

SBORNÍK
ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

Lesnictví



ROČNÍK 6 (XXXIII) — PRAHA, ČERVENEC 1960

CENA 12 Kčs

SBORNÍK

Československé akademie zemědělských věd

LESNICTVÍ

Řídí redakční rada: akademik Bohuslav Polanský (předseda), inž. L. Hružík, dopisující člen ČSAZV prof. dr. inž. V. Korf, akademik B. Maňan, inž. A. Ryška, inž. A. Sobotka, dopisující člen ČSAZV doc. dr. inž. M. Vyskot. — Vedoucí redaktorka Helena Svobodová.

© Československá akademie zemědělských věd, Praha 1960

Obsah — Содержание — Content — Inhalt

Pelíšek J.: Význam a úkoly meliorací lesních půd v ČSR	515
Pelíšek J.: Klasifikace a charakteristika degradovaných lesních půd v ČSR Классификация и характеристика деградированных лесных почв в ЧСР Klassifikation und Charakteristik der degradierten Waldböden in der Tschechoslowakischen Republik	517
Materna J.: Meliorace lesních půd organominerálními hnojivy Мелиорация лесных почв органоминеральными удобрениями Melioration von Waldböden mit organomineralischen Düngern Amelioration of forest soils by organomineral manures	533
Lhotský J.: Vliv meliorační kultivace lesních půd na dynamiku ústrojné příměsi Влияние мелиоративной культивации лесных почв на динамику органи- ческого вещества Einfluß der Meliorationskultivierung der Waldböden auf die Dynamik der organischen Stoffe	549
Kozel J.: Kombinovaný způsob meliorace degradovaných písčitých lesních půd s ortштейnem Комбинированный способ мелиорации деградированных песчаных лес- ных почв с орштейном Kombinierte Meliorationsmethode degradiertter Waldsandböden mit Ortstein	569

Význam a úkoly meliorací lesních půd v ČSR

Dopisující člen ČSAZV prof. dr. inž. Josef PELÍŠEK

Lesní půda je základním výrobním prostředkem lesního hospodáře, který s ní musí účelně hospodařit tak, aby ji maximálně produkčně využil při zachování anebo i při zvyšování její produkční schopnosti. Nesprávné hospodaření s lesní půdou způsobuje zhoršení jejich ekologicky důležitých vlastností a tím snížení její produkční schopnosti. Vznikají tím různě silné degradované lesní půdy, podmiňující pak snížené přírůsty dřevní hmoty a netvárné porosty.

Degradované lesní půdy jsou tedy půdy původně úrodné, jejichž produkční schopnost poklesla zejména následkem nevhodných hospodářských způsobů a nevhodné dřevinné skladby porostů.

Degradaci lesních půd z produkčního hlediska označujeme větší nebo menší pokles úrodnosti a produkční schopnosti, způsobený zpravidla průběhem výrazné až extrémní podzolizace nebo zamokřením až zbahněním půd.

Z ekonomického hlediska je meliorace degradovaných lesních půd důležitým celostátním národohospodářským problémem, neboť dnešní rozsáhlé plochy degradovaných lesních půd nejenže často produkují jen minimální množství dřevní hmoty, ale silně narušují i náš celý vodohospodářský systém.

Hospodářské ztráty, vznikající snížením produkce dřevní hmoty následkem degradace lesních půd, činí mnohamiliónové částky. Je proto nutné dokonale poznat tyto degradované lesní půdy po všech stránkách a buď degradační procesy zmírnit na nejmenší stupeň nebo úplně tyto půdy meliorovat — znovuzúrodnit — a vytvořit tak vhodné půdní prostředí pro stanovištně správné porosty. S tím je úzce spojena i otázka přeměn lesních porostů o nevhodné dřevinné skladbě na porosty stanovištně vhodné a únosné.

Úspěch zúrodnění degradovaných lesních půd závisí zejména na zjištění příčin degradace a následků degradace, podle čehož pak mohou být vypracovány i vědecké směrnice pro melioraci. V tomto směru čeká naše lesnické výzkumnictví ještě mnoho práce, která také prohloubí naše dosavadní znalosti o lesní půdě, které se dříve věnovalo jen málo pozornosti.

Je třeba zdůraznit, že směrnice pro meliorační způsoby v jedné oblasti nelze zpravidla použít v druhé oblasti. Nelze tedy zpravidla směrnice pro znovuzúrodnění lesních půd generalizovat pro různé oblasti našeho státního území. Nutno

vždy pracovat jen na základě důkladných půdních výzkumů nebo průzkumů za stálého prověřování vegetačními pokusy s lesními kulturami, které představují biologický test melioračních zásahů do půdy. Jen tímto způsobem vědecké práce je možno znovuzúrodnit postižené lesní půdy a vyvarovat se nezdarů, spojených často s velkými finančními ztrátami.

Účelem melioračních opatření na degradovaných půdách je odstranit ekologicky nepříznivé vlastnosti půd, snižující jejich produkční schopnost a způsobující tím nižší přírůstky a tím i nižší produkci dřevní hmoty. Meliorační zásahy mají především snížit vysokou kyselost půd na optimální míru pro lesní porosty a přeměnit vrstvy surového a pourchového kyselého humusu v živný humus, tj. urychlit humifikaci zlepšením chemických a mikrobiologických podmínek. V některých bezhumózních degradovaných půdách bude nutno melioračními zásahy humus v půdách vytvořit.

Významným úkolem melioračních prací je hnojení lesních půd, tj. dodávání rostlinných živin do surchných ochuzených půdních vrstev, zejména ve výrazných a extrémních podzolech. Tím se uspíší zalesnění takových půd a usnadní přeměny nevhodných porostů jehličnatých na porosty listnaté nebo smíšené, zejména v našich nížinných a pahorkatinných oblastech. U nás je dosud jen málo používáno hnojení lesních půd, ačkoliv perspektivně se jistě významně uplatní, a to hlavně v našich nížinných a pahorkatinných lesních oblastech s menší členitostí terénu.

Pro znovuzúrodnění degradovaných lesních půd můžeme použít melioračních způsobů mechanických, chemických a biologických v různých vzájemných kombinacích.

Všechny tyto meliorační práce a opatření mají za účel znovuzúrodnit naše degradované lesní půdy, umožnit tak jejich rychlé zalesnění s řádnými přeměnami na správné formy hospodářského lesa s odpovídající dřevinnou skladbou a s dobrou vodohospodářskou funkcí.

Klasifikace a charakteristika degradovaných lesních půd v ČSR

Классификация и характеристика деградированных лесных почв в ЧССР

Klassifikation und Charakteristik der degradierten Waldböden in der Tschechoslowakischen Republik

Dopisující člen ČSAZV prof. inž. dr. Josef PELÍŠEK

Katedra geologie a pedologie lesnické fakulty Vysoké školy zemědělské a lesnické v Brně

Došlo dne 30. III. 1960

Lesní půdy se sníženou produkční schopností můžeme rozdělit v ČSR na dvě hlavní skupiny:

- lesní půdy s přirozeně či primárně nízkou produkční schopností,
- lesní půdy s druhotně sníženou produkční schopností neboli půdy degradované.

Nízká produkční schopnost u lesních půd první skupiny je podmíněna přirozenými či primárními nepříznivými vlastnostmi půd, u druhé skupiny lesních půd je snížená produkční schopnost způsobena zpravidla nevhodnými hospodářskými způsoby nebo nevhodnou dřevinou skladbou porostů.

Lesní půdy s přirozeně nebo primárně nízkou produkční schopností

Tyto lesní půdy s primárně nízkou produkční schopností jsou zpravidla charakterizovány těmito znaky neboli vlastnostmi: mělkostí půdního profilu, štěrkovitostí až kamenitostí půdního profilu, nedostatkem vody (nebo přebytkem vody v rašeliništních půdách), velkou vysýchavostí, nedostatkem vzduchu a nedostatkem živin.

Tím jsou také značně zhoršeny v těchto půdách ekologicky důležité vlastnosti fyzikální, chemické a mikrobiální, mající za následek vznik a tvorbu nepřirůstavých, prořídých a netvárných lesních porostů.

V našich lesních oblastech kryjí mělké půdy hlavně vrcholy úzkých hřbetů nebo příkřejší svahy s převážnou expozicí k jihu. Vznikají zejména na špatně zvětrávajících půdotvorných horninách (s vyšším obsahem SiO_2) a nejvíce jsou rozšířeny hlavně na křemitých žulách, liparitech, znělcích, na křemitých rulách, granulitech, na křemitých břidlicích, na křemitých pískovcích, drobách, křemencích, rohovcích a buližnicích. Místa jsou vytvořeny i na vápencových dolomitických

nebo hadcových hřbetech anebo na vyšších hřbetech dun přesypových písků. Jsou to zpravidla půdy mělké a bez zřetelnějšího vytvoření stratigrafie půdního typu.

