42 (2a). Potenciálna pedofunkcia pre cieľové zastúpenie drevín je nižšia (= 54, t. j. stredne malá — 2b), ale v žiadnom prípade nevybočí zo stredných hodnôt. Plnenie pedomelioračnej funkcie vzhľadom na navrhované zastúpenie drevín je teda veľmi priaznivé a netreba ho posilniť. Takýto porast má všestrannú stabilitu, takže sú vytvorené aj priaznivé možnosti integrácie (absolútna hodnota rozdielu PMFp — PMFr je väčšia ako 10) s inými vŕstovými funkciami.

Zmiešaný borovicový porast so zastúpením duba 20–30 % patrí síce do kategórie porastov s malým pedofunkčným účinkom, avšak jeho PMFr (= 57) je už na dolnej hranici tejto skupiny (= 55). Preto aj naliehavosť posilnenia pedomelioračnej funkcie je malá (absolútna hodnota rozdielu je 3, teda menšia ako 5). Na rozdiel od borovicového porastu v prvej generácii, ktorého pedofunkcia je taktiež malá, ale stupeň naliehavosti jej posilnenia je už stredný.

Pre borovicovú monokultúru v tretej generácii sme vypočítali PMFr = 74. Skladá sa z jeho základnej hodnoty (= 62), zväčšenej o 20 % (= 12,4), pretože borovica sa tu pestuje v tretej opakovanej monokultúre. Takýto porast plní pedofunkciu slabou a z výpočtov sa ukázala vysoká potreba jej posilnenia.

K tomuto komentáru je ešte potrebné dodať, že uvedené výpočty veľmi dobre korelujú s experimentálnymi výsledkami, ktoré sme získali priamo výskumom v teréne a laboratórnymi analýzami, a ktoré sme stručne uviedli v tabuľke I. Vzájomné overenie výsledkov včítane poznatku, že často udávané 20–30% zastúpenie duba ako dreviny zlepšujúcej pôdu je nedostatočné, potvrdzuje správnosť použitých postupov a kritérií. Výskum sme pritom vykonali v typickej borovicovej oblasti Slovenska, na území Záhorskej nížiny, na chudobných pôdach tvorených viatymi kremennými pieskmi.

VÝSLEDKY VÝSKUMU NA BOHATÝCH PÔDOTVORNÝCH SUBSTRÁTOCH

NIEKTORÉ VÝSLEDKY TERÉNNÉHO A LABORATÓRNEHO VÝSKUMU

Výskum sme vykonali v skupine lesných typov *Abieto-Fagetum*, v podmienkach, kde sa podľa príslušnej Vyhl. MLVH SSR č. 14/78 po-

III. Pôdne vlastnosti ekosérie na bohatom substráte. — Soil properties of an ecoseries on rich substrate

Ukazovateľ			Bučina	Zmiešaný porast	Jedľosmrečina	Smrečina	
Pokryvný humus	Hmotnosť		t na ha	23,4	30,1	36,8	31,9
	Celkový dusík			0,154	0,283	0,301	0,329
	C/N			39	36	35	34
	pH v KCl			4,74	3,93	3,98	3,96
Minerálna pôda	Celkový dusík		t na ha do 30 cm	7,9	6,9	8,4	8,3
	Celkový uhlík			115,4	106,7	100,9	107,3
	Humus			199	184	174	185
	C/N	do hĺbky 10 cm	16	18	15	18	
		do hĺbky 30 cm	15	15	12	13	
	Hrúbka horizontu A v cm		11,5	11,7	10,9	10,5	
	pH v KCl v hĺbke 3 – 8 cm		5,14	4,60	4,65	4,41	
	CaCO ₃ v %	v hĺbke 3 – 8 cm	0,13	0,00	0,01	0,00	
		v hĺbke 20 – 25 cm	2,22	0,40	0,54	0,87	

IV. Výpočet PMF_r pre porasty ekosérie na bohatých substrátoch. — Calculation of SCF_r for the stands of an ecoseries on rich substrates

Ukazovateľ	Bučina	Zmiešaný porast	Jedlosmrečina	Smrečina
Zastúpenie drevín v %	bk 87,5, jvh 7,5	sm 30, bk 25, smc 25, bo 20	sm 50, jd 45, bk 5	sm 100
PMF _r	$\frac{51.87,5 + 44.7,5 + 50.5}{100} = 50$	$\frac{50.30 + 51.25 + 65.25 + 62.20}{100} = 56$	$\frac{60.50 + 50.45 + 51.5}{100} = 55$	$\frac{60.100}{100} = 100$
PMF _p – PMF _r	54 – 50 = 4	54 – 56 = –2	54 – 55 = –1	54 – 60 = –6
Stupeň nalieh.	žiadny	malý	malý	stredný

číta s cieľovým smrekovým hospodárstvom na živných stanovištiach vyšších polôh (hospodársky súbor č. 55). S určitou toleranciou možno získané poznatky považovať za blízke aj hospodárskemu súboru č. 45 s cieľovým smrekovým alebo bukovým hospodárstvom živných stanovišť stredných polôh.

Účelom výskumu bolo preveriť pôdozlepšujúci účinok buka a zároveň posúdiť vplyv monokultúry smreka, ďalej smreka a jedle a vzorového zmiešaného porastu zo smreka, borovice, buka, smrekovca a jedle na pôdu. Z tohto aspektu sme volili aj modelový objekt, na ktorom boli stanovištné, ale najmä pôdne pomery rovnaké. Premenu tvorilo len drevinové zloženie, ktoré bolo v listnatom bukovom poraste prirodzeného rázu takéto: bk 80—90 %, jvh 5—10 %, sm 0—10 % a jd +, v jedľovo-smrekovom poraste bolo zastúpenie: sm 40—60 %, jd 40 až 50 %, bk — 5 až 10 % smc +, v zmiešanom poraste dosahoval sm 20 až 30 %, smc 20—25 %, bk 20 %, jd + a v smrekovej monokultúre mal sm zastúpenie 100 %, jd +.

Prehľad niektorých výsledkov rozborov uvádzame v tabuľke III.

Z týchto výsledkov je evidentné, že na bohatých substrátoch (na rozdiel od chudobných) vôbec nemožno hovoriť o preukaznom zhoršovaní pôdných vlastností pod ihličnatými, zmiešanými (smrek + jedľa) alebo rovnorodými porastmi vo forme monokultúr. Listnatý bukový porast v našom objekte nevykazuje jednoznačne priaznivý pedomelioračný účinok. Aj tie vlastnosti pôdy, pri ktorých sme očakávali najväčšie zhoršenie (obsah dusíka a iné), tu neuvádzaných obsahov pre dreviny prístupných živín, sú pod ihličnatými porastmi nezmenšené, alebo dokonca väčšie. Pod bukom sme zistili o niečo viac humusu, vyššie pH, 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 šesťdesiatich mikrobiálnych, tu neinterpretovaných pôdných vlastnostiach, ktoré sme na tomto modelovom objekte sledovali (Bublinec 1978, Školek, Bublinec 1981). Skôr tu možno hovoriť o alterácii, ktorá má rozličný smer. Najväčšiu zmenu sme zaznamenali predovšetkým v suchej hmotnosti nadložného humusu, ktorého je v ihličnatých porastoch preukazne viac. Avšak jeho vlastnosti sa podstatnejšie nezmenili. Zistené zmeny, ale predovšetkým ich výraznosť, sú ohraničené na nadložný humus a na povrchové vrstvy pôdy, v našom prípade prakticky na humusový horizont (do hĺbky cca 10 cm) a nezasiahli horizont (B). Jednoznačne vyššie pH pod bučinou súvisí s vyšším obsahom CaCO_3 v pôdotvornom substráte. Je teda zrejmé, že porasty rozličného zloženia vplývajú na ekologické a produkčné vlastnosti pôdy diferencovane. Menia ich v rozličnom smere a upravujú si prostredie tak, aby im čo najlepšie vyhovovalo. Z našich výsledkov výskumu sa tiež nepotvrdil názor o rýchlom zhoršovaní vlastností pôdy pod ihličnanmi na bohatších substrátoch, ktorý sa v odbornej literatúre občas objavuje.

VÝPOČET REÁLNYCH A POTENCIÁLNYCH HODNÔT PEDOFUNKČNEJ ÚČINNOSTI

Pre vzorové porasty z Chočských vrchov sú koeficienty pedomelioračnej účinnosti K zastúpených drevín tieto: jvh = 44, bk = 51, jd = 50 (pri zastúpení listnáčov 25 % a menej, sm = 50) pri zastúpení

listnáčov 25 a menej = 6, bo = 62, smc = 65 (pri zastúpení ihličnanov do 75 %).

PMF_p pre cieľové zastúpenie drevín sm 50 %, bk 30 %, jd 20 %, je:

$$\frac{60.50 + 51.30 + 43.20}{100} = 54 \text{ pre všetky lesné porasty modelového objektu}.$$

Výpočet PMF_r pre jednotlivé porasty je uvedený v tabuľke IV. Výpočty sú v súlade s terénnymi a laboratórnymi výsledkami výskumu na experimentálnom objekte, ktoré sme uviedli v tabuľke III.

VÝSLEDKY VÝSKUMU PEDOMELIORAČNEJ FUNKCIE LESNÝCH PORASTOV NAŠICH NAJDÔLEŽITEJŠÍCH LISTNATÝCH DREVÍN

NIEKTORÉ VÝSLEDKY TERÉNNÉHO A LABORATÓRNEHO VÝSKUMU

Hrab, dub a buk možno považovať za naše najdôležitejšie porastotvorné listnaté dreviny. Pre otestovanie ich pedofunkčného účinku sme založili bioekosériu (sprievodné plochy) s dobre porovnateľnými, t. j. konštantnými stanovištnými parametrami (rovnaká expozícia, sklon, nadmorská výška, skupina lesných typov, lesný a pôdny typ). Premennú tvorí len drevinové zloženie, ktoré je v jednotlivých porastoch takéto: hrabina s malým zastúpením duba (do 5 %), hrabová dubina (hb 50 %, db 50 %, bk +), zmiešaná dubina (db 70 %, bk 20 %, hb 10 %), buková dubina (db 50 %, bk 45 %, hb 5 %, 1p +), bučina (bk 100 %, db +).

Prvé štyri plochy ležia v bezprostrednom susedstve, takže majú zhodné klimatické činitele. Aj vek porastov je rovnaký. Plocha 5 je vo väčšej vzdialenosti a svojimi vlastnosťami (expozícia, sklon, nadmorská výška, vek porastu) sa čiastočne líši od predchádzajúcich štyroch plôch. Skupina lesných typov, lesný typ a pôdny subtyp sú však zhodné. Svojím rázom reprezentujú hospodársky súbor 35, v ktorom sa za cieľové považuje bukové hospodárstvo (s dubom) na živných stanovištiach (Vyhl. 14/78). Vzhľadom na rovnaké stanovištné činitele môžeme očakávať, že rozdiely v pedomelioračnom účinku a v kolobehu živín môžeme najmä v prvých štyroch ekosystémoch pripísať odlišnému zastúpeniu drevín.

Pre úplnosť možno ešte uviesť, že vzorky pôdy sme odobrali z hĺbky 3–8 cm a z povrchového humusu (A₀), na každej ploche vždy v 5 opakovaniach. Vzorky odobrali v priebehu vegetačného obdobia trikrát (jar, leto, jeseň). Celkom sme z každej plochy odobrali 45 vzoriek, t. j. celkom 225 vzoriek. Sledovali sme 19, prevažne ľahko ovplyvniteľných vlastností. Niektoré výsledky uvedené v tabuľke V reprezentujú vždy priemer z 15 meraní.

Z uvedených výsledkov vyplýva, že rozdiely v pedomelioračnom účinku sledovaných zmiešaných listnatých porastov (dub, hrab a buk) sú malé a nevýznamné. Aby sme bližšie posúdili prípadné skryté tendencie a tak určili eventuálne najoptimálnejšiu zmes drevín z hľadiska ich vplyvu na pôdu, oklasifikovali sme všetky sledované ekologicko-produkčné vlastnosti pôdy dvoma známkami, a to tak, že stavu „nezlepšenému“ pripíšeme hodnotu 1, „zlepšenému“ hodnotu 2. Z takto oklasifi-

V. Pôdne vlastnosti ekosérie z listnatých drevín. — Soil properties of an ecoseries from broadleaved tree species

Ukazovateľ			Hrabina	Hrabová dubina	Zmiešaná dubina	Buková dubina	Bučina
Pokryvný humus	Hmotnosť	t na ha	12,4	16,8	13,8	14,2	18,1
	Celkový dusík		0,095	0,128	0,107	0,109	0,202
	Obsah dusíka	%	0,944	0,920	1,002	0,84	1,116
Minerálna pôda	C/N		44	44	43	43	30
	Celkový dusík	t na ha	4,3	4,3	4,4	5,0	8,7
	Celkový uhlík	do 30 cm	40,8	40,3	49,0	48,2	87,6
	C/N	do hĺbky 10 cm	10	10	12	10	10
		do hĺbky 30 cm	9	9	11	10	10
	pH v KCl v hĺbke 3–8 cm		4,2	4,2	4,1	4,3	3,9

VI. Výpočet PMF_r pre porasty ekosérie z listnatých drevín. — Calculation of SCF_r for the stands of an ecoseries from broad-leaved tree species

Ukazovateľ	Hrabina	Hrabová dúbava	Zmiešaná dubina	Buková dubina
Zastúpenie drevín v %	hb 95, db 5	hb 50, db 50	db 70, bk 20, hb 10	db 50, bk 45, hb 5
PMF_r	$\frac{39.95.1,5 + 42,5}{100} = 44$	$\frac{50.39.1,5 + 42.50}{100} = 43$	$\frac{42.70 + 51.20 + 39.10}{100} = 42$	$\frac{42.50 + 51.45 + 39.5}{100} = 45$
$PMF_p - PMF_r$	$42 - 44 = 2$	$42 - 43 = -1$	$42 - 42 = 0$	$42 - 45 = -3$
Stupeň nalieh.	malý	malý	žiadny	malý

kovaných laboratórnych výsledkov analýz vzoriek sa ukázalo, že z pedofunkčného hľadiska relatívne najhorší je v daných podmienkach ekosystém zmiešanej (súčiniteľ vplyvu 23,0) a bukovej dubiny (súčiniteľ 22,5). Pedofunkcie lepšie plní hrabina (súčiniteľ 24,5), ale najmä hrabová dubina (súčiniteľ 26,5), so zastúpením drevín hb 50 %, db 50 %, a bk +. Najlepšiu situáciu sme síce zistili v bučine (súčiniteľ 27,5), ale keďže v tomto prípade nie sú zachované základné podmienky dobrej porovnateľnosti plôch, nemôžeme posúdiť, do akej miery sa na tom podieľajú odlišné stanovištné činitele a do akej miery 100% zastúpenie buka. Aj po oklasifikovaní výsledkov laboratórnych analýz sa teda ukazuje, že rozdiely medzi plochami (najmä 1—4) sú malé. Sledovali sme až 19 vlastností pôdy, a aj pri takomto veľkom počte ukazovateľov sa rozdiely medzi porastmi vo vplyve na pôdu v dobre porovnateľných podmienkach zvýraznili len slabo. Z výskumu vyplynulo, že nie všetky vlastnosti pôdy sú súčasne na tej istej ploche „zlepšené“, príp. „nezlepšené“. Okrem toho nie všetky analyticky sledované charakteristiky majú pre produkciu organickej hmoty rovnaký význam. Z tohto hľadiska najvyššiu váhu pripisujem obsahu humusu, celkovému obsahu dusíka, príp. jeho ekologickej kvalite (pomer C/N). Z melioračného hľadiska, ako aj z hľadiska kolobehu bioprvkov, látok a energie v lesnom ekosystéme je dôležitá aj hmotnosť priaznivej formy povrchového humusu. V tejto súvislosti je potrebné podčiarknuť, že typy zmiešaných porastov, ktoré sa ukazujú ako pomerne najhoršie (zmiešaná a buková dubina), nemajú nižší obsah dusíka oproti pôdam na ploche 1 a 2 (hrabina a hrabová dubina) a dokonca majú mierne zvýšený obsah humusu.