Prořídle a netvárné lesní porosty na těchto mělkých a suchých půdách nutno zařadit do ochranných lesů a vyřadit je z normálního hospodaření, neboť tyto lesní porosty mají zde půdoochrannou funkci.

Tyto půdy s primárně nízkou produkční schopností mohou být ještě druhotně degradovány nevhodnými pěstebními nebo jinými hospodářskými zásahy, jako např. pěstováním stanovištně nevhodných dřevin, holopasečením, krátkou obmýtní dobou apod. U těchto půd je také jejich zlepšování či meliorace zpravidla značně obtížná a jde tu hlavně o krytí půdy a zlepšení vodního režimu jako zábrana proti devastaci vodní erozí.

Rašeliništní půdy s přebytkem vody a nedostatkem vzduchu mohou být primární i sekundární a jejich indikační charakteristika je uvedena ve statí o půdách zbahněných neboli hydrogenních.

Lesní půdy degradované a onemocnělé s druhotně sníženou produkční schopností

Lesní půdy původně úrodné, vykazující dnes pokles úrodnosti a místy až úplné krnění lesních porostů, se označují jako půdy uměle degradované. Pro tyto lesní půdy se používá někdy i jiných výrazů jako: stárnutí, degenerace, onemocnění, ochuravění, zdivočení, devastace, vymrskání atd. Jsou to jen synonyma pojmů degradace půd, vyjadřující někdy i přímo příčiny zhoršení půdní úrodnosti.

Výzkumnými pracemi o našich degradovaných lesních půdách se zabývali zejména B. Mařan, Ant. Němec, J. Pelíšek a Lad. Smolík a z nynějších pracovníků zejména Jar. Ferda, J. Lhotský, Jar. Kozel a J. Materna.

Degradaci lesních půd možno rozdělit na dvě hlavní skupiny:

- a) degradace lesních půd z hlediska pedogenetického,
- b) degradace lesních půd z hlediska produkčního.

Degradace půd z hlediska pedogenetického neznamená zpravidla snížení produkční schopnosti, nýbrž právě naopak může vést ke zvýšení produkční schopnosti. Například mírná až střední degradace černozemí nebo rendzin vlivem lesních porostů znamená výrazné zlepšení poměrů chemických, biochemických a mikrobiálních, a tím také zvýšení produkční schopnosti takových půd. Tato degradace nebude zde brána v úvahu.

Degradaci lesních půd z produkčního hlediska označujeme větší nebo menší pokles produkční schopnosti způsobenou zpravidla průběhem extrémní podzolizace s případným následným oglejením na původních půdních typech s mírnou až střední podzolizací a na půdních typech skupiny hnědých a šedých lesních půd.

Degradované lesní půdy jsou tedy půdy původně úrodnější, jejichž produkční schopnost poklesla zpravidla následkem nevhodné hospodářské činnosti (monokulturami jehličnanů i listnáčů, hrabáním steliva, travením, holopasečením na velkých plochách aj.).

Zvýšenou degradací dochází až k onemocnění lesních půd, které má za následek silný pokles produkční schopnosti půd a tím pak krnění lesních kultur a porostů a někdy až úplné jejich vyhynutí. Degradace lesních půd způsobuje

tedy pokles jejich produkčních schopností, který může být podle povahy nevhodných hospodářských způsobů a trvání jejich působení buď přechodný anebo stálý a dále se ještě zhoršující.

Z hlediska komplexní půdní dynamiky jsou degradované až onemocnělé lesní půdy charakterizovány hlavně těmito dílčími procesy v různé vzájemné kombinaci: zvýšení kyselosti, porušení vzdušného režimu, porušení vodního režimu, porušení koloběhu živin, zhoršení humifikačního procesu, porušení nitrifikace, silné snížení biologické činnosti, silný proplach živin a půdních koloidů do spodin a jejich výrazné vysrážení ve spodinách, výrazná až extrémní podzolizace.

Výslednice těchto dílčích zhoršených procesů jeví se v profilu lesních degradovaných až onemocnělých podzolových půd takto: zvýšená tvorba povrchového a kyselého surového humusu, vznik vyběleného a silně ochuzeného a zpravidla slehlého A_2 -horizontu s nedostatkem rostlinných živin, tvorba ortštajnových konkrécií až vznik souvislých a nepropustných vrstev stmelenců v půdním profilu, zmenšení fyziologické hloubky půdního profilu.

Tím dochází v těchto půdách ke zhoršení všech ekologicky důležitých vlastností fyzikálních, chemických, biochemických a biologických, majících za následek snížení produkční schopnosti lesních půd. Tyto zhoršené půdní vlastnosti jsou často ještě dále zhoršovány přechodným a různě dlouho trvajícím zamokřováním s následným oglejením a s extrémním zhoršováním fyzikálních vlastností, zejména snížením provzdušnenosti pod minimální ekologickou hranici.

Celý problém našich degradovaných lesních půd můžeme rozdělit na čtyři hlavní části: příčiny degradace, následky degradačních procesů pro povahu půdy, vliv degradace půd pro dřevní produkci, melioraci degradovaných půd.

Podle našich dosavadních znalostí můžeme shrnout příčiny degradace našich lesních půd do těchto hlavních bodů: nesprávná volba porostních směsí (monokultury), nesprávná obmýtní doba (krátká např. u pařezin), velkoplošné holopasečení, zředování porostů bez zavedení spodní krycí etáže, poláření, zejména v teplejších oblastech, pastva dobytka v lese, travení v lese, vypalování povrchového humusu, hrabání povrchového humusu, dobývání pařezů s kořeny (u těžkých půd), pokles hladiny podzemní vody (nevhodné meliorace), stoupnutí hladiny podzemní vody, popřípadě druhotné zamokření stagnující povrchovou vodou (náhlé odlesnění).

Následky degradace lesních půd v našich lesních oblastech jsou tyto: vznik povrchového surového a kyselého humusu, silné zakyselení půdního profilu, úplná mineralizace (ztráta) humusu, zvýšená až extrémní podzolizace, vznik půdních slepenců či ortštajnů, vznik a průběh oglejení, slehnutí půdního profilu, ochuzení o živiny, zejména ve svrchních půdních vrstvách, zmenšení fyziologické hloubky půdního profilu, přítomnost jedovatě (toxicky) působících látek, zvýšená vodní nebo větrná eroze, snížení produkční schopnosti půdy (bonity).

Následky degradace půd se projevují v dnešních porostech snížením kvality i kvantity přírůstů lesních porostů, prosýcháním a odumíráním kmenů, vznikem odumírajících, nepřirůstavých až zrudných porostů, znesnadněním až znemožněním porostní obnovy.

Přesná rozloha degradovaných a onemocnělých lesních půd v ČSR není dosud přesně známa. V českých krajích se dnes odhaduje okrouhle asi na 300 000 až 400 000 ha, z nichž asi 50 000 ha připadá na půdy silně onemocnělé.

První přehledná statistická šetření o výskytu podzolových půd s druhotnými slepenci, resp. půd onemocnělých, byla u nás provedena v letech 1934–1935

Ústavem lesní biochemie a pedologie bývalých státních výzkumných ústavů lesnických v Praze na podkladě dotazníkové akce. Výsledky tohoto šetření zpracovali a publikovali Ant. Němec a B. Mařan v roce 1937. Od té doby došlo k dalším zjištěním o rozšíření degradovaných půd v lesních oblastech ČSR, takže hlavní oblasti výskytu degradovaných a onemocnělých lesních půd v ČSR jsou tyto: oblast západních Čech, oblast severních a severovýchodních Čech, oblast jižních Čech, oblast podhoří Českomoravské vysočiny na území Moravy, oblast jižní a jihovýchodní Moravy, oblast Záhorské nížiny na Slovensku, oblast severního okraje jihoslovenské nížiny.

Rozdělení a stručná charakteristika degradovaných lesních půd v ČSR

Podle dosavadních výzkumů o degradovaných lesních půdách můžeme je rozdělit takto:

A. Podzolové půdy

1. Střední podzoly lehčího rázu s počáteční tvorbou měkkého ortštejnu.
2. Výrazné podzoly,
 - a) lehčího rázu (hrubě disperzní),
 - b) těžšího rázu (jemně disperzní).
3. Extrémní podzoly s ortštejny nebo stmelenci.
4. Kaolinické podzoly (toxické).

B. Zamokřené nebo hydrogenní půdy

1. Zabahněné půdy (půdní typy: glejové půdy, oglejené půdy, glejové s nehluboko položenou hladinou podzemní vody, glejové podzoly).
2. Půdy zrašeliněné (půdní typy: rašelinné gleje, rašelinnohumózní gleje, rašelinnohumózní oglejené podzoly).
3. Půdy rašeliništní (půdní typy: půdy slatiništní, půdy vrchovištní, rašeliništní půdy přechodového rázu).

C. Půdy onemocnělé toxickými vlivy (škodlivými mikroelementy, kouřovými plyny, exhalacemi, popílkem apod.).

A. Degradované půdy podzolové

Degradované až onemocnělé podzolové půdy jsou v lesních oblastech ČSR značně rozšířeny a tvoří u nás prakticky převážný podíl všech našich degradovaných půd. Největší plochy těchto lesních půd se sníženou produkční schopností se nalézají hlavně v Čechách. Tyto půdy se vytvořily na různých matečních horninách a nalézají se zejména v nížinné a pahorkatinné oblasti (do 500 m n. m.), a to vesměs pod monokulturami smrkových nebo borových porostů. Na povrchu degradovaných podzolových půd objevuje se zpravidla borůvka, brusinka, vřes, z mechů zejména bělomech a lišejníky.

Jako půdní typy patří k těmto degradovaným a onemocnělým lesním půdám některé střední podzoly, výrazné podzoly, extrémní podzoly a kaolinické podzoly.

1. Střední podzoly

Sem patří hlavně střední podzoly lehčího rázu s počáteční tvorbou měkkého ortštejnu, objevující se na zvětralinách minerálně chudých půdotvorných hornin převážně v našich nížinných a pahorkatinných lesních oblastech. Tato počínající degradace půd je způsobena hospodářskými opatřeními, a to buď nesprávnou dřevinnou skladbou nebo nevhodnými hospodářskými způsoby, jako je zejména krátká obmýtní doba, hrabání povrchového humusu aj.

V terénu jsou tyto středně degradované půdy indikovány následující stratigrafií a morfologií: povrch je kryt různě silnou vrstvou povrchového humusu (A_0 -horizont), pod ním se nalézá šedivý humózní A_1 -horizont o mocnosti 2-5 cm. V podloží se nalézá světle šedivý nebo světle okrově nažloutlý a středně ochuzený A_2 -horizont o mocnosti v průměru 20–40 cm. Pod ním je obohacený B-horizont, který je zabarven sytě okrově, narezle nebo hnědookrově a na povrchu nebo ve svrchní části obsahuje zpravidla vrstvu hnědého měkkého ortštejnu o průměrné mocnosti 3–8 cm. Celková mocnost B-horizontu je převážně 40 až 60 cm. Hlouběji je pak zvětralina mateční horniny Cd a pak mateční hornina C.

Analytická (laboratorní) indikace se projevuje asi takto: reakce je v rozmezí 4–5 pH, sorpční komplex je středně nenasycený (V asi 20–30 %), na povrchu je kyselý humus.

Tyto středně degradované podzolové půdy objevují se zpravidla s výraznými podzoly, resp. v okrajních lesních oblastech s výrazně degradovanými půdami.

Nejvíce jsou rozšířeny na:

1. křídových pískovcích v oblasti severních a severovýchodních Čech,
2. karpatských pískovcích v oblasti jihovýchodní Moravy,
3. pleistocenních štěrkových terasách v oblasti středních a severovýchodních Čech a jižní Moravy,
4. přesypových pískách v oblasti středních a jižních Čech, jižní Moravy a jižního Slovenska,
5. rulách a žulách v oblasti podhoří Českomoravské vysočiny, ve středních Čechách a na jižním okraji středoslovenského krystalinika.

2. Výrazné podzoly

Tyto degradované lesní půdy můžeme podrobněji rozdělit podle zrnitostního složení — z něhož se pak musí také vycházet pro meliorační způsoby — na dvě hlavní skupiny:

- a) výrazné podzoly lehčího rázu (hrubě disperzní),
- b) výrazné podzoly jílovitého rázu (jemně disperzní).

a) Výrazné podzoly lehčího rázu:

Tyto degradované lesní půdy jsou zrnitostně písčité až hlinitopísčité a vytvořeny jsou hlavně na písčitých nebo štěrkopískových sedimentech, na křemitých pískovcích a křemitých žulách a rulách. Jako lesní porosty jsou na nich vyvinuty více či méně netvárné a málo přirůstavé smrčiny nebo bořiny. V lesních oblastech, kde byl hrabán povrchový humus na stelivo, objevují se tyto degradované půdy místy i pod dubinami nebo smíšenými porosty dubu s bukem.

V terénu jsou tyto degradované půdy indikovány následující stratigrafií a morfologií: Povrch těchto výrazných podzolů je kryt různě silnou vrstvou povrchového surového humusu (5–10 cm), jenž představuje horizont A_0 . Pod vrstvou

pokryvného humusu je šedavý, hnědavý až černošedý humózní horizont A_1 , který dosahuje mocnosti 2—5 cm. Pod ním se nalézá šedobílý nebo žlutobílý a vybělený či ochuzený horizont A_2 o mocnosti 40—80 cm. Je to vrstva zpravidla dosti slehlá. Z tohoto horizontu byly vyplaveny půdní koloidy a minerální živiny do spodin, kde se nahromadily v obohaceném či akumulacním horizontu. Tento obohacený B-horizont je zabarven rezivohnědě nebo rezivě a je velmi slehlý až kompaktní a nepropustný pro vodu a pro vzduch. Jeho mocnost je 40—100 cm. V jeho podloží se nachází zvětralina mateční půdotvorné horniny (Cd-horizont) a ve větších hloubkách pak pevná mateční hornina jako C-horizont.

Analytická (laboratorní) indikace jeví se podle dosavadních výzkumů takto: Fyzikální vlastnosti jsou silně zhoršené a nepříznivé, protože spodiny jsou silně slehlé. Pórovitost je nízká a pohybuje se většinou v rozmezí 32—36 % (zejména v B-horizontu). Chemické složení je charakterizováno nedostatkem všech živin ve vrchním vyběleném horizontu A_2 , reakce je silně kyselá (pH v rozmezí asi 3,5—4), sorpční komplex je výrazně nasycený (nasycenost asi 1—5 %), na povrchu je surový a silně kyselý humus.

Tyto degradované půdy jsou rozšířeny zejména na:

1. křídových pískovců v oblasti severních a severovýchodních Čech,
2. karpatských pískovců v oblasti jihovýchodní Moravy,
3. pleistocenních šterkových terasách v oblasti středních a severovýchodních Čech, jižní Moravy a jižního Slovenska,
4. přesypových pískách v oblasti středních a jižních Čech, jižní Moravy a jižního Slovenska,
5. neogenních pískách v jižních Čechách,
6. karbonských pískovcích na Plzeňsku,
7. rulách a žulách v oblasti podhoří Českomoravské vysočiny, ve středních Čechách a v oblasti Tribečských vrchů na Nitransku.

V terénních prohybech nebo pokleslinách hromadí se občasné na nepropustných obohacených železitých spodinách povrchová srážková voda, což vede k oglejení těchto půd a ještě k dalšímu zhoršení jejich fyzikálních vlastností. Patří sem jako půdní typy výrazné podzoly mírně, středně až výrazně oglejené.

b) Výrazné podzoly těžšího rázu

Tyto degradované lesní půdy jsou jílovitohlinité až jílovité, s obsahem jílnatých částic 45—75%. Vytvořeny jsou hlavně na jílovitých břidlicích, různých jílech a sprašových hlínách a porostně jsou kryty monokulturami smrku nebo sosny. Rozšířeny jsou zejména v nížinných a pahorkatinných oblastech.

Indikačně jeví se v terénu v profilech takto: Povrch je kryt surovým humusem o mocnosti 5—10 cm. Pod ním se nalézá humózní a šedavě zbarvený A_1 -horizont o malé mocnosti 1—3 cm. Dalším horizontem je šedobílý nebo žlutobílý a ochuzený horizont, slehlý a zpravidla lístkovité struktury. Mocnost tohoto A_2 -horizontu je zde zpravidla 20—40 cm. Podložní B-horizont je zabarvený rezivě nebo rezivě hnědě a je to horizont obohacený neboli akumulacní, který je velmi slehlý až kompaktní a jeho mocnost je 50—80 cm a někdy i více. Jako další podložní vrstva je Cd-horizont jako rozvětralina mateční horniny a ještě hlouběji se nachází vlastní pevná a nezvětralá mateční hornina jako C-horizont.