Dôležité zistenie, že naše hlavné porastotvorné listnaté dreviny vykazujú len malé rozdiely vo svojom účinku na pôdu, dáva lesnému hospodárovi pomerne rozsiahle možnosti pri voľbe drevinového zloženia lesných porastov 1. až 4. vegetačného stupňa podľa rozličných hľadísk a požiadaviek (nutnosť posilniť niektorú funkciu, potreba a dopyt po niektorej zo sledovaných drevín atď.). Veľmi výhodne možno teda v týchto vegetačných lesných stupňoch sólové funkcie integrovať a využívať výhody funkčne integrovaného hospodárenia. Zo získaných výsledkov vyplýva, že z troch sledovaných drevín má najpriaznivejší vplyv na rozklad opadu hrab, relatívne najnepriaznivejší buk. Dub má stredné postavenie. Je možné, že nezlepšené pôdne pomery pod porastovými zmesami na ploche 3 a 4 (ekosystém zmiešanej dubiny a bukovej dubiny) sú v porovnaní s hrabinou a hrabovou dubinou (plocha 1 a 2) spôsobené nízkym zastúpením hraba (do 10 %) a prítomnosťou buka (20—45 %). Exaktné zastúpenie hraba sa z našich výsledkov síce nedá presne stanoviť, avšak analogicky ju možno určiť cca na 30 %, pretože pri tomto zastúpení sa už začína prejavovať vplyv dreviny na kvalitu pokryvného humusu, kolobeh živín, a tým v konečnom dôsledku pri dlhodobejšom účinku aj na tvorbu a vývoj pôdy.

VÝPOČET REÁLNYCH A POTENCIÁLNYCH HODNÔT PEDOMELIORAČNEJ ÚČINNOSTI

Na výskumnom objekte v Malých Karpatoch sú pedomelioračné koeficienty K zastúpených drevín takéto: hb = 39 (pri zastúpení 50 %

a viac X 1,5), db = 42, bk = 51. PMFp pre cieľové zastúpenie drevín db 50 %, bk 30 %, hb 20 % je:

$$\frac{42.50 + 51.30 + 29.20}{100} = 42$$

Výpočet PMFr pre jednotlivé porasty je uvedený v tabuľke VI.

Ak na záver porovnáme vypočítané hodnoty pedomelioračnej funkcie s výsledkami jej výskumu na modelovom objekte môžeme konštatovať, že experimentálne výsledky potvrdzujú výpočty, ktoré sú s nimi v dobrom súlade. Rozdiely medzi plochami sú malé a jednotlivé porasty pri vhodnom zmiešaní drevín majú približne rovnaký pedomelioračný účinok. Výsledky, ktoré sme tu interpretovali, sme získali v orografickom celku Malých Karpát, ktorý je typický rozšírením našich najdôležitejších listnatých drevín.

Došlo dne 24. 5. 1982

Literatúra

- BUBLINEC, E.: Vplyv smreka na pôdu v zóne jedľobučín. Lesnictví, 24 (LI), 1978, č. 2, s. 119-136
- BUBLINEC, E.: Pedomelioračná funkcia lesných drevín a odvodenie zásad hospodárenia za účelom uplatnenia tejto funkcie. ZS, VÚLH Zvolen, 1979, 38 s.
- HÖHNE, H.: Untersuchung über die Pufferkraft und das C/N — Verhältnis der Streu von Waldbodenpflanzen, Sträuchern und Bäumen. Archiv f. Forstwesen, 128, 1963, s. 842-864
- LHOTSKÝ, J. — LÖFFLER, A.: Meliorace podzolových půd. In: Kolektív Pôdny fond ČSSR. Academia-Veda, 1975, 477 s.
- ŠKOLEK, J. — BUBLINEC, E.: Pôdno-mikrobiologické aspekty smrekového, zmiešaného a bukového ekosystému. Lesnictví, 27, 1981, č. 4, s. 371-382
- WITTICH, W.: Der heutige Stand unseres Wissens vom Humus und neue Wege zur Lösung des Humusproblemes im Walde. Sauerländer, Verlag, Frankfurt, 1952, 106 s.
- WITTICH, W.: Der Einfluß der Baumart auf den Bodenzustand. Allg. Forstszchr., 16, 2, 1961, s. 41-45
- ZACHAR, D.: Kritériá pre posúdenie užitočných funkcií lesov. ZS, VÚLH Zvolen, 1973, 184 s.
- ZACHAR, D. a kol.: Výskum funkcií lesa. ZS, VÚLH Zvolen, 1980, 122 s.

BUBLINEC, E. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). *Soil-Conserving Function of Forest Tree Species and its Evaluation*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 339-350.

Research was conducted on the soil-conserving effects of forest tree species to categorize them according to the breakdown rate of needle and leaf cast and C/N ratio in the cast into three groups (woody plants with high, medium and low effects). To apply the results of research to practice, a method was proposed of calculating the real and potential values of the improvement function for forest management units. It has been proposed to divide forest stands into three groups according to the soil-conserving function: 1) Forest stands with great soil-conserving function (SCF), the SCF value of which is lower than 30; 2) Forest stands with medium soil-conserving function, the SCF value of which ranges from 30 to 54; 3) Forest stands with low soil-conserving function, the SCF value of which equals or is higher than 55. To check this method, the soil-conserving function of forest stands of various composition was evaluated. The results of the calculations were supplemented with laboratory measurements by which the practical applicability was proved of the proposed method of calculation for forest management units, or for its representation in form of charts.

forest reclaims; forest pedology; forest species; soil-conserving function

Adresa autora:

Ing. Eduard Bublínec, CSc., ÚEBE-CBEV SAV, Pobočka pre výskum lesných ekosystémov, 960 01 Zvolen

VLIV RHIZOSFÉRY TRAVIN NA BIOCHEMICKÉ AKTIVITY HETEROTROFNÍCH BAKTÉRIÍ Z LESNÍ PŮDY

A. Lettl

LETTL, A. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Vliv rhizosféry travin na biochemické aktivity heterotrofních baktérií z lesní půdy*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 351-362.

Byl studován výskyt aktivit z cyklu uhlíku, dusíku a síry u izolátů mezofilních heterotrofních baktérií z fermentačního horizontu mladého smrkového porostu, ze zatravněného odumřelého smrkového porostu a z porostu jeřábu a břízy v oblasti silně zatížené imisním spadem oxidu siřičitého. V naznačeném směru se prudce zvyšovalo zastoupení baktérií schopných hydrolyzovat polysacharidy (celulózu a škrob), štěpit bílkoviny (želatinu) a amonizovat aminokyseliny (asparagin), oxidovat amonný a nitritový ion na nitrátový, redukovat elementární síru, oxidovat síru a thiosíran na sírany. Vyrůstal výskyt producentů thiosulfát sulfur-transferázy (rhodanese), thiosulfát-oxidázy a sulfát-oxidázy, zvyšovala se i úroveň produkce enzymů. Heterotrofní baktérie (převážně pseudomonady) ze zatravněných porostů byly vybaveny značně větším počtem biochemických aktivit než baktérie z porostu smrkového bez přízemní vegetace. Rozhodujícím faktorem tedy byla rhizosféra travin. V extrémně kyselých půdách jsou v zatravněných porostech podmínky pro heterotrofní nitrifikaci a patrně i heterotrofní oxidaci síry. Diskutuje se význam rhizosféry lesních travin pro zachování půdní fertility.

mikrobiologie lesnická; pedologie lesnická; imise; smrk; traviny

Rhizosféra je prostředí, ve kterém jsou nejvýrazněji utvářeny vztahy mezi rostlinou a půdními mikroorganismy. Rostliny působí na mikroflóru bezprostředně svým kořenovým systémem. Kořeny mění fyzikální stav půdy. Půda je obohacována materiálem z odumřelých kořenů a hlavně kořenovými exsudáty, které jsou bohaté na sacharidy, organické kyseliny a aminokyseliny [Katznelson a kol. 1954]. Jejich množství může být velmi značné [Příkryl a Vančura 1989]. Tento nutričně i energeticky hodnotný materiál je rychle rozkládán půdní mikroflórou. Vysoká nabídka živin v rhizosféře vede k podstatnému zvýšení hustoty mikrobiálního osídlení. Specifické složení exsudátů favorizuje rozvoj odpovídajících nutričních skupin mikroorganismů [Rouatt a Katznelson 1957] s potlačením jiných. Změny ve složení mikroflóry i v množství dostupného substrátu se odrážejí ve změnách půdní biochemické aktivity [Kunc a Macura 1966]. Mikrobiální osídlení rhizosféry tedy je možno považovat za samostatnou biocenózu půdní mikroflóry.

S ohledem na vývoj lesních půd nabývají tyto jevy zvláštní důležitosti v oblastech silně zatížených imisním spadem oxidu siřičitého. Na velkých rozlohách již byly imisemi zničeny souvislé smrkové porosty a jsou nahrazeny porosty listnatými, které jsou schopny snášet vysoký imisní spad. Náhradní porosty jsou většinou velmi řídké, takže umožňují mohutný rozvoj přízemní vegetace. Oproti málo prokořeněné půdě

smrkových porostů se tedy v náhradních porostech stává dominantním faktorem rhizosféra přizemní vegetace.

V lesních půdách se bakterie podílejí na hlavních aktivitách z 20 až 40 % ve srovnání s mikromycetami; platí to alespoň pro respiraci (Anderson a Domsch 1975) a amonizaci (Köhler a Kunze 1979). V rhizosféře pravděpodobně mohou být tyto hodnoty podstatně vyšší vzhledem k prevalenci bakterií.

Předložená práce tedy studuje výskyt významných biochemických aktivit u izolátů mezofilních heterotrofních bakterií z fermentačního horizontu smrkového porostu, ze zatravněného odumřelého smrkového porostu a ze smíšeného porostu jeřábu a břízy, rovněž se silně vyvinutým travním porostem. Porosty leží v Krušných horách v oblasti silně zatížené imisním spadem oxidu siřičitého.

MATERIÁL A METODY

V Krušných horách byly v nadmořské výšce asi 730 m vybrány tři pokusné plochy v okolí Nové Vsi. První plocha je kryta zbytkem mladého smrkového porostu bez přizemní vegetace. Na druhé ploše je odumřelý vzrostlý smrkový porost se silně vyvinutým zatravněním [převážně *Calamagrostis villosa* (Chaix) J. F. Gmel]. Třetí plocha je kryta asi 15–20letým řídkým smíšeným porostem jeřábu a břízy, rovněž se silně vyvinutým travním porostem.

Dne 3. června a 5. října 1982 byly odebrány vzorky fermentačního horizontu (1–5 cm). Po přesátí sítem s oky 2 mm byl v půdě stanoven hmotnostní obsah vlhkosti, aktivní a výměnné pH, obsah C_{ox} , N_{total} , NH_4^+-N , NO_3^--N a SO_4^{2-} (Schlichting a Blume 1966).

Počet aerobních bakterií byl stanoven kultivačně na Thorntonově agaru, počet amonizačních bakterií na masopeptonovém agaru (z Živného bujónu č. 2), počet mikroskopických hub na agaru Czapek-Doxově (vše n. p. Imuna, Šarišské Michalany) s 1 % sladinkového extraktu Difco (Detroit, Michigan, USA). Nejpravděpodobnější počet thioacidofilů byl odhadnut na Starkeyově médiu [Vishniac a Santer 1957] modifikovaném tak, že jediným zdrojem síry byl $Na_2S_2O_3$. Intenzita bazální a potenciální respirace (tj. s přísadou 1 % glukózy k půdě) je vyjádřena v mg CO_2 , produkovaného za 24 hodin; intenzita amonizace a nitrifikace je uvedena v mg NH_4^+-N , resp. NO_3^--N , produkovaného za 2 týdny; oxidace $S_2O_3^{2-}$ a S^0 je udána v mg SO_4^{2-} , vytvořených v případě thiosulfátu za jeden, v případě síry za tři týdny inkubace při 25 °C z přidáných substrátů (Lettl a kol. 1981) v přepočtu na 1 kg suché půdy. Koncentrace půdní proteázy, alfa-amylázy (Domsch a kol. 1979), sacharázy, ureázy (Bergmeyer 1962), asparaginázy (Drobník 1956) a thiosulfát sulfur-transferázy (rhodanese) (Tabatabai a Singh 1976) jsou vyjádřeny v $nmol \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$ (nmol.kg⁻¹.s⁻¹) reakčního produktu.