V těchto degradovaných půdách dochází k přechodnému hromadění srážkové vody na nepropustném B-horizontu a dochází tím k přechodnému zamokřování vrchní ochuzené vrstvy. Tím vzniká oglejení těchto degradovaných půd, které ještě dále zhoršuje nepříznivé fyzikální vlastnosti těchto půd. Tvoří se tím výrazné

podzoly oglejené (slabě, středně, silně). Oglejení se projevuje hromaděním železitých a manganželezitých bročků v horizontech A_2 a B, a tvorbou vybělených různě širokých jazyků v rezivém horizontě B. Intenzita oglejení se posuzuje podle množství bročků a podle plošného rozložení vybělených skvrn a jazyků. Někdy se objevuje zvláštní typ oglejení jako mramorování horizontu B, kdy se vytvářejí vybělené a světle zelenavé žilky a jazyky jednak směrem vertikálním, jednak směrem horizontálním nebo i šikmým. Jsou to tzv. oglejené podzoly mramorované.

Analytická (laboratorní) indikace je asi tato: pórovitost do obohacených hnědých spodin rychle klesá a byla zjištěna asi v rozmezí 32–35 %, což jsou značně nízké hodnoty. Póry jsou zde tvořeny vysokou převahou kapilárních pórů, které způsobují nedostatek vzduchu v těchto degradovaných půdách a při jejich zamokření dochází k redukčním procesům. Tyto redukční procesy mají za následek přeměnu sloučenin trojmocného železa na sloučeniny dvojmocného železa, které jsou pro rostliny jedovaté.

V chemismu se projevuje opět nedostatek všech živin ve svrchním vyběleném horizontě A_2 , reakce je silně kyselá (okolo pH 4 nebo ještě menší), sorpční komplex je výrazně nasycený (nasycenost $V = 5-10\%$), na povrchu je kyselý surový humus.

Tyto degradované půdy byly dosud zjištěny hlavně na:

1. algonkických jílovitých břidlicích v oblasti západních a severozápadních Čech, kde jsou často oglejené v různé intenzitě,
2. fylitických horninách v okolí Kraslic (Krušnohoří),
3. svrchnokřídových jílech, hlavně v oblasti východních Čech a severozápadní Moravy,
4. neogenních jílech na jižním a jihovýchodním Slovensku,
5. sprašových hlínách pahorkatin ČSR.

3. Extrémní podzoly s ortštejnou či stmelení.

Extrémní podzoly s kompaktním ortštejnem nebo stmelencem jsou vytvořeny hlavně v našich nížinných a pahorkatinných oblastech, a to pod stejnověkými monokulturami smrku a borovice. Tyto půdy vznikly zejména působením kyselého koloidního humusu, vznikajícího často z mocné vrstvy povrchového surového humusu pod smrkovými a borovými monokulturami, dále vertikálním průsakem atmosférických srážek hlavně v jarním období, silným a hlubokým proschnutím půd ve vegetačním období. Podle kompaktnosti, mocnosti a hloubky položení půdních stmelenců v půdním profilu představují tyto půdy většinou již lesní půdy onemocnělé, jejichž podrobným výzkumem se u nás zabýval zejména B. Mařan a Ant. Němec.

Indikačně morfologicky jeví se tyto půdy v profilech v terénu takto: Povrch extrémních podzolů se stmelení je zpravidla kryt mocnější vrstvou surového a velmi kyselého humusu, který vzniká jednak z jehličí smrků a borovic, jednak z borůvky a vřesu. Povrchový surový humus dosahuje mocnosti 8–10 cm i více. Pod ním je slabý šedivý horizont A_1 a ještě dále pak bělavý nebo naředle bělavý a zpravidla slehlý a velmi ochuzený horizont A_2 , dosahující mocnosti zpravidla v rozmezí 40–90 cm.

Pod ním je uložen horizont B ve formě stmelencové neboli ortštejnové, tvořící jednu i více vrstev, které jsou zabarveny rezivě, hnědě až černohnědě. Tento stmelenec je v podstatě písčité půdní vrstva, stmelená tmelem železitým, humusoželezitým, nebo železitohumusovým. Podle složení tmelu se řídí i jeho barva. Se stoupajícím obsahem humusu a někdy i manganu přibývá i tmavší zabarvení. Půdní stmelenec tvoří v půdních profilech buď jen jednu vrstvu nebo se vyskytuje v ně-

kolika vrstvách různé mocnosti nad sebou. Vzniká hlavně jako produkt vertikálního proplachu a vyschnutí, podmiňující dokonalé vysrážení ireversibilních půdních koloidů. Některé stmelence vznikají rovněž za spolupůsobení zvýšené hladiny podzemní vody. Půdní stmelenc tvoří zpravidla kompaktní až spečenou a pro kořeny dřevin nepropustnou vrstvu. Některé stmelence, které se vytvořily za spolupůsobení vyšší hladiny podzemní vody v prostoru plochého kořenového systému, jsou pórovité. Vrstvy půdních stmelenců dosahují zpravidla mocnosti 5–20 cm, ale v některých případech jsou i mocnější.

Vznik a tvorba stmelencových vrstev a desek silně zmenšuje půdní prostor pro kořenový systém. Čím je položena vrstva stmelence blíže půdnímu povrchu (někdy jen 20–30 cm pod povrchem), tím je také půdní prostor pro kořeny menší. Vrstvy půdního slepence způsobují pak u hlubokokořenících dřevin tvorbu tzv. talířovitého systému kořenů, který je rozprostřen v minerálně chudé a mělké půdní vrstvě nad nepropustnou vrstvou stmelence. To má za následek krnění lesních porostů a na takových půdách se objevují lesní porosty nepřirůstavé až zrůdné.

Pod stmelencovým horizontem B se objevuje zpravidla písčité nebo štěrko-písčité detritát či rozvětralina mateční horniny (Cd) a pod ním pak pevná půdotvorná hornina jako horizont C.

Nepropustná vrstva půdního stmelence velmi silně zhoršuje celý vodní režim těchto půd, protože zamezuje jednak průsak vodních srážek do hlubších spodin, jednak přerušuje kapilární zdvih půdní vody ze spodin do svrchních půdních vrstev. Lesní porost na těchto půdách je zásobován jen vzdušnými srážkami zadržnými v půdní vrstvě nad stmelencovou deskou, jichž je zpravidla v našich nížinných a pahorkatinných oblastech dosti málo.

Analytická (laboratorní) indikace: vyluhovaný a ochuzený A₂-horizont má velmi nízkou pórovitost zpravidla v rozmezí 30–35 % a podložní vrstvy stmelenců jsou spečené a nepropustné pro vodu a vzduch. Reakce je silně až velmi silně kyselá (pH 3,2–4), sorpční komplex je nenasycený (nasycenost 1–5 %) a ve vyluhovaném horizontu je extrémní nedostatek všech živin. Na povrchu je silně kyselý surový humus.

Místa se objevuje v těchto degradovaných a onemocnělých půdách i oglejení jako důsledek přechodného hromadění srážkové vody v povrchové vrstvě na nepropustných vrstvách ortštěpnových a tvoří se pak extrémní podzoly s ortštěpnem a s různým stupněm oglejení.

Extrémní podzoly se stmelenci byly u nás dosud zjištěny na:

1. svrchnokřídových pískovcích na území severních, severovýchodních a východních Čech,
2. neogenních pískách v oblasti jižních Čech,
3. permských pískovcích na Rakovnícku,
4. přesypových pískách zejména v oblasti jižní Moravy na Hodonínsku a v Záhorské nížině na Slovensku,
5. pleistocenních písكوštěrkových terasách v oblasti středního Polabí a Pomoří, podél řeky Moravy a na dolním toku řeky Svratky a na Slovensku v okolí Topoľčianek,
6. na žulách a rulách v oblasti středních Čech, v podhoří Českomoravské vysočiny a v jižní části Tribečských vrchů na Nitransku.

4. Kaolinické podzoly.

Kaolinické podzoly vznikají v našich lesních oblastech na různých zkaolinizovaných horninách, především na zkaolinizovaných arkosách, rulách a žulách. Jsou to půdní typy pro lesní porosty ekologicky velmi nepříznivé až přímo jedo-

vaté. Vykazují jednak značnou slehlost půdních profilů, jednak zvýšený obsah hliníku v iontové formě, působícího na porosty toxicky. Jako lesní porosty jsou tu monokultury borovice nebo smrku.