Z říjnových vzorků fermentačního horizontu byly izolovány náhodně vybrané bakteriální kolonie na masopeptonovém agaru pH 7,0 ± 0,2. Pokud není udáno jinak, byly jejich aktivity testovány na tomtéž médiu, tekutém nebo tuhém. Schopnost atakovat celulózu byla zkoušena papírem Schleicher-Schuell No. 589 (inkubace 8 týdnů), amylolýza na médiu s 1 % rozpustného škrobu Lachema, ztekucení želatiny na médiu s 6 % Bacto-Gelatin Difco. Amonizace asparaginu byla testována na

Thorntonově tekutém médiu (inkubace 1 týden); produkovaný NH_4^+ byl v kultuře prokazován Nesslerovým reagens. Oxidace NH_4^+ a NO_2^- byla zjišťována v roztoku anorganických solí (Pochon 1954); vytvořený NO_3^- byl po dvou týdnech prokazován salicylanem sodným. Schopnost izolátů redukovat S^0 na S^{2-} byla zkoušena na bujónu s 30 mM S^0 a 1 mM FeSO_4 (kontrola: totéž bez S^0). Pro oxidační reakce byl užit bujón s 30 mM S^0 nebo 5 mM $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; po týdenní inkubaci se v supernatantech kultur po odstředění buněk (10 minut, 6000 g) pátralo 0,2 M roztokem BaCl_2 po iontech SO_4^{2-} . Solubilizace S^0 (testovaná u kultur z půdních vzorků, odebraných v červnu), byla prokazována na agaru s koloidní S^0 (Wainwright 1978). Thiosulfát sulfur-transferráza (rhodanese) byla v supernatantech třídních kultur vyhodnocena metodou popsanou jinde (Lettl 1983a). Thiosulfát-oxidáza a sulfit-oxidáza byly vyhodnoceny podle poklesu extinkce ($E_{420 \text{ nm}}$) roztoku $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ za aerobních podmínek ve směsi 1 ml supernatantu kultury, 3 ml 50 mM tris- H_2SO_4 pufru pH 6,0, 0,5 ml 0,66 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ nebo Na_2SO_3 a 0,5 ml 0,1 M $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ v uvedeném pufru. Jako kontroly sloužily supernatanty, inaktivované 30 minut při 100 °C, dále nenaočkované médium. Koncentrace enzymů jsou udány v $\text{nkat} \cdot \text{l}^{-1}$ ($\text{nmol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$).

VÝSLEDKY

Výsledky půdních analýz z orientačních rozborů v červnu a říjnu 1982 jsou shrnuty v tabulce I. Tabulka II uvádí složení a výskyt biochemických aktivit z cyklu uhlíku, dusíku a síry u kultur heterotrofních mezofilních bakterií, izolovaných z říjnového odběru půd. Výskyt biochemických aktivit u snadno rozeznatelných skupin izolovaných bakterií je uveden v tabulce III. Úroveň produkce sledovaných enzymů u souboru izolátorů je charakterizována údaji v tabulce IV. Obr. 1 ilustruje vybarvení bakterií biochemickými aktivitami v závislosti na typu porostu, z jehož půdy byly izolovány.

DISKUSE

Pokusné plochy leží v oblasti velmi silně zatížené imisním spadem SO_2 . Půdy jsou zde extrémně kyselé. Vzrostlé smrkové porosty zde již odumřely a jsou většinou nahrazeny zatravněnou směsí jeřábu a břízy. Tím jsou dány podmínky pro uplatnění rhizosféry travin. Účinek rhizosféry je největší (tj. kořenová exsudace je nejvyšší) v období aktivního růstu nebo zrání rostlin, tedy v průběhu relativně teplého vegetačního období. Tím si vysvětlujeme, proč jsou největší rozdíly mezi plochami v červnovém odběru a k podzimu se stírají. Odběry však byly čistě orientační a nestačí k charakteristice sezónních změn.

V červnu byly zjištěny řádově vyšší koncentrace bakterií v zatravněných prostorech než v prostoru smrkovém (tabulka I). Izolace čistých kultur prokázaly, že značná část bakterií produkuje žlutozelený pigment, typický pro pseudomonady. Pouze ve smrkových porostech byl zjištěn výskyt bakterií červeně a žlutě pigmentovaných (tabulka II). U smrku byly prokázány jako součást osídlení fyloplanu, typická právě pro imi-

I. Obsah živin v půdě, počty mikroorganismů (v miliónech na 1 g suché půdy), biochemické aktivity půdy (v mg reakčního produktu na kg půdy za dobu inkubace^{*)} a půdní enzymatické aktivity (v nkat na kg půdy) fermentačního horizontu na výzkumných plochách. — Nutrient content in soils, numbers of microorganisms (in millions per g oven-dry soil), soil biochemical activities (in mg of the reaction product per kg soil after incubation time^{*)} and soil enzymatic activities (in nkat per kg soil) in the fermentative horizon in experimental plots

Typ porostu	Smrk		Odumřelý smrk		Jeřáb	
Datum odběru	3. 6.	5. 10.	3. 6.	5. 10.	3. 6.	5. 10.
Obsah živin						
vlhkost (váhová %)	63,4	43,9	51,6	48,6	57,9	39,2
pH (H ₂ O)	3,10	3,55	3,00	3,45	3,50	3,95
pH (KCl)	3,00	3,10	3,00	3,00	3,10	3,50
C _{ox} (%)	32,0	24,8	31,3	33,4	29,5	30,0
N _{total} (%)	1,72	2,16	1,65	1,70	1,55	1,60
C/N	18,6	11,5	18,9	19,6	19,0	18,7
NH ₄ ⁺ -N (ppm)	163	228	106	19,6	170	44,2
NO ₃ ⁻ -N (ppm)	11,2	0	46,3	1,56	22,8	3,94
SO ₄ ²⁻ (ppm)	300	—	187	—	142	—
Mikrobní biocenóza						
aerobní bakterie	0,86	1,64	7,74	2,76	3,51	6,44
amonizační bakterie	1,97	1,32	10,7	1,60	6,54	4,85
thiobacily	4,48	—	—	—	4,00	—
mikromycety	0,09	0,41	0,59	0,15	0,09	0,16
Biochemické aktivity						
respirace bazální	1 380	2605	964	1576	1296	1591
respirace potenciální	4 043	5462	2545	2617	4348	1707
poměr potenc./bazál.	2,93	2,10	2,64	1,66	3,35	1,07
amonizace	157	32,0	50,9	109	53,2	70,0
nitrifikace	26,9	0	66,1	0	120	0
oxidace S ⁰	15 102	—	3638	—	3308	—
oxidace S ₂ O ₃ ²⁻	6 033	—	3655	—	3880	—
Enzymatické aktivity						
sacharáza	606	775	—	688	393	338
alfa-amyláza	793	801	—	740	772	805
neutrální proteáza	0	—	—	—	0	—
ureáza	0,47	1,32	—	1,58	0,78	1,94
asparagináza	1,25	0,50	—	0,44	0,58	1,05
rhodanáza	1,21	0	—	0,81	6,08	8,92

^{*)} doba inkubace: u respirace 24 h; u oxidace S₂O₃²⁻ 1 týden; u amonizace a nitrifikace 2 týdny; u oxidace S⁰ 3 týdny.

II. Počet (*n*) a procentuální zastoupení aktivních kultur v souborech izolátů ze tří typů porostu. — The number (*n*) and percent of active cultures in the sets of isolates from three types of stand

Typ porostu	Smrk	Odumřelý smrk	Jeřáb
	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)
Celkový počet izolátů	24	22	28
žlutozeleně pigmentovaných (pseudomonad)	11 (45,8)	7 (31,8)	17 (60,7)
červeně pigmentovaných	2 (8,3)	2 (9,1)	0 (0)
žlutě pigmentovaných	2 (8,3)	8 (36,4)	0 (0)
ostatních	9 (37,6)	5 (22,7)	11 (39,3)
Aktivity z cyklu uhlíku			
atak celulózy	4 (16,7)	15 (68,2)	22 (78,6)
rozklad škrobu	9 (37,5)	13 (59,1)	27 (96,4)
Aktivity z cyklu dusíku			
Amonizace:			
ztekucení želatiny	2 (8,3)	10 (45,4)	27 (96,4)
amonizace asparaginu	15 (62,5)	19 (86,4)	28 (100,0)
Nitrifikace			
oxidace NH_4^+ na NO_3^-	0 (0)	3 (13,6)	18 (64,3)
oxidace NO_2^- na NO_3^-	14 (58,3)	18 (81,8)	20 (71,4)
Aktivity z cyklu síry			
redukce S^0 na S^{2-}	7 (29,2)	12 (54,5)	26 (92,9)
oxidace S^0 na SO_4^{2-}	22 (91,7)	18 (81,8)	28 (100,0)
oxidace $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ na SO_4^{2-}	6 (25,0)	12 (54,5)	28 (100,0)
solubilizace S^0 +)	(2,1)	(68,4)	(91,3)
produkce sulfur-transferázy (rhodanese)	2 (8,3)	10 (45,4)	26 (92,9)
produkce thiosulfát-oxidázy	7 (29,2)	13 (59,1)	18 (64,3)
produkce sulfit-oxidázy	2 (8,3)	3 (13,6)	7 (25,0)

+) Provedeno ze vzorků z 3. 6. 1982. Izolováno 48, 19 a 46 kultur.

semi zatížené oblasti (Lettl 1983b). Pocházejí tedy patrně z opadu jehličí.

Nárůst bakterií směrem k porostu jeřábu při celkem stejném obsahu organického uhlíku v půdě není provázen adekvátním vzestupem respirace (tabulka I). Intenzita respirace je do značné míry dána množstvím uhlíku, které má mikrobiální biocenóza k dispozici. Jednotkové množství bakterií v málo osídlené smrkové půdě má tedy k dispozici více než desetinasobné množství organické hmoty a půdní respirace na toto množství bakterií je také několikanásobně vyšší než v porostech zatravněných. Ostatně i vysoký poměr mezi bazální a potenciální respirací v zatravněném porostu jeřábu indikuje, že snadno štěpitelné substráty jsou zde rychle vyčerpány přemnoženou mikrobiální biocenózou. Tím, že relativní nadbytek uhlíku (tj. ve vztahu k jednotkovému množ-

III. Výskyt biochemických aktivit u jednotlivých skupin bakterií ve třech typech porostu (S — smrk, OS — odumřelý smrk, J — jeřáb). Zlomek: počet aktivních kultur/celkový počet izolátů. — The occurrence of biochemical activities in different groups of bacteria in three types of stand (S — spruce, OS — dead spruce, J — mountain ash). Fraction: number of active cultures/total number of isolates

Charakteristika izolátů	Porost	Atak celulózy	Amylolýza	Ztekucení želatiny	Amonizace asparaginu	Oxidace $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$	Oxidace $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$	Redukce $\text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{2-}$	Oxidace $\text{S}^0 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$	Oxidace $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$	Sulfur-transferáza (rhodanese)	Thiosulfát- -oxidáza	Sulfát-oxidáza	Růst při pH 4,0	Růst v sulfitu
Žlutozeleně pigmentované (pseudomonady)	S	1/11	4/11	1/11	7/11	0/11	5/11	4/11	10/11	3/11	1/11	3/11	2/11	0/11	5/11
	OS	4/7	2/7	3/7	6/7	2/7	6/7	5/7	6/7	5/7	4/7	4/7	3/7	0/7	3/7
	J	14/17	16/17	16/17	17/17	7/17	12/17	17/17	17/17	17/17	16/17	10/17	3/17	0/17	15/17
Červeně pigmentované	S	0/2	2/2	0/2	2/2	0/2	0/2	0/2	2/2	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2
	OS	2/2	1/2	0/2	2/2	1/2	2/2	0/2	2/2	0/2	0/2	1/2	0/2	2/2	2/2
Žlutě pigmentované	S	1/2	1/2	0/2	1/2	0/2	1/2	1/2	2/2	0/2	0/2	1/2	0/2	0/2	1/2
	OS	6/8	5/8	3/8	7/8	0/8	5/8	5/8	8/8	7/8	4/8	4/8	0/8	0/8	4/8
Ostatní	S	2/9	1/9	1/9	5/9	0/9	8/9	2/9	8/9	3/9	3/9	3/9	0/9	0/9	4/9
	OS	2/5	4/5	3/5	3/5	0/5	4/5	2/5	2/5	0/5	2/5	4/5	0/5	0/5	1/5
	J	8/11	11/11	11/11	11/11	11/11	8/11	9/11	11/11	11/11	10/11	8/11	4/11	0/11	5/11

IV. Počet (*n*) a procento izolátů, rozdělených podle úrovně produkce enzymů. — The number (*n*) and percent of isolates, classified according to the production level of enzymes

Typ porostu	Smrk	Odumřelý smrk	Jeřáb
	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)
Koncentrace enzymu (nkat. L ⁻¹)			
Thiosulfát sulfur-transferáza (rhodanese)			
0 — 1	1 (4,2)	5 (22,7)	2 (7,1)
> 1 — 5	0 (0,0)	2 (9,1)	8 (28,6)
> 5 — 10	1 (4,2)	3 (13,6)	11 (39,3)
> 10 — 15	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (10,7)
> 15 — 20	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (7,1)
Thiosulfát-oxidáza			
100 — 200	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (3,6)
> 200 — 500	1 (4,2)	5 (22,7)	1 (3,6)
> 500 — 1000	2 (8,3)	4 (18,2)	5 (17,8)
> 1000 — 2000	2 (8,3)	3 (13,6)	2 (7,1)
> 2000	2 (8,3)	1 (4,5)	9 (32,1)
Sulfit-oxidáza			
100 — 200	1 (4,2)	1 (4,5)	1 (3,6)
> 200 — 500	0 (0,0)	1 (4,5)	1 (3,6)
> 500 — 1000	1 (4,2)	0 (0,0)	3 (10,7)
> 1000	0 (0,0)	1 (4,5)	2 (7,1)

ství bakterií] ve smrkovém porostu respiraci stimuluje a relativní nedostatek v jeřábu ji inhibuje, dochází k setření výraznějších rozdílů v půdní respiraci.

Schopnost utilizace jednoduchých sacharidů je mezi bakteriemi velmi obecná; to však neplatí pro hydrolýzu polysacharidů. Je shoda v tom, že v rhizosféře jsou vyšší počty celulytických organismů (Pochon a de Barjac 1958). Za převládající organismus se považuje *Cytophaga* (Seifert 1966). V našem případě byl zjištěn mohutný nárůst výskytu celulytické aktivity u bakteriálních izolátů (tabulka II), přičemž se na něm patrně účastní všechny rozlišené skupiny bakterií (tabulka III). Podobný nárůst lze pozorovat i ve výskytu aktivity amylolytické s tím, že tato vlastnost je mnohem obecnější (tabulka II). I zde se účastní různé skupiny bakterií (tabulka III).