Indikačně jeví se tyto degradované půdy v profilech v terénu takto: Povrch těchto půd je kryt zpravidla mocnou vrstvou surového a velmi kyselého humusu o mocnosti 5–10 cm i více. Pod ním se nalézá šedavý humózní horizont A_1 o průměrné mocnosti 4–6 cm a v jeho podloží je bílý a zpravidla silně slehlý a vyluhovaný horizont A_2 o mocnosti 30–60 cm. Pod ním je obohacený horizont B, zbarvený šedobíle, narůžověle nebo namodralobíle a místy má i menší rezivě železitě skvrny. Tato vrstva je značně slehlá až kompaktní o mocnosti 50–80 cm. Místy jsou tyto B-horizonty i zbarveny skvrnitě, charakterizující oglejení jako důsledek přechodného zamokřování povrchovou vodou. Hluběji pak následuje zvětralý hrubě písčité až šterkovitý detritát (zvětralina) kaolinizované mateční horniny (Cd) a dále pak v podloží půdotvorná hornina C.

Analytická (laboratorní) indikace je tato: Fyzikální vlastnosti jsou velmi špatné a je tu porušen vzdušní i vodní režim. Pórovitost je nízká, ve svrchních horizontech v průměru 38–40 %, v ulehých spodinách průměrně 33–36 %. Vysoce převládají kapilární póry, takže nekapilární póry jsou zpravidla hluboko pod kritickou mezí.

V chemismu je naprostý nedostatek všech živin a výrazný je zde vysoký obsah rozpustných sloučenin hliníku, který působí velmi toxicky na lesní porosty. Reakce je silně kyselá (pH asi 3,5–4,5), sorpční komplex je nenasycený a na povrchu je silně kyselý surový humus s pH 3–4.

Tyto toxické kaolinické podzoly byly u nás dosud zjištěny na:

1. zkaolinizovaných arkosách a žulách v oblasti západních a severozápadních Čech (pánev Plzeňská a Karlovarská) a na Slovensku v jižní části Tribečských vrchů severně od Nitry,

2. zkaolinizovaných rulách v podhoří Českomoravské vysočiny (Rosicko u Brna) a na jižní Moravě v okolí Znojma.

B. Zamokřené neboli hydrogenní půdy

Při vzniku a tvorbě zamokřených půd působí jako hlavní půdotvorný faktor vysoko položená hladina podzemní vody nebo občasné, resp. periodicky stagnující povrchová voda. Tyto půdy se tvoří především v údolních oblastech podél vodních toků, v okolí jezer a rybníků nebo v terénních pokleslinách. Místy se objevují tyto půdy i na starších holinách po holosečích nebo větrných polomech. Vysoká hladina podzemní vody způsobuje výrazné zmenšení fyziologického půdního prostoru pro kořenový systém dřevin a dále pak nedostatek kyslíku a redukční procesy v půdních spodinách.

Tyto zamokřené neboli hydrogenní půdy můžeme u nás rozdělit do těchto skupin: 1. zabahněné půdy, 2. zrašeliněné půdy, 3. rašelinistní půdy.

Každá tato skupina půd má odlišnou dynamiku vodního režimu a proto vyžaduje i odlišné způsoby meliorace a zalesňování.

1. Zabahněné půdy

Sem patří veškeré půdy s vysoko položenou hladinou podzemní vody, která buď stabilně dosahuje až k půdnímu povrchu anebo během roku mírně výškově kolísá (maximálně do 40–50 cm pod půdní povrch) a stagnující povrchové vody. Tyto půdy jsou vytvořeny na různých matečních horninách a mají tím i různé zrnitostní složení. V nížinných a pahorkatinných polohách jsou na těchto půdách

zejména porosty olše nebo vrby, v horských polohách pak smrkové porosty.

Z půdních typů patří sem půdy glejové, oglejené půdy glejové (semigleje) s nehluboko položenou hladinou podzemní vody pod půdním povrchem a glejové podzoly.

Indikační znaky glejových půd jsou v terénu tyto: Povrch glejových půd je kryt vlhkým až mokřým surovým humusem různé mocnosti jako horizontem A₀. U glejových půd je mocnost surového povrchového humusu zpravidla 1–5 cm. Pod vrstvou surového humusu je šedý nebo hnědavý horizont A. Jeho mocnost je u glejových půd asi 5 cm a v místech, kde mírně kolísá hladina podzemní vody, objevují se v A-horizontu rezivé skvrnky a málo Fe-broček.

V podloží je zbahnělý a glejový či klišnatý horizont G, který je zabarven šedě, modravě nebo nazelenale. Je různé mocný (50–200 cm) a spočívá na mateční hornině. Různá barva glejových horizontů je podmíněna odlišnými chemickými, biochemickými a mikrobiálními procesy, čímž vznikají různé půdní složky, barvící jednotlivé glejové horizonty. Šedé barvy glejových vrstev jsou způsobovány pravděpodobně jemně rozptýleným humusem, zelené zbarvení glejů převahou sloučenin dvojmocného železa ve formě uhličitánů a modravé zbarvení glejů podmiňuje asi příměs železnatých trísilanů. Pod glejovými horizonty je nepropustné podloží jako mateční hornina (horizont C) nebo zvodnělé písky nebo štěrky v holocenních náplavech. Tyto půdy jsou během roku i vícekrát zaplavované vodou vylitou zpravidla z přilehlých vodních toků, zejména řek.

Indikační znaky oglejených půd glejových (semiglejů) s nehluboko položenou hladinou podzemní vody pod půdním povrchem jsou tyto: Na povrchu se nalézá surový a vlhký humus různé mocný. Pod ním je šedavý A-horizont o mocnosti 4–8 cm. Jako další vrstva je horizont Ag, který je zabarven skvrnitě šedavě, nazelenale nebo namodrale a obsahuje zpravidla železité jasně okrové nebo narezlé skvrny a dále pak hnědé až černohnědé Fe + Mn bročky. Mocnost tohoto oglejeného horizontu je do 40–50 cm, a prakticky vyznačuje kolísání hladiny podzemní vody během roku. V podloží se nalézá glejový G-horizont, který je mokřý až zbahnělý, zbarvený šedavě, nazelenale nebo namodrale, má různou hloubku a zpravidla zapáchá bahnem. Pod ním se nalézá mateční hornina jako C-horizont.

Hladina podzemní vody v těchto oglejených půdách glejových kolísá během roku od půdního povrchu dolů maximálně do hloubky 40–50 cm. Místa jsou tyto půdy i několikrát do roka zaplavované vylitou vodou z řek.

Glejové podzoly mají v profilu podobné zvrstvení jako oglejené půdy glejové, ale vodní režim mají odlišný v tom, že hladina podzemní vody během roku značně klesá a v letním období je převážná část půdního profilu mnohdy úplně proschlá. Také podložní akumulární BG-horizonty jsou ještě mnohem nepříznivější nežli vlastní glejové horizonty.

Zabahnělé půdní typy mají velmi rozmanité zrnitostní složení a jsou to tedy půdy rázu písčitých, hlinitých, jílovitohlinitých až jílovitých zemín. Převládají však půdy jílovitohlinité až jílovité. Horské zabahňované půdy na pevných křemičitanových horninách obsahují větší nebo menší příměs hrubého krupnatého písku a různého štěrku z matečních hornin. Jsou to vesměs půdy bezstrukturní a se zbahnělými spodinami.

Fyzikální vlastnosti zabahňovaných půd jsou značně nepříznivé, protože přebytek vody v půdním profilu způsobuje nedostatek vzduchu. Intenzivní redukční procesy probíhají v zabahňovaných půdách se stagnující vodou, kdežto zabahňované půdy s proudící vodou mají přece jen menší obsah kyslíku. Vodní režim těchto půd a celá jeho roční dynamika je ekologicky nepříznivá a v údolních polohách na jaře a na podzim jsou tyto půdy ještě povrchově zaplavovány různě dlou-

hou dobu. Vysoko položená hladina podzemní vody snižuje tím velmi silně půdní prostor pro kořenový systém dřevin.

Humifikační procesy probíhají zde dosti rozdílně a záleží hlavně na minerální bohatosti půd. Reakce je mírně kyselá až kyselá s pH 4,5—6. Jsou to půdy minerálně bohaté podle složení mateční horniny. Zabahnňované půdy vytvořené na holocenních náplavech podél větších vodních toků jsou zpravidla minerálně bohaté až velmi bohaté, kdežto zabahnňované půdy na silikátových horninách horských poloh jsou zpravidla minerálně chudší.