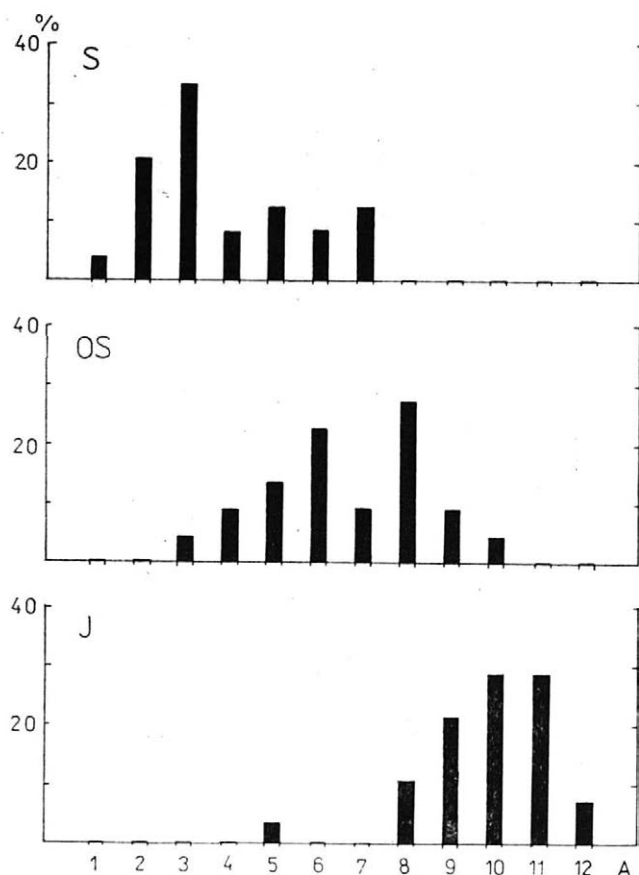
Se změnou vegetačního pokryvu nastaly významné změny i v cyklu dusíku. Na pokusných plochách ve směru od smrku k jeřábu pozorujeme ústup amonizace (typické pro smrkové půdy) a mohutný rozvoj nitrifikace alespoň ve vegetačním období; s ní je spojen i zvýšený obsah nitrátů v půdě (tabulka I). Jiná pozorování rhizosféry přinesla právě opačné výsledky: jednoznačně byla stimulována amonizace (s denitrifikací, tedy redukční děje), zatímco zvýšení nitrifikace bylo pochybné, v nejlepších případech vždy velmi slabé (Pochon a de Barjac

1958). Poměry v našem případě tedy spíš připomínají podmínky holoseče.

V testech s čistými kulturami byly studovány dva ze stupňů amonizace, a to jednak proteolýza, jednak uvolňování amonného iontu z aminokupin asparaginu. Schopnost hydrolyzovat velké proteinové molekuly byla poměrně vzácná u bakterií ze smrkové půdy. Malá molekula asparaginu byla přístupná mnohem většímu procentu bakterií. Výskyt obou aktivit u bakterií prudce stoupal směrem k porostu jeřábu (tabulka II).

Nitrifikace v půdě pod travním porostem probíhala ve vegetační sezóně intenzivně i při extrémně nízkém půdním pH (tabulka I). Podle dosavadních zkušeností nitrifikace potřebuje pH blíže neutrality; silně kyselé půdní prostředí nedovoluje rozvoj výkonných autotrofních nitrifikantů (Pochon a de Barjac 1958). Navíc pro nitrifikaci je nezbytná dobrá aerace prostředí (Seifert 1966). V našem případě tedy nemůže jít o autotrofní nitrifikaci.

Pochod se zřejmě uskutečňuje jiným mechanismem, a to heterotrofní nitrifikací. Může na ní participovat řada heterotrofních bakterií (Eylar a Schmidt 1959) i mikromycet (Marshall a Alexander 1961). V našem případě byly z rhizosféry půdy izolovány vysoké počty heterotrofních bakterií, schopných produkovat NO_3^- ; vý-



1. Počet biochemických aktivit (A; rozklad celulózy, škrobu, želatiny, amonizace asparaginu, redukce S^0 , oxidace NH_4^+ , NO_2^- , S^0 , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, produkce thiosulfát sulfur-transferázy, thiosulfát-oxidázy a sulfát-oxidázy) u bakteriálních izolátů (v % z celkového počtu kultur) z půdy smrkového porostu (S), z odumřelého smrku (OS) a z porostu jeřábu a břízy (J). — The frequency of biochemical activities (A; breakdown of cellulose, starch, gelatine, asparagine ammonification, S^0 reduction, oxidation of NH_4^+ , NO_2^- , S^0 , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, production of thiosulphate sulphur-transferase, thiosulphate-oxidase and sulphite-oxidase) in the bacterial isolates (percent of the total count of cultures) from the soil of spruce stand (S), from dead spruce stand (OS) and from the stand of mountain ash and birch (J)

skyt aktivit opět vzrůstal směrem k porostu jeřábu. Touto aktivitou byly vybaveny kultury pseudomonad i červeně pigmentovaných bakterií, zatímco bakterie žlutě pigmentované byly schopny oxidovat pouze nitrity (tabulka III). Byl nalezen vyšší výskyt oxidantů NO_2^- než oxidantů NH_4^+ (tabulka II). To potvrzují i zkušenosti jiných autorů (Tate 1980), zatímco jindy byla prokázána jen tvorba dusitanů bez další oxidace (Siddarama Gowda a kol. 1977) nebo jen nízké počty oxidantů NO_2^- (Laurent 1971). Úloha heterotrofních nitrifikantů i přes jejich vysoké koncentrace byla prohlášena za zcela zanedbatelnou ve srovnání s autotrofy (Tate 1980). V případě našich kyselých půd je však nitrifikace možná jen aktivitou heterotrofních organismů (bakterií a mikromycet). Kromě několika málo izolátorů byla nitrifikační aktivita většinou spojena s aktivitou amonizační.

Změny pozorujeme i v cyklu anorganické síry. Obsah síranů v půdě zatravněných prostorů je oproti smrkovému prostoru snížen na polovinu zřejmě odčerpáním vegetací. Schopnost půdy oxidovat S^0 na SO_4^{2-} klesá z mimořádně vysoké hodnoty ve smrkovém porostu na hodnoty neobvykle nízké. Podobný chod pozorujeme i u oxidace $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ (tabulka I). Za hlavní oxidanty sloučenin síry v půdě jsou dnes považovány thiobacily. Zdá se, že to platí i pro půdy smrkových porostů (Lettl 1981). Uvedené změny půdních aktivit však naznačují, že rhizosféra travin není pro aktivitu thiobacilů vhodným prostředím, třebaže jejich počty nejsou změnou porostu zřetelně dotčeny — v rhizosféře jsou favorizovány spíše děje redukční, spojené s tvorbou sulfidu (Dommergues a Jacq 1972). Schopnost oxidovat síru a její sloučeniny však byla zaznamenána i u heterotrofních bakterií (Swaby a Fedel 1973) a mikromycet (Wainwright 1978, 1979). Námi izolované heterotrofní bakterie byly vybaveny řadou aktivit z cyklu síry. Výskyt aktivit přitom vzrůstal směrem od smrku k jeřábu (tabulka II). Nejvyšší počet aktivit vykazují pseudomonady, u kterých je také nejvýraznější nárůst aktivit směrem k porostu jeřábu (tabulka III). Naopak minimum aktivit z cyklu síry nacházíme u kultur červeně pigmentovaných.

Značná část izolátů redukovala S^0 na S^{2-} . Kromě jediného izolátu všechny kultury, schopné redukce S^0 na S^{2-} , byly schopny produkovat sírany na médiu se samotnou S^0 . Prvním krokem tedy mohla být redukce S^0 s následnou oxidací sulfidu. Sulfát však produkovaly i ty kultury, u kterých nebyla prokázána tvorba sulfidu. Je tedy patrně možná i přímá oxidace síry. Tímto mechanismem (přes mezistupeň thio-síranu) byla u některých mikromycet vysvětlena i solubilizace S^0 , manifestující se tvorbou projasněných zón kolem kolonií na agaru s koloidní S^0 (Wainwright 1979). Patrně ani tím nejsou vyčerpány všechny možnosti, neboť řada izolátů produkujících SO_4^{2-} nebyla schopna ani redukce S^0 , ani oxidace $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$.

U testovaných enzymů je pozoruhodné, že směrem k jeřábu vzrůstal nejen výskyt producentů (tabulka II), ale zvyšuje se i úroveň produkce (tabulka IV). Byla popsána vysoká produkce enzymů v rhizosféře a byla vysvětlena vysokou nutriční hodnotou rhizosférního prostředí (Vágenerová a Macura 1974). V našem případě však zřejmě jde o selekci produktivnějších kultur, protože do doby testování enzymů byly již izoláty několikrát pasážovány přes médium konstantního složení. Jde tedy o různou produkční kvalitu kultur a nikoli o změny kultivačního prostředí. Znovu se potvrzuje, že thiosulfát sulfur-transferáza (rho-

danese), považovaná dosud za typický enzym thiobacilů a thiosulfát oxidujících fotolithotrofů, je mezi půdními heterotrofními baktériemi obecně rozšířena [L e t t l 1983a].

Některé izoláty mohou být v oxidaci síry srovnatelně výkonné, jako *Thiobacillus thiooxidans* považovaný za nejenergičtějšího oxidanta. S přihlédnutím k této skutečnosti i k velkému počtu aktivních izolátů se zdá, že za podmínek méně vhodných pro aktivitu thiobacilů je půdní mikrobiální biocenóza schopna si vytvořit náhradní nebo paralelní ekologický mechanismus pro udržení koloběhu síry.

V rhizosféře travin probíhá doslova kumulace biochemických aktivit, kterými jsou jednotlivé bakteriální kultury vybaveny. Jestliže ve smrkovém porostu měla většina baktérií jen dvě až tři aktivity, pak v jeřábovém porostu vykazala většina baktérií deset až jedenáct aktivit (obr. 1). Se změnou vegetačního pokryvu probíhá jistě i druhová výměna mikroorganismů, např. tvorba želatináz je u pseudomonad využita jako systematický znak; pozorujeme tedy náhradu neproteolytických druhů druhy proteolytickými. To však patrně nestačí k vysvětlení. Zřejmě jde navíc o indukované reakce v prostředí s jinou nabídkou substrátů.

ZÁVĚR

Náhrada odumřelých smrkových porostů zatravněnými smíšenými porosty jeřábu a břízy v imisních oblastech má za následek kvantitativní i kvalitativní změny půdní mikrobiální biocenózy. Rozhodujícím faktorem se stává rhizosféra travin. Ustupuje amonizace a rozvíjí se nitrifikace, pozorují se pozitivní změny i v koloběhu síry. Pronikavě se zvyšuje zastoupení baktérií, vybavených významnými mineralizačními aktivitami z cyklu uhlíku, dusíku a síry. Půdní mikrobiální biocenóza tedy disponuje všemi biochemickými reakcemi, významnými pro fertilitu půdy. Za těchto okolností se zdá, že by stačila pouze úprava extrémně kyselého půdního pH vápněním a doplnění specifických živin, aby byla obnovena plná produkční schopnost lesní půdy.

Došlo dne 25. 3. 1983

Literatura

- ANDERSON, J. P. E. — DOMSCH, K. H.: Measurement of bacterial and fungal contributions to respiration of selected agricultural and forest soils. *Can. J. Microbiol.*, sv. 21, 1975, s. 314-322
- BERGMAYER, H. U.: *Methoden der enzymatischen Analyse*. Verlag Chemie, Weinheim/Bergstr., 1962
- DOMMERGUES, Y. — JACQ, V.: Microbiological transformations of sulphur in the rhizosphere and spermosphere. *Int. Symp. Sulphur in Agriculture*, Versailles 1970. INRA. Publ. 72-1, Numéro hors série, 1972, s. 201
- DOMSCH, K. H. — BECK, Th. — ANDERSON, J. P. E. — SÖDERSTRÖM, B. — PARKINSON, D. — TROLLDENIER, G.: A comparison of methods for soil microbial population and biomass studies. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenkd.*, sv. 142, 1979, s. 520-533
- DROBNÍK, J.: Štěpení asparaginu enzymatickým komplexem půd. *Čs. mikrobiol.*, sv. 1, 1956, s. 47

- EYLAR, O. R. — SCHMIDT, E. L.: A survey of heterotrophic microorganisms from soil for ability to form nitrite and nitrate. *J. Gen. Microbiol.*, sv. 20, 1959, s. 473-481
- KATZNELSON, H. — ROUATT, J. W. — PAYNE, T. M. B.: Liberation of amino-acids by plant roots in relation to desiccation. *Nature*, sv. 174, 1954, s. 1110-1111
- KÖHLER, H. — KUNZE, Ch.: Differenzierte quantitative Erfassung der Nettoammonifikation durch Pilze und Bakterien in Böden unter verschiedenen Pflanzengesellschaften. *Z. Pflanzehrnaehr. Bodenkd.*, sv. 142, 1979, s. 387-398
- KUNC, F. — MACURA, J.: Decomposition of root exudates in soil. *Fol. Microbiol.*, sv. 11, 1966, s. 239-247
- LAURENT, M.: La nitrification autotrophe et hétérotrophe dans les écosystèmes aquatiques. *Ann. Inst. Pasteur.*, sv. 121, 1971, s. 795-810
- LETTL, A.: Ekologie thiobacilů se zřetelem k oblastem zasaženým imisemi kyslíčnicku siričitého. *Lesnictví*, sv. 27, 1981, s. 327-338
- LETTL, A.: Occurrence of the thiosulphate sulphurtransferase producers in the population of mesophilic heterotrophic bacteria and microfungi of spruce humus. *Fol. Microbiol.*, sv. 28, 1983a, s. 106-111
- LETTL, A.: Effect of industrial SO₂ immissions on the epiphytic microflora of spruce. *Fol. Microbiol.*, sv. 28, 1983b, s. 187-194
- LETTL, A. — LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V.: Dynamics of oxidation of inorganic sulphur compounds in upper soil horizons of spruce forests. *Fol. Microbiol.*, sv. 25, 1981, s. 24-28
- MARSHALL, K. C. — ALEXANDER, M.: Fungi active in heterotrophic nitrification. *Can. J. Microbiol.*, sv. 7, 1961, s. 955-957
- POCHON, J.: Manuel technique d'analyse microbiologique du sol. Masson, Paris 1954, 123 s.
- POCHON, J. — de BARJAC, H.: Traité de microbiologie des sols. Dunod, Paris 1958, 685 s.
- PŘIKRYL, Z. — VANČURA, V.: Root exudates of plants. VI. Wheat root exudation as dependent on growth, concentration gradient of exudates and the presence of bacteria. *Plant and Soil*, sv. 57, 1980, s. 69-83
- ROUATT, J. W. — KATZNELSON, H.: The comparative growth of bacterial isolates from rhizosphere and nonrhizosphere soils. *Can. J. Microbiol.*, sv. 3, 1957, s. 271
- SEIFERT, J.: Ekologie půdních mikrobů. Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1966, 150 s.
- SCHLICHTING, E. — BLUME, H.-P.: Bodenkundliches Praktikum. Paul Parey, Hamburg u. Berlin 1966
- SIDDARAMA GOWDA, T. K. — RAJARAMAMOHAN RAO, V. — SETHUNATHAN, N.: Heterotrophic nitrification in the simulated oxidized zone of a flooded soil amended with benomyl. *Soil Sci.*, sv. 123, 1977, s. 171-175
- SWABY, R. J. — FEDEL, R.: Microbial production of sulphate and sulphide in some Australian soils. *Soil Biol. Biochem.*, sv. 5, 1973, s. 773-781
- TABATABAI, M. A. — SINGH, B. B.: Rhodanese activity of soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, sv. 40, 1976, s. 381-385
- TATE, R. L. III.: Variation in heterotrophic and autotrophic nitrifier populations in relation to nitrification in organic soils. *Appl. Environ. Microbiol.*, sv. 40, 1980, s. 75-79
- VÁGNEROVÁ, K. — MACURA, J.: Relationships between plant roots, proteolytic organisms and activity of protease. *Fol. Microbiol.*, sv. 19, 1974, s. 525-535
- VISHNIAC, W. — SANTER, M.: The Thiobacilli. *Bacteriol. Rev.*, sv. 21, 1957, s. 195-213
- WAINWRIGHT, M.: Sulphur-oxidising micro-organisms on vegetation and in soils exposed to atmospheric pollution. *Environ. Pollut.*, sv. 17, 1978, s. 167-174
- WAINWRIGHT, M.: Microbial S-oxidation in soils exposed to heavy atmospheric pollution. *Soil Biol. Biochem.*, sv. 11, 1979, s. 95-98

ЛЕТТЛ, А. (Вýzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Strnady). Влияние ризосферы трав на биохимическую активность гетеротрофных бактерий из лесной почвы. *Lesnictví*, 30, 1984 (4): 351-362.