Tyto půdy jsou rozšířeny v lesních oblastech údolních, nížinných, pahorkatinných i horských. Ve vyšších horských polohách pokrývají mnohdy rozsáhlé plochy na náhorních plošinách s nepropustným podložím a místy se na jejich povrchu objevuje již i rašelinění.

2. Zrašeliněné půdy

Zrašeliněné půdy objevují se zpravidla pohromadě s půdami zbahněnými v oblastech s vysoko položenou hladinou podzemní vody. Tyto půdy se tvoří zejména v terénních pokleslinách se stálou hladinou podzemní vody, dosahující během roku zpravidla až k půdnímu povrchu a vykazující jen mírné kolísání. Jako půdní typy patří sem rašelinné půdy glejové a rašelinno-humózní oglejené podzoly.

Indikační stratigrafické a morfologické znaky v profilech v terénu jsou tyto: Na povrchu půd se nalézá vrstva rašelinného a mokrého povrchového humusu o mocnosti 15–30 cm (A_0 -horizont). Pod touto vrstvou se nalézá glejový horizont (G), který je zpravidla zabarven šedavě nebo modrošedě, je mokrý a vykazuje různou mocnost v průměru 60–100 cm. V tomto horizontu je nedostatek vzduchu a probíhají zde silné redukční procesy, měnící sloučeniny trojmocného železa na sloučeniny dvojmocného železa. V jeho podloží se nachází mateční nepropustná hornina jako C-horizont.

U rašelinno-humózních glejových půd se objevuje pod vrstvou povrchového rašelinného humusu ještě 10–25 cm mocná šedá humózní mokrá vrstva s humózními záteky dospodu.

Výraznými indikačními znaky těchto zrašeliněných půd je tedy vrstva mokrého a povrchového rašelinného humusu, podloží zbahnělý glejový horizont zbarvený šedavě nebo namodrale a přebytek vody v celém profilu.

Fyzikální vlastnosti jsou v těchto půdách nepříznivé, neboť přebytek vody v půdě podmiňuje nedostatek vzduchu, silné redukční procesy s tvorbou jedovatých (toxických) sloučenin dvojmocného železa ve fyziologické vrstvě pro kořenový systém dřevin.

Tyto půdy jsou ostrůvkovitě rozšířeny jak v lesních nížinných oblastech, tak i v horských. V nížinných polohách jsou porostně kryty řídkými porosty olše s různou příměsí břízy a říce i sosny, v horských polohách jsou pokryty řídkým porostem smrku nebo ostrůvky kleče a místy i borovice.

3. Rašeliníštní půdy

Rašeliníštní půdy jsou charakterizovány vysokým obsahem organických látek humusových. Jsou to půdy s vysokou hladinou podzemní vody, takže mají jen velmi malou fyziologickou hloubku pro kořeny lesních porostů.

Rašeliníštní půdy rozdělujeme na vrchovištní, přechodové a slatiništní. Rašeliníštní půdy vrchovištního horského typu jsou převážně silně kyselé a jsou kryty jehličnatými porosty (smrk, kosodřevina, borovice). Slatiništní půdy jsou méně

kyselé. Obsah minerálních živin značně kolísá, přičemž údolní slatiništní půdy jsou většinou minerálně bohatší než rašelištní horské půdy.

Rašelištní půdy jsou vázány svým výskytem na plochy rašelišť a jsou proto hojně rozšířeny v jižních Čechách, na Šumavě, ve vrcholovém pásmu Krušných hor, v Krkonoších, na Žďársku, v oblasti Českomoravské vysočiny, ve Vysokém Jeseníku, na Oravě, ve Vysokých Tatrách aj.

C. Půdy onemocnělé toxickými vlivy

Sem patří půdy, jejichž degradace a snížení produkční schopnosti byla způsobena škodlivými mikroelementy, různými kouřovými plyny s exhalacemi (u nás zejména SO_3 , HF, kyslíčnky dusíku aj.) a popílkem z průmyslových závodů. Tyto půdy možno dnes zhruba indikovat jen podle odumírajících lesních porostů a chemicky pak podle obsahu toxických sloučenin.

O těchto onemocnělých půdách máme dnes jen skrovné znalosti, které bude třeba podrobným výzkumem značně prohloubit a zpřesnit, neboť na podrobných znalostech těchto degradovaných půd závisí celá jejich meliorace.

Souhrn

Lesní půdy se sníženou produkční schopností můžeme rozdělit v ČR na dvě hlavní skupiny:

- a) lesní půdy s přirozeně či primárně nízkou produkční schopností,
- b) lesní půdy s druhotně sníženou produkční schopností neboli půdy degradované.

Nízká produkční schopnost u lesních půd první skupiny je podmíněna přirozenými či primárními nepříznivými vlastnostmi půd, u druhé skupiny lesních půd je snížená produkční schopnost způsobena zpravidla nevhodnými hospodářskými způsoby nebo nevhodnou dřevinnou skladbou porostů.

Tyto lesní půdy s primárně nízkou produkční schopností jsou zpravidla charakterizovány těmito znaky nebo vlastnostmi: mělkostí půdního profilu, šterkovitostí až kamenitostí půdního profilu, nedostatkem vody (nebo přebytkem vody v rašelištních půdách), velkou vysychavostí, nedostatkem vzduchu, nedostatkem živin.

Tím jsou také značně zhoršeny v těchto půdách ekologicky důležité fyzikální, chemické a mikrobiální vlastnosti, mající za následek vznik a tvorbu nepřirůstavých, prořídilých a netvárných lesních porostů.

Degradaci lesních půd můžeme rozdělit na dvě hlavní skupiny:

- a) degradace lesních půd z pedogenetického hlediska,
- b) degradace lesních půd z produkčního hlediska.

Degradace půd z hlediska pedogenetického neznamená zpravidla snížení produkční schopnosti, nýbrž právě naopak může vést ke zvýšení produkční schopnosti.

Degradaci lesních půd z produkčního hlediska označujeme větší nebo menší pokles produkční schopnosti způsobenou zpravidla průběhem extrémní podzolizace s případným následným oglejením.

Z hlediska komplexní dynamiky půdní jsou degradované až onemocnělé lesní půdy charakterizovány hlavně těmito dílčími procesy v různé vzájemné kombinaci: zvýšení kyselosti, porušení vzdušného režimu, porušení vodního režimu, porušení koloběhu živin, zhoršení humifikačního procesu, porušení nitrifikace, silné snížení

biologické činnosti, silný proplach živin a půdních koloidů do spodin a jejich výrazná až extrémní podzolizace.

Výslednice těchto dílčích zhoršených procesů jeví se v profilu lesních degradovaných až onemocnělých podzolových půd takto: zvýšená tvorba povrchového a kyselého surového humusu, vznik vyběleného a silně ochuzeného a zpravidla slehlého A-horizontu s nedostatkem rostlinných živin, tvorba ortštejnových konkréci až vznik souvislých a nepropustných vrstev stmelenců v půdním profilu, zmenšení fyziologické hloubky půdního profilu.

Celý problém našich degradovaných lesních půd můžeme rozdělit na čtyři hlavní části: příčiny degradace, následky degradačních procesů pro povahu půdy, vliv degradace půd pro dřevní produkci, melioraci degradovaných půd.

Podle dosavadních výzkumů o degradovaných lesních půdách můžeme je rozdělit takto:

A. Podzolové půdy

1. Střední podzoly lehčího rázu s počáteční tvorbou měkkého ortštejnu.
2. Výrazné podzoly: a) lehčího rázu (hrubě disperzní),
b) těžšího rázu (jemně disperzní).
3. Extrémní podzoly s ortštejny či stmelenci.
4. Kaolinické podzoly (toxické).

B. Zamokřené či hydrogenní půdy

1. Zabahněné půdy (půdní typy: glejové půdy, oglejené půdy glejové s nehluboko položenou hladinou podzemní vody, glejové podzoly).
2. Půdy zrašeliněné (půdní typy: rašelinné gleje, rašelinno-humózní gleje, rašelinno-humózní oglejené podzoly).
3. Půdy rašelinistní (půdní typy: půdy slatiništní, půdy vrchovištní, rašelinistní půdy přechodového rázu).