Изучали проявления активности из цикла углерода, азота и серы у изолятов мезофильных гетеротрофных бактерий из ферментационного горизонта сенового молодняка, из затравленного отмершего ельника и из насаждения рябины и березы в области, сильно подвергаемой выбросам двуокиси серы. В данном направлении резко возрастало наличие

бактерий, способных гидролизировать полисахариды (клетчатку и крахмал), расщеплять белки (желатин) и амонизировать аминокислоты (аспарагин), окислять аммиачный и нитритовый ионы на нитратный, редуцировать элементарную серу, окислять серу и тиосульфат на сульфаты. Возрастало количество производителей тиосульфат сульфур-трансферазы (роданезы), тиосульфат-оксидазы и сульфит-оксидазы, повышался также уровень производства ферментов. Гетеротрофные бактерии (преимущественно псевдомонады) из затравяемых лесонасаждений обладали гораздо большей широтой биохимической активности, чем бактерии из елового насаждения без наземной вегетации. Решающим фактором, следовательно, была ризосфера трав. В экстремально кислых почвах в затравяемых лесонасаждениях имеются условия для гетеротрофной нитрификации, и, очевидно, для гетеротрофного окисления серы. Обсуждается значение ризосферы лесных трав для сохранения почвенного плодородия.

микробиология лесная; почвоведение лесное; выбросы; ель; травы

LETTL, A. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *The Influence of Grass Rhizosphere on the Biochemical Activities of Heterotrophic Bacteria from Forest Soil*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 351-362.

The activities were studied in the cycle of carbon, nitrogen and sulphur in the isolates of mesophile heterotrophic bacteria from the fermentation horizon of a young spruce stand, from a grass-covered dead spruce stand and from a mountain ash and birch stand in the area exposed heavily to emissions of sulfur dioxide. In a given direction, the counts greatly increased of bacteria hydrolyzing polysaccharides (cellulose and starch), cleaving proteins (gelatine) and ammonifying amino acids (asparagine), oxidizing ammonium and nitrite ion into nitrate ion, reducing elementary sulphur, oxidizing sulphur and thiosulphate into sulphates. The occurrence of the producers of thiosulphate sulphur-transferase (rhodanese), thiosulphate-oxidase and sulphite-oxidase was higher, the level of enzyme production also increased. The biochemical activities of the heterotrophic bacteria (prevailing pseudomonads) from grass-covered stands were more frequent than those of the bacteria from spruce stand without any groundfloor vegetation. Grass rhizosphere was the decisive factor. In extremely acid soils there are conditions in grass-covered stands for heterotrophic nitrification and apparently also for heterotrophic sulphur oxidation. The importance of the rhizosphere of forest grasses is being discussed in relation to the conservation of soil fertility.

forest microbiology; forest pedology; emissions; spruce; grasses

Adresa autora:

Dr. PhMr. Aleš Lettl, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

REŽIM FYZIOLOGICKY PRÍSTUPNEJ VODY V DUBOVO-HRABOVOM A BUKOVOM LESNOM EKOSYSTÉME MALÝCH KARPÁT

L. Tužinský

TUŽINSKÝ, L. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). *Režim fyziologicky prístupnej vody v dubovo-hrabovom a bukovom lesnom ekosystéme Malých Karpát*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 363-372.

Predložená práca spracováva režim fyziologicky prístupnej vody v dubovo-hrabovom a bukovom poraste Malých Karpát, v lesoch 3. a 4. vegetačného stupňa, za obdobie hydrologických rokov 1976—1979. Režim fyziologicky prístupnej vody má v priebehu hydrologického roka rozdielny priebeh. Diferencie medzi paralelnými porastmi sú spôsobené rozdielnou intercepciou lesných drevin, zachytávaním atmosferických zrážok prízemnou vegetáciou, rozdielnym neproduktívnym výparom a pod. V priebehu hydrologického roka kolíše obsah fyziologicky prístupnej vody najviac vo vrchnej 0—20 cm vrstve pôdy. V zrážkove zabezpečenom období je v tejto vrstve dobrá zásoba využiteľnej vody. V ostatnom období kolíše jej obsah medzi dobrou a nedostatočnou zásobou. V stredných vrstvách (20—50 cm) je dostatok ľahko prístupnej vody v zimných mesiacoch, v letných mesiacoch je k dispozícii prevažne len ťažko prístupná voda. V najhlbších vrstvách (50—80 cm) sa vyskytuje obsah využiteľnej vody v rozmedzí ľahko prístupná — ťažko prístupná voda. V závislosti od pôsobenia lesa na celkovú vodnú bilanciю sa pod dubovo-hrabovým porastom v zrážkove podnormálnom hydrologickom roku vytvára semiaridný interval vlhkosti (vlhkosť pôdy medzi bodom zníženej dostupnosti a bodom vädnutia), v bukovom poraste (v dubovo-hrabovom poraste len v zrážkove zabezpečenom období) prevláda semiuvidický interval vlhkosti (vlhkosť pôdy medzi maximálnou kapilárnou kapacitou a bodom zníženej dostupnosti).

hydrologia lesnícka; hydrologický rok; intercepcia

Význam vodnej bilancie lesných porastov je mimoriadne veľký, výskum jej jednotlivých zložiek veľmi zložitý. Jednou z najdôležitejších zložiek ovplyvňujúcich režim kolobehu vody v krajine je pôdna voda. Problematika vlhkosti pôdy bola rozpracovaná viacerými autormi aj u nás. Dôležité štúdie o vplyve podrastu na vlhkosť pôdy vykonal napr. Mařan (1947), problematiku zmien vlhkosti pôdy vplyvom rozdielných výchovných zásahov študovali Slavík, Slavíková, Jeník (1957), Krontorád (1958), Intribus (1966), Krečmer (1960), vzťahy medzi zásobením pôdy vodou a hrúbkovým prírastkom vyjadril Mráz (1973).

Ku skvalitneniu riešenia režimu vlhkosti pôdy prispeli aj rozdielne metódy jej určovania. V prácach sa objavovali metódy merania sacieho tlaku vody prostredníctvom tenziometrov (Mráz 1978), neutrónovou metódou (Čabart 1967), tepelnými a elektroodporovými metódami (Kašpar, 1967; Kuráž, Matoušek, 1975, Čermák a kol., 1979) a ďalšie.

Z fyziologického a ekologického hľadiska bol osobitný význam venovaný režimu a obsahu fyziologicky prístupnej vody. Poznávanie jej režimu a dynamiky je významné predovšetkým v lesopestebnej praxi,

pretože sa môže významne uplatniť, napr. pri plánovaní a realizácii obnovy, resp. výchovy lesných porastov.

Predložená práca spracováva režim fyziologicky prístupnej vody v dubovo-hrabovom a bukovom poraste Malých Karpát, v lesoch 3. a 4. vegetačného stupňa za obdobie hydrologických rokov 1976—1979.

METODIKA

Režim fyziologicky prístupnej vody sme sledovali v uvedených lesných ekosystémoch v hydrologických rokoch 1976—1979.

Pôdne vzorky sme odoberali pôdnym vrtákom vo vegetačnom období v dekadových, v mimovegetačnom období v mesačných intervaloch.

Vodnú bilanciu sme stanovili podľa vzorca

$$W_o + Z_p = V_e + W_l \text{ (mm)},$$

kde W_o — obsah vody v pôde na začiatku sledovaného obdobia,

Z_p — množstvo zrážok,

V_e — spotreba vody na evapotranspiráciu,

W_l — obsah vody v pôde na konci sledovaného obdobia.

Spotreba vody na evapotranspiráciu bola vyčíslená z rozdielu počiatkovej a konečnej zásoby vody v pôde s prihliadnutím k úhrnu atmosferických zrážok.

Z hygrofyzikálnych vlastností sme stanovili: maximálnu kapilárnu kapacitu (MKK), maximálnu hygroskopičnosť (MH), bod vädnutia (BV) a minimálnu vzdušnú kapacitu (V_k), (Tužinský 1980).

Množstvo vody prístupné rastlinám sme vypočítali odpočítaním mŕtvej vody od pôdnej vlhkosti. Hranicou medzi fyziologicky prístupnou a mŕtvou vodou bol bod vädnutia (dvojnásobok maximálnej hygroskopičnosti). Zásobu využiteľnej vody (ZV) sme hodnotili podľa Kutílka (1966). Obsah ľahko, resp. ťažko prístupnej vody sme vypočítali podľa Chirifu (1964). Ekologickú klasifikáciu lesných pôd sme stanovili podľa Kutílka (1978).

CHARAKTERISTIKA SKÚMANÝCH PLÔCH

Výskumné plochy sú sitované do oblasti bratislavského lesoparku, ktorý sa nachádza na území geograficky samostatného krajinného celku Malých Karpát.

Zmiešaný porast tvorí dubovo-hrabový porast *Carici pilosae* — *Carpineum* (*Fageto-Quercetum*) s prevládajúcou *Carex pilosa*, *Melica uniflora* a iné byliny. Zastúpenie drevín: hrab (*Carpinus betulus*) — 54 %, dub zimný (*Quercus petraea*) — 43 %, buk lesný (*Fagus silvatica*) a javor mliečny (*Acer platanoides*) — 3 %. Vek porastu 85 rokov, zakmenenie 0,8, zápoj 90, nadmorská výška 430 m, expozícia JJZ, sklon 5°. Pokryvnosť bylinnej etáže a tráv je 90 %.

Bukový porast je príkladom typickej malokarpatskej holej bučiny *Fagetum nudum* (*F. pauper*). V poraste sa okrem buka lesného (*F. silvatica*) ojedinele vyskytuje javor horský (*Acer pseudoplatanus*) s hrabom (*Carpinus betulus*). Priemerný vek porastu 90—100 rokov, zakmenenie 0,9, zápoj 90. Nachádza sa v nadmorskej výške od 510 do 515 m, expozícia JZ, sklon 5°. Pokryvnosť tráv a bylín 15—20 %.

Obidva porasty sa nachádzajú v oblasti mierne teplého a mierne vlhkého prechodného pásma medzi okrskami A3 a A5. Priemerná ročná teplota je 7 až 9 °C, vo vegetačnom období 14 až 15 °C. Ročný úhrn zrážok sa pohybuje medzi 650 až 700 mm, vo vegetačnom období okolo 370 mm zrážok.

Množstvo zrážok na voľnej ploche obidvoch výskumných plôch bolo rovnaké. Štúdiom a sledovaním intercepcie sme však zistili nerov-

nomerné rozdelenie zrážok vo vnútri porastov. V lesnom ekosystéme dubovo-hrabového porastu sa dostáva cez korunový zápoj vo vegetačnom období 74 %, v bukovom poraste 79 % vody z celkového úhrnu zrážok. V mimovegetačnom období prepustí zmiešaný porast 88 %, bukový porast 93 % zrážok. Uvedené skutočnosti sú zohľadnené pri bilancii a dynamike fyziologicky prístupnej vody v sledovaných ekosystémoch.

Lesné pôdy patria prevažne do typu hnedých lesných pôd (tabuľky I, II). Sú dobre prevzdušnené. Merná hmotnosť kolíše v medziach 2,5—2,7, objemová hmotnosť v rozmedzí 1,2—1,4. Najvyššie hodnoty pórovitosti sú v humusovom horizonte pod zmiešaným porastom, s hĺbkou pórovitosť klesá, v hĺbke 80 cm dosahuje hodnotu okolo 50 %.

Z hydrofyzikálnych vlastností je vyššia hodnota maximálnej kapilárnej kapacity v povrchových vrstvách pôdy, v stredných vrstvách sa pohybuje medzi 24 až 30 %, v najhlbšie sledovaných vrstvách medzi 21 až 22 %. Bod trvalého vädnutia je ovplyvňovaný obsahom fyzikálneho a koloidného ílu. Maximálne hodnoty dosahuje v povrchových vrstvách (0—20 cm), najnižšie hodnoty sú zhodné pod obidvoma porastmi v hĺbke 80 cm (6,9 %).