C. Půdy onemocnělé toxickými vlivy (škodlivými mikroelementy, kouřovými plyny, exhalacemi, popílkem apod.).

Hlavní oblasti výskytu degradovaných a onemocnělých lesních půd v ČSR jsou tyto: oblast západních Čech, oblast severních a severovýchodních Čech, oblast jižních Čech, oblast podhoří Českomoravské vysočiny na území Moravy, oblast jižní a jihovýchodní Moravy, oblast Záhorské nížiny na Slovensku a oblast severního okraje jihoslovenské nížiny.

Jednotlivé degradované půdy mají odlišné vlastnosti fyzikální, chemické, biochemické a mikrobiální a vyžadují proto i odlišné meliorační způsoby pro zvýšení jejich produkční schopnosti.

Literatura

1. Mařan Boh.: Studie fyzikálních vlastností lesní půdy v polesí Zelená Bouda. Lesnická práce IX., 1931. — 2. Mařan Boh.: Fyzikální vlastnosti slepencových půd v polesí Cep u Třeboně. Lesnická práce, r. XI., 1932. — 3. Les propriétés physiques des sols podsolisés et présentant une couche d'altos. Comptes Rendus du Congrès de Nancy - 1933. — 4. Rozrušování druhotných slepenců. Lesnická práce, r. XIII., 1934. — 5. Příspěvek k poznání půdních profilů se slepencovými novotvary. Lesnická práce XVI., 1937. — 6. Znemožnění zhoršování plodnosti lesních půd. Knihovna minist.

zemědělství, sv. č. 51, 1947. — 7. Půda jako základ lesní tvorby. Písek 1944. — 8. Mařan Boh., Káš V.: Biologie lesa (Pedologie a mikrobiologie les. půd), Praha 1948. — 9. Studie o slepencových půdách. I. část. Sborník výzk. úst. zeměděl. rep. čsl., Praha, 1932, II. část, Praha 1934. — 10. Němec Ant.: Verhandlungen des Intern. Kongresses forstl. Forschungsanstalten. Stockholm 1929, str. 564. Comptes rendus du Congrès de Nancy 1932, str. 700. — 11. Němec Ant.: Biochemické studie o vlivu hrabání lesního steliva na půdu a porost. Sborník V. Ú. Z., sv. 103, 1933. — 12. Degradace lesních půd v podzolové oblasti kvádrových pískovců křídového útvaru v severních a severovýchodních Čechách. Sborník Čsl. Akademie Zeměděl. XI., 317, 1936. — 13. Směrnice pro melioraci degradovaných lesních půd. St. zeměděl. naklad., Praha 1953. — 14. Typy lesních půd, Praha 1943. — 15. Němec Ant., Mařan Boh.: Physikalische und chemische Eigenschaften einiger typischen Profile der degradierten und erkrankten Waldböden in der ČSR. Comptes Rendus du Congrès de Budapest 1936. — 16. Výsledky předběžného šetření o výskytu druhotných slepenců a onemocnělých lesních půd v ČSR. Lesnická práce, r. XVI., 1937. — 17. Onemocnění některých lesních půd v pánvi plzeňské, Lesnická práce, r. XVII., 1938. — 18. Smolík Lad.: Degradace a regradace lesních půd. Lesnická práce, r. XV., 1936. — 19. Pelíšek J.: Lesnické půdoznalství. SZN, Praha 1957. — 20. Pelíšek J.: Přehled lesních půd ČSR. SZN, Praha 1958. — 21. Ferda J.: K melioraci zamokřených lesních půd. Lesnická práce, 1959, č. 8.

Классификация и характеристика деградированных лесных почв в ЧСР

Лесные почвы с пониженной продуктивной способностью можно разделить в ЧСР на две главные группы:

а) лесные почвы с естественно или первично низкой продуктивной способностью

б) лесные почвы с вторично сниженной продуктивной способностью или почвы деградированные.

Низкая продуктивная способность лесных почв первой группы обусловлена естественными или первичными неблагоприятными свойствами почв, у лесных почв второй группы сниженная продуктивная способность вызвана, как правило, неподходящими хозяйственными способами или соответствующей структурой древостоя.

Эти лесные почвы с первичной низкой продуктивной способностью, как правило, характеризуются следующими признаками или свойствами: мелкостью почвенного профиля, щебневатостью или каменистостью почвенного профиля, недостатком воды (или избытком воды в торфяных почвах), большой высушливостью, недостатком воздуха, недостатком питательных веществ.

В этих почвах также значительно ухудшены экологически важные физические, химические и микробиологические свойства, способствующие возникновению и образованию нарастающих, поредевших и неподдающихся формированию лесных насаждений.

Деградацию лесных почв можно разделить на две главные группы:

а) деградация лесных почв с почвенно-генетической точки зрения,

б) деградация лесных почв с точки зрения продуктивности.

Деградация лесных почв с почвенно-генетической точки зрения, как правило, не означает снижение продуктивной способности, а наоборот, может привести к повышению продуктивной способности.

Деградацией лесных почв с точки зрения продуктивности обозначается большее или меньшее снижение продуктивной способности, вызванное, как правило, в течение крайнего оподзоливания возможным последующим оглеением.

С точки зрения комплексной почвенной динамики деградированные и даже больные лесные почвы характеризуются, главным образом, следующими частичными процессами с различной взаимной комбинацией: повышенная кислотность, нарушение воздушного режима, нарушение водного режима, нарушение круговорота питательных веществ, ухудшение гумификационного процесса, нарушение нитрификации, сильное снижение биологической деятельности, сильный смыв питательных веществ и почвенных коллоидов в подпочвенные слои и их значительное осаждение в подпочвенных слоях, значительное и даже крайнее оподзоливание.

Результат этих частичных ухудшенных процессов проявляется в профиле лесных деградированных и даже больных почвенных подзолов следующим образом:

повышенное образование поверхностного и кислого сырого гумуса, возникновение выбеленного сильно обедненного и, как правило, осевшего А-горизонта с недостатком растительных питательных веществ, образование ортштейновых конкреций и даже возникновение связных и непроницаемых рудяковых слоев в почвенном профиле, уменьшение физиологической глубины почвенного профиля.

Всю проблему наших деградированных лесных почв можно разделить на 4 основные части: причины деградации, последствия влияния деградационных процессов на характер почвы, влияние деградации почв на продукцию древесной массы, мелиорация деградированных почв.

Согласно существующим исследованиям деградации лесных почв их можно разделить следующим образом:

А. Оподзоленные почвы

1. Средние подзолы более легкого характера с начальным образованием мягкого ортштейна.
2. Явные подзолы
 - а) более легкого характера (крупной дисперсии)
 - б) более тяжелого характера (мелкой дисперсии).
3. Экстремные подзолы с ортштейнами или рудяками.
4. Каолинические подзолы (токсические).

Б. Переувлажненные или гидрогенные почвы

1. Заболоченные почвы (почвенные типы: глеевые почвы, оглеенные глеевые почвы с неглубоким уровнем грунтовой воды, глеевые подзолы).
2. Оторфяненные почвы (почвенные типы: торфяные глеи, торфяно-гумусный глей, торфяно-гумусные оглеенные подзолы).
3. Почвы торфяные (почвенные типы: низовое болото, верховое болото, торфяники переходного характера).

В. Больные почвы в результате токсических влияний (вредные микроэлементы, дымовые газы, промышленная пыль, зольные элементы и под.)

Основные области появления деградированных и больных лесных почв в ЧСР следующие: область западной Чехии, область северной и северо-восточной Чехии, область южной Чехии, область подножья Чешско-Моравской возвышенности на территории Моравии, область южной и юго-восточной Моравии, область Загорской низменности в Словакии и область северного края Южнословацкой низменности.

Отдельные деградированные почвы имеют разные физические, химические, биохимические и микробные свойства и требуют поэтому различных способов мелиорации для повышения их продуктивной способности.

Klassifikation und Charakteristik der degradierten Waldböden in der Tschechoslowakischen Republik

Die Waldböden mit herabgesetzter Produktionsfähigkeit können in der Tschechoslowakischen Republik auf zwei Hauptgruppen geteilt werden:

- a) Waldböden mit einer natürlichen bzw. primär niedrigen Produktionsfähigkeit,
- b) Waldböden mit einer sekundär herabgesetzten Produktionsfähigkeit d. s. degradierte Böden.

Die niedrige Produktionsfähigkeit bei Waldböden der ersten Gruppe ist durch natürliche bzw. primär ungünstige Bodeneigenschaften bedingt, bei der zweiten Gruppe von Waldböden ist die verminderte Produktionsfähigkeit in der Regel durch ungeeignete Wirtschaftseingriffe oder eine ungeeignete Holzartenzusammensetzung der Bestände verursacht.