VÝSLEDKY

REŽIM FYZIOLOGICKY PRÍSTUPNEJ VODY

V hydrologických rokoch 1976/1977 a 1978/1979 sa klimatické pomery vyznačovali (v porovnaní s dlhoročným priemerom 1901—1950) vyšším úhrnom zrážok (742 mm = 111 %, 712 mm = 106,2 %), v hydrologickom roku 1976/1977 bola zároveň vyššia aj priemerná ročná teplota

I. Charakteristika pôdy v dubovo-hrabovom poraste. — Soil characteristics of oak-hornbeam stand

Hĺbka pôdneho profilu, cm	Charakteristika pôdy	Pôdny horizont
0 — +	súvislá vrstva opadu, vetvičky	L
+ — 0,5	polorozložený minuloročný opad	F ₁
0,5 — 2	rozdrobený opad, hnedý, mierne vlhký s bielymi mycéliami húb a plesní	F ₂
2 — 2,5	čiernohnedá vrstvička meliny	H
2,5 — 11	tmavosivohnedá, piesčitohlinitá, jemne až stredne odrobinkovitá (až polyedrická), nesúdržná, drobný štrk (40 %), kyprá, mierne uľahnutá, čerstvo vlhká, bohato prekorenená	A _n
11 — 26	tmavookrovohnedá, piesčitohlinitá, nevýrazne drobne polyedrická, mierne uľahnutá, bohato prekorenená, drobný až hrubý štrk (30 %)	(B) ₁
26 — 45	hnedookrová, piesčitohlinitá, nevýrazne drobne polyedrická, stredne uľahnutá, ojedinele prekorenená, drobný aj hrubý štrk (50 %)	(B) ₂
pod 45	štrkovitohlinitá, delúvium, skelet 50—60 %	C ₁

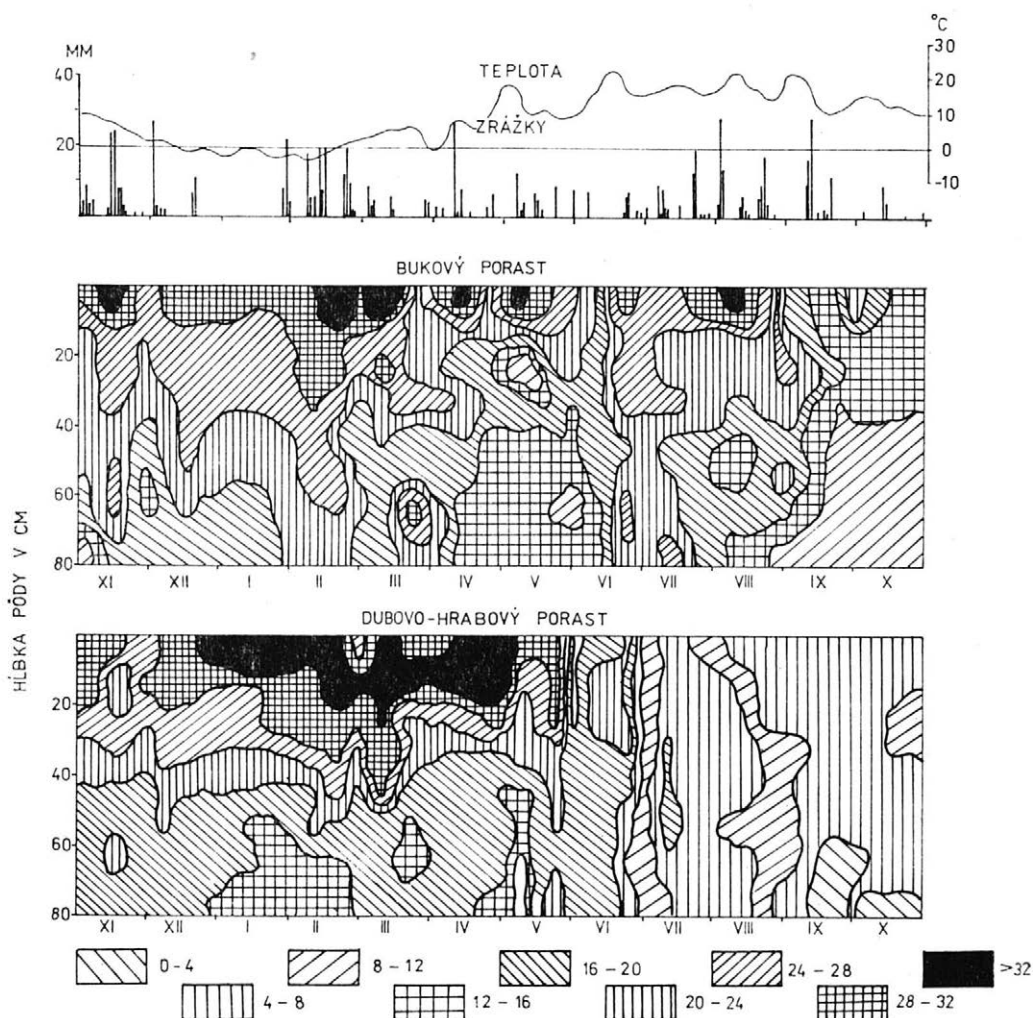
Hĺbka pôdneho profilu, cm	Charakteristika pôdy	Pôdny horizont
0— 1	súvislá vrstva opadu, listie, vetvičky	L
1— 3	polorozložené listie, čerstvé, vlhké, v spodnej časti premiešané s rozdrobenými organickými zvyškami	F
3—12	nevýrazne stredne hrubo odrobinková (polyedrická štruktúra, tmavosivohnedá, mierne čerstvo vlhká, piesčitohlinitá až hlinitá, kyprá až mierne uľahnutá, slabo prekorenená, skelet +	A _n
12—60	nesúdržná polyedrická štruktúra, hnedookrová, čerstvo vlhká, piesčitohlinitá, mierne uľahnutá, vo vrchnej časti slabo prekorenená, skelet + až 5 % (štrk – jeho veľkosť sa zväčšuje s hĺbkou)	(B)
pod 60	zemina ako v (B), len o niečo uľahnutejšia (vrchná časť bazálnej vrstvy), neprekorenená, skelet 20—30 % ostrohranný hrubý štrk granitoidických hornín)	

vzduchu (9,9 °C). Vo vegetačnom období (v porovnaní s dlhoročným priemerom) spadlo väčšie množstvo zrážok len v roku 1979 (428 mm = 133 %). Hydrologický rok 1977/1978 bol zrážkove pod normálom (626 mm = 93 %), vo vegetačnom období 1977 a 1978 boli zrážkové pomery mierne pod normálom (350 mm = 96 %, 346 mm = 94,5 %).

Priebeh fyziologicky prístupnej vody je graficky (prostredníctvom chronoizopliet) znázornený na obr. 1, 2 a 3. Vo vrstve 0—20 cm bol väčšiu časť hydrologických rokov dostatok fyziologicky prístupnej vody. Podľa stupnice Kutílka (1980) v mimovegetačnom období prevládala dobrá zásoba využiteľnej vody. Z hľadiska rastu lesa je zvlášť dôležité aká bola zásoba využiteľnej vody na začiatku vegetácie, a potom jej dynamika a režim v priebehu celého vegetačného obdobia.

V prvých jarných mesiacoch (marec, apríl) bola zásoba využiteľnej vody dobrá, jej obsah v závislosti od poveternostných podmienok kolísal v obidvoch sledovaných lesných porastoch medzi 60 až 90 mm. Z pozorovaní ďalej vyplýva, že najväčšie množstvo pôdnej vody a zároveň aj využiteľnej vody bolo v máji. V priebehu ďalších mesiacov vegetačného obdobia sa jej obsah intenzívne znižoval. Postupné znižovanie zásob využiteľnej vody nedokázali zastaviť ani mimoriadne vysoké zrážky (s výnimkou v bukovom poraste v auguste 1977, kedy napršalo 100,3 mm, v júni 1979 — 123 mm zrážok). Ich výdatnosť sa bezprostredne prejavila len v povrchovej vrstve pôdy. Najnižší obsah využiteľnej vody sa vyskytoval zhodne v dubovo-hrabovom a bukovom poraste v septembri a v októbri. V bukovom poraste sa pohybovalo množstvo využiteľnej vody v rozmedzí dostatočnej a dobrej zásoby, v dubovo-hrabovom poraste sa udržiaval jej obsah prevažne na hranici nedostatočnej zásoby.

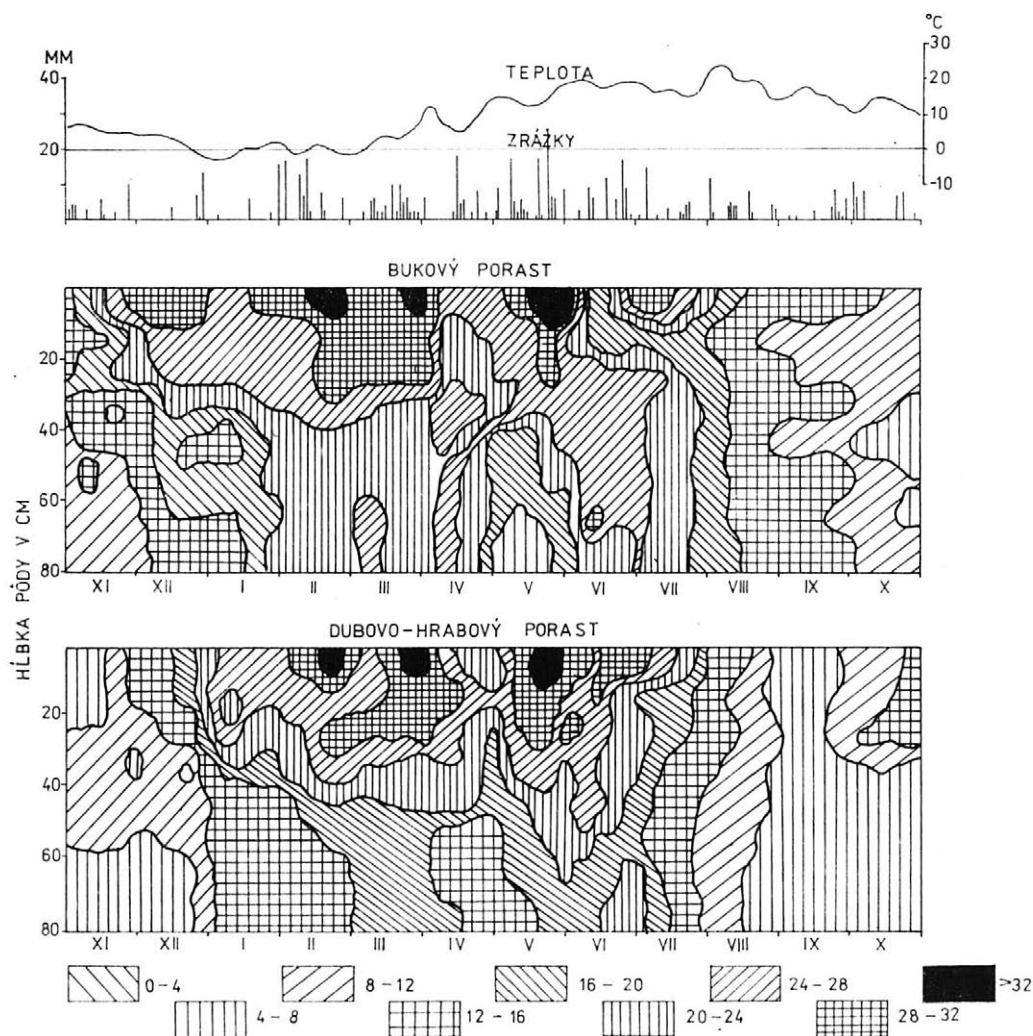
Výraznejšie rozdiely medzi paralelnými porastmi sme zaznamenali v stredných a hlbších vrstvách pôdy. Najviac sa to prejavovalo v zmiešanom poraste, kde po suchých a teplých obdobiach pôda rýchlo strácala ľahko prístupnú vodu (vegetačné obdobie 1977 a 1978). Za kritické možno označiť september a október, kedy sa v zmiešanom poraste znížil



1. Chronoizoplety fyziologickej prístupnej vody v hydrologickom roku 1976—1977.
— Chronoisopleths of physiologically available water in the hydrological year 1976—1977

obsah využiteľnej vody na hranicu neprístupnej zásoby, v bukovom poraste na hranicu ťažko prístupnej zásoby.

V ročnom cykle sme pozorovali tieto cykly dynamiky fyziologickej prístupnej vody: V mimovegetačnom období trval pod zmiešaným a bukovým porastom cyklus s dostatkom ľahko prístupnej vody od decembra do marca, v októbri a v novembri bol prerušený fázou vysychania, v bukovom poraste s podstatne nižšou intenzitou. Vo vegetačnom období prevládal cyklus s dostatočnou zásobou ľahko prístupnej vody, v zmiešanom poraste bol tento stav často prerušovaný suchšou fázou s obsahom relatívne ťažko prístupnej vody. Fáza vysychania dosahovala vrchol v septembri, kedy boli povrchové vrstvy pôdy pod bukovým porastom a takmer celý profil zmiešaného porastu bez fyziologickej prístupnej vody.



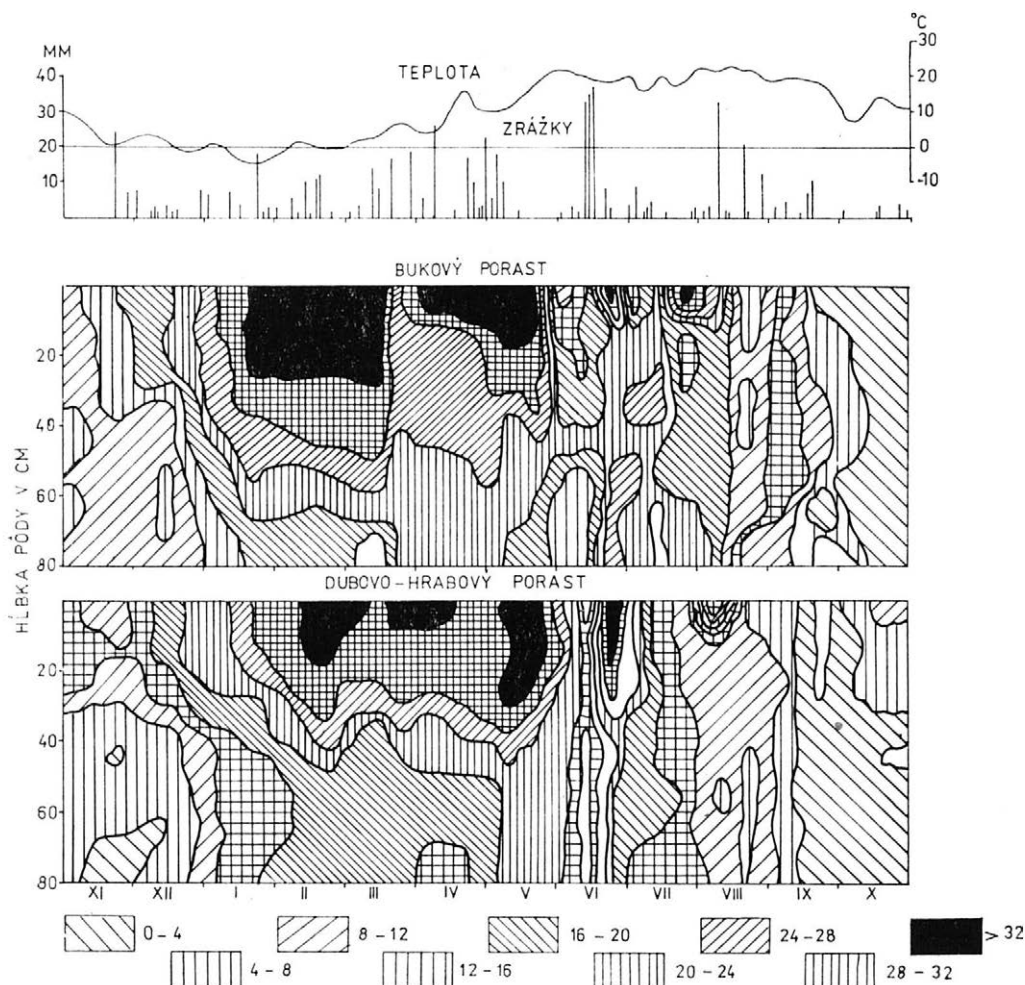
2. Chronoizoplety fyziologicky prístupnej vody v hydrologickom roku 1977—1978.
— Chronoisopleths of physiologically available water in the hydrological year 1977—1978

EKOLOGICKÁ KLASIFIKÁCIA LESNÝCH PŮD

Pre hydrologické a bilančné účely má veľký význam časový rámc pribehu zásoby pôdnej vody. Jeho prostredníctvom možno potom klasifikovať vodný režim pôd. Existuje niekoľko klasifikácií typov vodného režimu [Vysockij 1934, Rode 1956, Pelíšek 1958 a ďalší], väčšina z nich však bez podrobného rozboru ekologických požiadaviek.

Pre klasifikačný systém, ktorý ich rešpektuje, rozpracoval Kutílek (1971) ekologickú klasifikáciu pôdnej vlhkosti. Za hlavné kritériá tejto klasifikácie považuje stupeň prevlhčenia pôdneho profilu, trvanie prevlhčenia a stratifikáciu vlhkosti. Rozmedzie vlhkosti rozdeľuje do intervalov medzi hydrolimity v stanovených vrstvách pôdneho profilu.

S ohľadom na intenzitu a početnosť zmien vlhkosti (hĺbka preko-

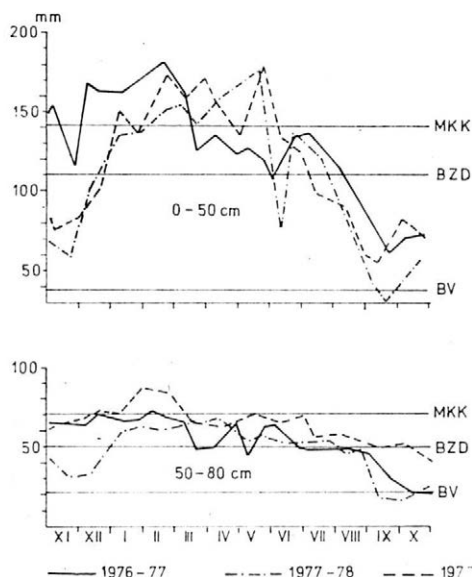
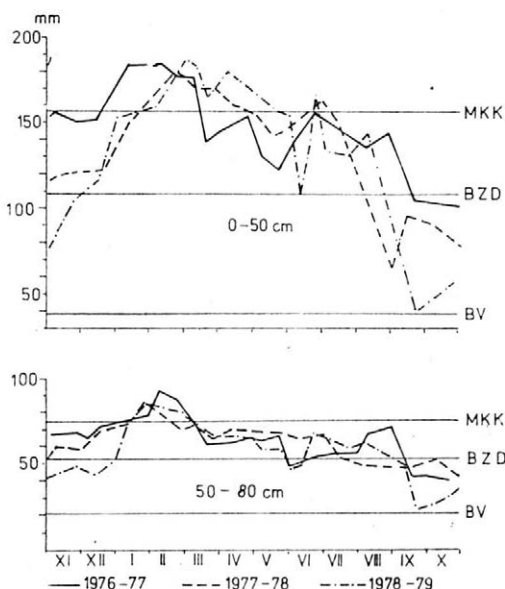


3. Chronoizoplety fyziologicky prístupnej vody v hydrologickom roku 1978—1979.
— Chronoisopleths of physiologically available water in the hydrological year 1978—1979

renenia) sme pôdny profil rozdelili na dve vrstvy, vrchnú 0—50 cm a spodnú 50—80 cm.

Z dĺžky trvania jednotlivých intervalov vlhkosti (obr. 4, 5) vidieť, že v pôdnych profiloch prevládala zásoba vody v rozmedzí hydrolimitov maximálna kapilárna kapacita — bod zníženej dostupnosti.

Vo vrchnej vrstve sa vyskytovali v priebehu hydrologického roka tri klasifikačné triedy vlhkosti; v zimnom období a na začiatku vegetačného obdobia (v období s vysokým zrážkovým úhrnom do mája) interval vlhkosti medzi plnou vodnou kapacitou a maximálnou kapilárnou kapacitou (uvidický interval). Tento stav bol však často prerušovaný intenzívnym poklesom vlhkosti (preukazný vplyv poveternostných podmienok). V prevažnej časti vegetačného obdobia sme klasifikovali vodný režim ako semiuvidický (vlhkosť pôdy medzi hydrolimitmi: maximálna kapilárna kapacita — bod zníženej dostupnosti), na konci vegetačného



4. Zásoba vody v profile pôdy pod bukovým porastom. — Water reserve in the soil profile under beech stand

5. Zásoba vody v profile pôdy pod dubovo-hrabovým porastom. — Water reserve in the soil profile under oak-hornbeam stand

obdobia ako semiaridný (v rozmedzí hydrolimitov bodu zníženej dostupnosti a bodu vädnutia).

V spodnej vrstve prevládal po celý hydrologický rok semiuvídnický interval, na kratšiu dobu (september, november) bol prerušený semi-aridným intervalom vlhkosti.

ZHRNUTIE VÝSLEDKOV

Režim fyziologicky prístupnej vody má vzhľadom na vplyv jednotlivých zložiek vodnej bilancie (Tužinský 1980) v priebehu hydrologického roka rozdielny priebeh. V zimnom období sa v pôde množstvo fyziologicky prístupnej vody hromadí, vo vegetačnom období sú relatívne pravidelné zmeny potlačené odčerpávaním vody koreňmi bylín a lesných drevín. Najviac kolíše obsah využiteľnej vody vo vrchnej vrstve pôdy (0—20 cm).

V zrážkove zabezpečenom období si udržuje vrchná vrstva (0 až 20 cm) dobrú zásobu využiteľnej vody do júna, v ostatnom období kolíše jej obsah medzi dobrou a nedostatočnou zásobou. Za kritické možno považovať vlhkostné pomery v septembri a v októbri, v zmiešanom poraste býva prevažne nedostatočná, v bukovom poraste dostatočná zásoba využiteľnej vody.

V stredných vrstvách pôdy (20—50 cm) trvá v zimných mesiacoch cyklus s dostatkom ľahko prístupnej vody. V letných mesiacoch majú dreviny k dispozícii prevažne len relatívne ťažko prístupnú vodu. V období maximálneho vysychania pôdy (druhá polovica vegetačného obdobia) kolíše obsah využiteľnej vody v rozmedzí relatívne ťažko prístupnej až neprístupnej vody.

V najhlbších vrstvách (50—80 cm) sú obsahové zmeny využiteľnej

vody vyvolané odčerpávaním pôdnej vody koreňmi lesných drevín. Ľahko prístupnú vodu obsahuje 50—80 cm vrstva pôdy v zimnom období a na začiatku vegetačného obdobia, v ďalšom období hydrologického roka sa vyskytuje obsah využiteľnej vody v rozmedzí ľahko prístupnej až ťažko prístupnej vody.

Porovnanie sledovaných lesných ekosystémov ukazuje na nepriaznivejšie pôsobenie dubovo-hrabového porastu na režim a dynamiku fyziologicky prístupnej vody. Diferencie medzi uvedenými porastmi sú spôsobené rozdielnou intercepciou lesných drevín (v dubovo-hrabovom poraste zadržia koruny stromov 26 % zrážok, v bukovom poraste 21 %, zachytávaním vody hustejšou vrstvou bylín a tráv (v dubovo-hrabovom poraste o 4 % viac). Evapotranspirácia dosahuje v dubovo-hrabovom poraste hodnoty od 0,63 mm za deň (v zrážkove nezabezpečenom období) do 4,21 mm za deň (v zrážkove zabezpečenom období), v bukovom poraste od 0,24 mm za deň do 3,56 mm za deň.

V závislosti od pôsobenia lesa na celkovú vodnú bilanciu sa pod dubovo-hrabovým porastom v zrážkove podnormálnom hydrologickom roku vytvára semiaridný interval vlhkosti pôdy, v bukovom poraste (v dubovo-hrabovom poraste len v zrážkove zabezpečenom období) prevláda semiuvidický interval vlhkosti pôdy.

Došlo dne 22. 6. 1983

Literatúra

- CABART, J.: Vliv lesního porostu na teplotu půdy. Věd. práce VÚM v Praze, 9, 1967, s. 227-246
- ČERMÁK, J. a kol.: Tok vody v systému půda — rostlina — atmosféra na příkladu břízy v lesním porostu. Zb. Bilancia energie a vody v poľných a lesných ekosystémoch, 1979, s. 135-149
- CHIRIȚA, C. D.: L'étude des régimes d'humidité des sols pour des buts écologiques. Les indices d'humidité active. Intern. Congress of soil science, Bucharest, 1964
- INTRIBUS, R.: Mikroklimatické pomery bukových porastov s úrovňovou a podúrovňovou prebierkou. Věd. práce VÚLH, 7, 1966, s. 119-143
- KASPAR, I.: Příspěvek k měření vlhkosti zemín tepelnou metodou. Zb. Medzin. symp. o půdní vodě, Praha, 1967, s. 163-176
- KREČMER, V.: Mikroklimatický a vodní režim borových kotlíků. Práce VÚL ČSR, 19, 1960
- KRONTORÁD, K.: Některé změny v půdách pod mlazinami s různými pěstebními zásahy. Sborník VŠZ, 3, Brno, 1958
- KURÁŽ, V. — MATOUŠEK, J.: Přenosný dielektrický měřič vlhkosti. Čsl. patent, 1975
- KUTÍLEK, M.: Ekologická klasifikace půdní vlhkosti. Vodní hospodářství, 9, 1971, s. 250-256
- KUTÍLEK, M.: Vodohospodářská pedologie. SNTL, Praha, 1978
- MAŘAN, B.: Vliv podrostu na vlhkost lesní půdy. SVLÚ, Praha, 1947
- MRÁZ, K.: Očekávané změny stanovištních poměrů Jihomoravských lužních lesů vlivem budovaných vodohospodářských úprav. Zprávy lesnického výzkumu, 3, 1973, s. 2-9
- MRÁZ, K.: Vodní režim půdy na rovině. ČZS VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1978
- PELÍŠEK, J.: Klasifikace a charakteristika dynamiky půdní vlhkosti v lesních oblastech ČSR. Lesnictví, 8, 1958, s. 689-712
- RODE, A. A.: Vodnyj režim počv i jeho typy. Počvovedenije, No 4, 1956, s. 1-23
- SLAVÍK, B. a kol.: Ekologie kotlíkové obnovy smíšeného lesa. Rozpravy ČSAV, Praha, 1957
- TUŽINSKÝ, L.: The Water Regime and Soil Moisture Dynamics in the Forest Ecosystems of the Low Carpathians. Scientia Agriculturae Bohemoslovaca, 15, 1983, s. 1-13
- TUŽINSKÝ, L.: Dynamika vlhkosti půdy v lesných ekosystémoch Malých Karpát. ČZS VÚLH Zvolen, 1980, 59 s.
- VYSOCKIJ, G. N.: O глубопоčвенном почвоведении. Почвоведение, 6, 1934

ТУШИНСКИ, Л. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). Режим физиологически доступной воды в дубово-грабовой и буковой лесных экосистемах Малых Карпат. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 363-372.

Настоящая работа рассматривает режим физиологически доступной воды в дубово-грабовом и буковом лесонасаждениях Малых Карпат, в лесах 3-й и 4-й вегетационных степеней за период гидрологических лет 1976—1979.

Режим физиологически доступной воды имеет в ходе гидрологического года различное течение. Различия между параллельными насаждениями вызваны различной интерцепцией кронами лесных древесных пород, улавливанием и задерживанием атмосферных осадков наземной растительностью, различным непродуктивным испарением и т.п.

На протяжении гидрологического года больше всего колеблется содержание физиологически доступной воды в верхнем 0—20 см слое почвы. В период обеспеченности осадками в этом слое хранится хороший запас используемой воды. В прочих периодах ее содержание колеблется между хорошим и неудовлетворительным запасом.

В средних слоях (20—50 см) содержится достаточное количество легко доступной воды в зимние месяцы, тогда как в летние месяцы в распоряжении имеется в основном лишь относительно трудно доступная вода.

В самых глубоких слоях (50—80 см) содержание полезной воды колеблется от легко доступной по трудно доступную воду.

В зависимости от действия леса на общий водный баланс под дубово-грабовым древостоем в гидрологическом году с осадками ниже нормы образуется полусухливы интервал влажности (влажность почвы между точкой пониженной доступности воды и точкой увядания), в буковом древостое (в дубово-грабовом насаждении лишь в период с обеспеченными осадками) преобладает полувлажный интервал влажности (влажность почвы между максимальной капиллярной влагоемкостью и точкой пониженной доступности воды).

гидрология лесная; гидрологический год; интерцепция

TUŽINSKÝ, L. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen). *Regime of Physiologically Available Water in Oak-Hornbeam and Beech Forest Ecosystem of the Low Carpathians*. Lesnictví, 30, 1984 (4) : 363-372.

The regime of physiologically available water is described for oak-hornbeam and beech stands in the Low Carpathians in forests of 3rd and 4th vegetation belts for the period of the hydrological years 1976—1979.

The pattern of the regime of physiologically available water is differentiated in the course of the hydrological year. The differences between parallel stands are due to different interception by the tree-crowns of forest species, interception of atmospheric precipitation by forest-floor vegetation, different nonproductive evaporation, etc.

The content of physiologically available water fluctuates most in the upper 0—20 cm layer of soil in the course of the hydrological year. In the period with enough precipitation, the reserve of available water is sufficient in this layer. In the remaining period, water content varies from good to insufficient levels.

In the medium-deep layers (20—50 cm) the reserve of easily available water is high enough in winter months, compared with summer months when relatively hardly available water is accessible.

In the deepest layers (50—80 cm) the content of water varies within the range easily available — hardly available water.

In relation to the effects of the forest on total water balance, in the hydrological year with below-average precipitation semi-arid moisture interval prevails in the oak-hornbeam stand (soil moisture content between the point of worse availability and the wilting point), in the beech stand (in the oak-hornbeam stand only in the period with enough precipitation) semi-uid moisture interval prevails (soil moisture content ranges between maximum capillary capacity and point of worse availability).

forest hydrology; hydrological year; interception

Adresa autora:

Ing. Ladislav Tužinský, CSc., Výskumný ústav lesného hospodárstva, 960 92 Zvolen

KYSELÉ DEŠTĚ

Príspevek je stručným výťahom ze studie švédskeho badateľa a specialisty dané problematiky Folke Anderssona zverejnené v periodiku *Naturopa — Europäisches Informationszentrum für Naturschutz*, č. 43/1983, Strassburg-Cedex.

V posledných 20 letech narústajú obavy ze škodlivých účinků znečistení atmosféry na lesy v Európe a ve svete vůbec. V roce 1972 probíhala ve Stockholmu konference o problémech znečistení atmosféry a srážek sírou. Výsledky studií se vztahovaly hlavně na situaci ve Švédsku, kde s narůstajícími materiálními škodami vzrůstají škody způsobené korozi, okyselením jezer a škodlivými účinky na půdy a lesní porosty. Během posledních pěti roků se objevily také alarmující zprávy o odumírání lesních porostů ve Švédsku.

V červnu uspořádala švédská vláda mezinárodní konferenci na téma Okyselení životního prostředí, jejíž výsledky byly také ratifikovány v Ženevě v dokumentu o vzájemné spolupráci a opatřeních pro zabránění znečišťování atmosféry. Z této konference byl vydán sborník s názvem Okyselení dnes a v budoucnu. Pojednává se tu o účincích a problémech kyselých dešťů po stránce vědecké i politické a obsahuje přehled o dnešních a možných účincích zejména se zřetelem k poměrům ve Švédsku. V poslední části jsou popsány směrnice, které je možno upotřebit pro zmenšení okyselení. Konference měla dvě sekce projednávající jednak ekologické účinky kyselých dešťů a obrannou strategii proti působení složek síry, jednak účinky imisí dusíkatých sloučenin.

Popis kyselých dešťů a jejich komplexních účinků na evropské lesy vychází hlavně z poznatků této konference.

Kyselé složky, resp. spady, tvoří soubor různých chemických složek, které se různě projevují. Není možno výzkumy omezit jen na kyselé složky v dešťových srážkách, ale je možno uvažovat také některé další chemické sloučeniny znečišťující ovzduší a působící škodlivě na ekosystémy.

Pod pojmem okyselení nebo překyselení se rozumí zvýšení koncentrace vo-

díkových iontů. Počátek okyselení půd začíná v době, kdy rostliny začínají osídlovat holou půdu. Stoupající okyselení možno nazpět sledovat do té doby, kdy se počaly pravidelně spalovat organické látky bohaté sírou. Zvýšená intenzita tohoto spalování začala počátkem industrializace během 18. století. Výrazně se tento vývoj urychlil v letech po roce 1950, kdy se začal spalovat olej s různými obsahy síry. Dnes se počítá, že obsah síry v půdách a vodních plochách pochází asi z 50 % z olejů, ze 40 % z uhlí a z 10 % z ostatních průmyslových zdrojů.

Při spalování organických látek obsahujících síru se tvoří plynný oxid siřičitý, který se v atmosféře mění dešti na iony vodíku a sulfátů. Během spalování se tvoří také oxidy dusíku a mění se dešťovou vodou na vodík a nitráty, resp. kyselinu dusičnou. Odhaduje se, že asi 1/3 acidity ve srážkách pochází z kyseliny dusičné. Rozpusťné okyselující látky ve formě plynné nebo tuhé (hlavně částice těžkých kovů) působí mnohem škodlivěji v lesních oblastech, zejména na vlhké půdy.

Plyny (např. SO_2) působí na organismy a půdy bezprostředně. Listy lesních porostů přijímají tuto plynnou formu přímo a při vyšší koncentraci se pak snižuje intenzita fotosyntézy. Zvyšování acidity v lesních oblastech výrazně ovlivňuje padochemické procesy a biologii půdy. Dochází k poruchám výživy lesních porostů a při vyšším okyselení se mohou uvolňovat toxické prvky a přecházejí pak do koloběhu v systému půda-rostliny, resp. lesní porosty. Účinky okyselení závisí hlavně na vlhkých nebo suchých exhalátech a na přírodní stabilitě nebo citlivosti půdy, popř. vody ve vodních nádržích. Působnost exhalátů také velmi závisí na vzdálenosti od zdroje emisí, které mohou být zaneseny někdy i na značné vzdálenosti. Bezprostředně jsou poškozovány kmeny i celé stromy a často jsou postižovány i kořenové systémy, čímž je zhoršována výživa lesních porostů a jejich přírůstek. Exhalátovými látkami je rovněž poškozována flóra a fauna lesních oblastí.

Autor srovnává dva rozdílné případy stavu a působení exhalátů ve střední

Evropě a jižní Skandinávii. Uvádí, že střední Evropa je silně postihována vysokými kvanty exhalátů síry a dusíku, kdežto ve Skandinávii působí jen malá množství těchto exhalátů. Pro střední Evropu udává ročně na 1 ha spad 30—60 kg síry a 15—30 kg dusíku. Odhaduje, že dnes je postižen a zčásti již i odumírá ve střední Evropě 1 milión ha lesů, a to hlavně jedlové a smrkové porosty. Uvádí, že zde přímo působí oxidy síry a dusíku za spolupůsobení ozónu, jež způsobují hlavně škody na listech, a tím snižují mechanismus fotosyntézy. Výzkumy ukázaly, že již nepatrná kvanta oxidu síry redukuje přírůst porostů. Uvádí, že úbytky přírůstů se objevují ve střední Evropě již při nízké koncentraci 25—50 ppm SO₂. Tyto koncentrace převládají již nyní ve značné části Evropy. Objevují se však již škody i při menších koncentracích, a to v situacích, kdy působí současně oxidy síry a dusíku nebo ve spojení s ozónem. Je to nový a velmi důležitý poznatek. Jestliže se zvyšuje ve vzduchu obsah oxidů dusíku, zvyšuje se zároveň i tvorba ozónu, což může v budoucnu nabývat až extrémních forem.

Také v půdách probíhají působením kyselých iontů vodíku, síry a dusíku značné změny. Mění se výměna kationtů v půdě a zvyšují se ztráty kationtů. K okyselení jsou náchylné zejména půdy písčité a mokré až zbahnělé. V některých oblastech vlivem okyselení dochází k uvolňování hliníku a těžkých kovů působících toxicky na půdní organismy. Ve střední Evropě a zejména ve vyšších polohách a na svazích exponovaných proti převládajícím větrům působí zvýšené množství kyselých složek — zejména z mlžných kapiček — které zde okyselováním a vyplavováním snižují puňrovací schopnost půd, hlavně ztrátami vápníku a hořčíku.

Negativní působení kyselých dešťů na okyselování půd a růstové možnosti může být omezeno přítomností exhalátů se zvýšenými podíly dusíku. Také draslík a hořčík mohou být kyselými dešti vymývány z půd. To se ve zvýšené míře projevuje zejména na minerálně chudých lesních půdách střední Evropy. Uvádí se také hypotéza, že stromy, které jsou velmi dobře zásobeny dusíkem, mají omezený vývoj kořenů a jsou méně odolné proti chorobám. Stejná situace platí také pro škody, které vznikají ky-

selými mlhami na listech a pro možné škody na kořenech a mykorrhize účinky volného hliníku a těžkých kovů vlivem okyselení lesních půd. Drastické změny ve středoevropských lesích a půdách vyžadují proto podrobná šetření všech stopových látek včetně těžkých kovů.

V jižní Skandinávii spadá ročně na 1 ha půdy 10—35 kg síry a 5—15 kg dusíku. Ve srovnání se střední Evropou je zde méně suchých exhalátů, popílků. Bezprostřední účinky exhalátů jsou omezeny hlavně na okolí zdrojů emisí, takže se účinky ukazují jako regionální. V lesích nebyly pozorovány, resp. konstatovány, žádné znaky snížení dřevní produkce a celkového přírůstu porostů a zdůvodňuje se to vzrůstajícím kvantem dusíkatých exhalátů. Oproti střední Evropě se to vysvětluje lepšími bonitami půdy, zvýšeným kvantem dusíku a omezením škodlivého působení ostatních škodlivých faktorů. Zvýšené obsahy iontů SO₄ a SO₂ v exhalátech vedou k pokračujícím ztrátám zejména vápníku, hořčíku a draslíku. Podzemní vody a vody povrchových jezer v oblastech s jílovitými půdami mají také zvýšené obsahy toxického volného hliníku a těžkých kovů.

Autor uvádí, že jediná rozumná cesta ke zmírnění škod kyselými exhaláty a spady je zmenšení znečištění exhalátů přímo ve zdrojích těchto kyselých produktů. Vápnění půd a jezer nelze považovat za řešení, neboť působí jen přechodné zlepšení.

Na konferenci ve Stockholmu v roce 1982 bylo konstatováno, že při současném ročním spadu síry ve Švédsku méně než 0,5 g na m² nepřicházejí v úvahu vážnější škody na půdách a jezerech. To odpovídá asi třetině až osmině nynějšího spadu exhalátů v jižní Skandinávii. Většina zemí také souhlasila s usnesením ženevské konference zmenšit emise ve vzduchu, což platí zejména o složkách síry a dusíku. Je to dnes závažný úkol pro chemiky-technologie při vypracovávání nových výrobních postupů.

Dnešní vývoj škod kyselými dešti na životním prostředí ve střední Evropě jasně ukazuje nutnost zavedení účinných opatření, resp. protiopatření, aby se zlepšila situace nejen dnes, ale i do budoucna. Je v zájmu všech lidí chránit živou a zdravou přírodu a její zdravé ekologicky optimální prostředí.

Prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 613 00 Brno

OBSAH

Pelíšek J.: Některé problémy lesnického půdoznalství a mikrobiologie v ČSSR	279
Pelíšek J.: Půdní poměry lužních lesů Československa	281
Mráz K.: Vodní režim lesních půd chlumní oblasti	301
Šarman J.: K problému stanovení zásoby energie v humusu lesních půd	313
Grunda B., Kulhavý J.: Půdy lesnický rekultivovaných hald v Ostravsko-karvinském revíru	321
Jelínek S.: Mikromorfologické znaky humusoželezitých podzolů na vybraných lokalitách v horských oblastech ČSR	333
Bublinec E.: Pedomelioračná funkcia lesných drevín a jej hodnotenie	339
Lettl A.: Vliv rhizosféry travin na biochemické aktivity heterotrofních bakterií z lesní půdy	351
Tužinský L.: Režim fyziologicky přístupnej vody v dubovo-hrabovom a bukovom lesnom ekosystéme Malých Karpát	363
Aktuality	
Pelíšek J.: Kyselé deště	373

СОДЕРЖАНИЕ

Пелишек Й.: Некоторые проблемы лесного почвоведения и микробиологии в ЧССР	279
Пелишек Й.: Почвенные условия пойменных лесов Чехословакии	298
Мраз К.: Водный режим лесных почв холмогорной области	312
Шарман Я.: О проблеме определения запаса энергии в гумусе лесных почв	320
Грунда Б., Кулгавы Я.: Почвы лесохозяйственно осваиваемых отвалов в Остравско-Карвинском каменно-угольном бассейне	332
Елинек С.: Микроморфологические признаки гумусожелезистых подзолов в некоторых местностях в горных областях ЧСР	338
Бублинец Э.: Почвенно-мелиоративная функция лесных древесных пород и ее оценка	Ан 350
Леттл А.: Влияние ризосферы трав на биохимическую активность гетеротрофных бактерий из лесной почвы	361
Тужински Л.: Режим физиологически доступной воды в дубово-грабовой и буковой лесных экосистемах Малых Карпат	372
Новости	
Пелишек Й.: Кислые дожди	373



Pelíšek J.: Some Problems of Forest Pedology and Microbiology in the Czechoslovak Socialist Republic	279
Pelíšek J.: Soil Conditions in the Riverine Forests of Czechoslovakia	299
Mráz K.: Water Regime of Forest Soils in the Hill Region	312
Šarman J.: Determination of Energy Reserve in the Humus of Forest Soils	320
Grunda B., Kulhavý J.: Soils on the Dumps Reclaimed by Forestation in the Ostrava-Karviná District	332
Jelínek S.: Micromorphological Traits of Humus-Iron Podzols at some Localities in the Mountainous Regions of the CSR	338
Bublinec E.: Soil-Conserving Function of Forest Tree Species and its Evaluation	350
Lettl A.: The Influence of Grass Rhizosphere on the Biochemical Activities of Heterotrophic Bacteria from Forest Soil	362
Tužinský L.: Regime of Physiologically Available Water in Oak-Hornbeam and Beech Forest Ecosystem of the Low Carpathians	372
Topical News	
Pelíšek J.: Acid Rains	373

LESNICTVÍ č. 5/1984

je tematicky zaměřeno k oslavám stoletého výročí LTM a HB v Československu:

Riedl O.: Sto let činnosti hrazení bystrin v ČSSR

Chlebek A., Jařabáč M.: Rozbor odtokových kulminací v beskydských experimentálních povodích

Zelený V., Jařabáč M., Chlebek A.: Vliv břehových porostů na průtočnost vody korytem

Valtýni J.: Objekty, systavy a technológie zahrádzania bystrín na Slovensku

Krešl J.: Příspěvek k řešení erozně chráněné délky svahu v lesním hospodářství

Novák L.: Využití poznatků o vlastnostech splavenin při hrazení bystrin

Herynek J.: Užití výbušnin při melioracích zamokřených ploch a kvalita povrchových vod

Aktuality

Korf V., Krešl J., Marko J.: Zakladatelé oboru LTM a hrazení bystrin v ČSSR — odborníci, vědci, vysokoškolští učitelé

Landa M.: Vývoj služby hrazení bystrin

Lesnictví č. 5/1984 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

Podepsáno k tisku 12. 3. 1983

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, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.