Für Waldböden mit primär niedriger Produktionsfähigkeit sind in der Regel folgende Merkmale bzw. Eigenschaften charakteristisch: die Flachgründigkeit des Bodenprofils, erhöhter Schottergehalt im Bodenprofil, Wassermangel (oder Wasserüberschuß in Torfböden), große Austrocknung, Luftmangel, Nährstoffmangel.

Hiedurch werden auch die in diesen Böden ökologisch wichtige physikalische, chemische und mikrobielle Eigenschaften ziemlich verschlechtert, die zur Entstehung und Bildung von degradierten Waldbeständen führen.

Die Degradation der Waldböden kann auf zwei Hauptgruppen eingeteilt werden:

a) Degradation der Waldböden vom pedogenetischen Standpunkt.

b) Degradation der Waldböden vom Produktionsstandpunkt.

Die Degradation der Böden vom pedogenetischen Standpunkt weist nicht immer auf eine Herabsetzung der Produktionsfähigkeit hin, sie kann im Gegenteil zur Erhöhung der Produktionsfähigkeit führen.

Als Degradation der Waldböden vom Gesichtspunkt der Produktion wird eine größere oder kleinere Verminderung der Produktionsfähigkeit bezeichnet, die durch eine extreme Podsolisation mit einer eventuell darauffolgenden Vergleyung hervorgerufen wurde.

Vom Gesichtspunkt einer komplexen Bodendynamik sind die degradierten bzw. erkrankten Waldböden hauptsächlich durch folgende Teilprozesse in verschiedener gegenseitigen Kombination charakterisiert: Erhöhung der Bodenazidität, Störung des Luft- und Wasserhaushaltes, Störung des Nährstoffumlaufes, Verschlechterung der Humifikationsprozesse, Störung der Nitrifikation, starke Herabsetzung der biologischen Tätigkeit, starke Nährstoff- und Bodenkolloidenausschwemmung als auch ihre ausgeprägte Ausfüllung in die Untergrundschichten, weiter eine ausgeprägte bis extreme Podsolisation.

Das Ergebnis dieser verschlechterten Teilprozesse zeigt sich im Profil der degradierten bzw. erkrankten Podsolböden wie folgt: erhöhte Bildung des Oberflächenhumus und sauren Rohhumus, Entstehung eines ausgebleichten und stark verarmten, in der Regel kompakten A-Horizontes mit Mangel an Nährstoffe, Bildung von Ortsteinkonkretionen bis Entstehung von zusammenhängenden und undurchlässigen Schichten im Bodenprofil, Verringerung der physiologischen Tiefe des Bodenprofils.

Das ganze Problem unserer degradierten Waldböden kann in 4 Hauptteile eingeteilt werden: Ursachen der Degradation, Folgen der Degradationsprozesse für den Bodencharakter, Einfluß der Bodendegradation auf die Holzproduktion, Meliorationsmaßnahmen an degradierten Böden.

Nach den bisherigen Forschungen über die degradierten Waldböden können sie wie folgt eingeteilt werden:

A. Podsolböden

1. Mittelstarke Podsolböden mit leichterem Charakter und anfänglicher Bildung einer weichen Ortsteinschicht,
2. Ausgeprägte Podsolböden a) mit leichterem Charakter (mit grober Dispersion)
b) mit schwerem Charakter (mit feiner Dispersion)
3. Extreme Podsolböden mit Ortsteinschichten,
4. Kaolinitische (toxische) Podsolböden.

B. Vernäßte bzw. hydrogene Böden

1. Verschlammte Böden (Bodentypen: Gleyböden, gleyartige Gleyböden mit hoch gelegenen Grundwasserspiegel, Gleypodsolböden),
2. Vertorfte Böden (Bodentypen: torfige Gleyböden, torfig-humose Gleyböden, torfig-humose gleyartige Podsolböden),
3. Torfböden (Bodentypen: Niedermoorböden, Hochmoorböden, übergängliche Moorböden).

C. Erkrankte Böden infolge toxischer Einflüsse (schädliche Mikroelemente, Exhationen, Flugasche usw.)

Die Vorkommenhauptgebiete der degradierten und erkrankten Waldböden in der CSR befinden sich: im Gebiet von Ostböhmen, Gebiet von Nord- und Nordostböhmen, Gebiet von Südböhmen, Gebiet der in Mähren liegenden Vorgebirgslage des Böhmisches-Mährischen Hügellandes, Gebiet der Süd- und Südostslowakei, im Gebiet der Zahorie-Ebene und Gebiet des nördlichen Randes der südslowakischen Ebene.

Die einzelnen degradierten Böden haben unterschiedliche physikalische, chemische, biochemische und mikrobielle Eigenschaften und beanspruchen daher auch unterschiedliche Meliorationsmaßnahmen, damit eine Erhöhung ihrer Produktionsfähigkeit erzielt werden kann.

Meliorace lesních půd organominerálními hnojivy

Мелиорация лесных почв органоминеральными удобрениями

Melioration von Waldböden mit organomineralischen Düngern

Amelioration of forest soils by organomineral manures

Inž. Jan MATERNA

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti ČSAZV, Zbraslav-Strnady

Došlo dne 30. III. 1960

Nedílným opatřením při melioraci lesních půd, které je přinejmenším stejně důležité jako rozrušení stmelence, otupení kyselosti nebo obohacení půdy živinami, je zlepšení vlastností humusu, přeměna surového humusu na příznivější formy. Neúspěch celé řady pokusů se strojenými a minerálními hnojivy při melioraci lesních půd, a to v některých případech i při použití mouček bazických hornin, je možno přičítat právě tomu, že se nedbalo tohoto základního požadavku a že se humus pokládal za zdroj všeho zlého, složku, která půdu okyseluje a jednostranně zhoršuje její vlastnosti. S poznáním významu humusu v půdě a speciálně v lesních půdách se započalo i s melioračními pokusy surového humusu. Velmi dobré výsledky těchto zásahů ve starších porostech jsou dobře známy z velké řady prací, málo je ale zatím známo o možnostech meliorace humusu při lesní obnově a využití příznivých biologických vlastností humusu i jeho dusíkatých látek k výživě a stimulaci vysázených dřevin. K melioraci humusu v porostech se běžně používá vápenatých hnojiv a v poslední době i hnojiv dusíkatých a popřípadě i některých biologických prostředků, jako je pěstování rostlin poutajících vzdušný dusík. Vápenatá hnojiva působí biologickou aktivaci humusu, při které se vytvářejí dusíkem bohaté huminové kyseliny, surový humus se mění ve svých chemických, biologických i morfologických vlastnostech (Wittich, Thelitz).

Při použití bazických mouček k melioraci lesních půd doporučoval Němec ve svých posledních pracích jejich kompostování se surovým humusem. Použití těchto kompostů k přihnojování sazenic lesních dřevin při výsadbě na degradovaných půdách dalo v celé řadě případů velmi dobré výsledky, jak bude uvedeno v další části práce. Je proto důležité zjistit, jednak jaký podíl na dobrých výsledcích má humusová složka kompostu — to bude prokázáno výsledky přírůstových měření —, jednak zda příznivé výsledky jsou způsobeny i přeměnou surového humusu na příznivější formu tak, jak je tomu při použití např. vápenatých hnojiv k přeměně surového humusu v porostech. Komposty, které byly připravovány pro pokusné plochy z diabasu a humusu, nemohly dát na tuto druhou otázku odpověď, protože ve všech případech zůstávaly obě složky bez jakéhokoli vzájemného vlivu, jak bylo možno poznat podle struktury a dalších vlastností humusu. Kom-

postové hromady byly totiž ve všech případech trvale suché a ani po dlouhotrvajících srážkách jejich vlhkost nedosačovala k plné činnosti půdních mikroorganismů.

K řešení této otázky byly založeny orientační laboratorní pokusy. Výsledky dvou z nich jsou uvedeny v tomto článku.

Pokus M 48

Cílem pokusu bylo zjistit, v jakém rozmezí je ovlivňována reakce humusu přidaným diabasem, jak se průběhem času mění výměnná acidita a spotřeba louhu k neutralizaci směsi a jak probíhá mobilizace dusíku (čpavkového a dusičnanového) a jakých hodnot dosahuje dusík extrahovatelný 0,01 N NaOH a konečně jak se mění humus po morfologické stránce.

Humus s diabasem v poměru 7 : 3 (váhově) byl navážen do 20 Erlenmayerových baněk, jako kontrolní série sloužilo 16 Erlenmayerových baněk s navázkou 50 g humusu (přepočítáno na sušinu). Bylo použito surového humusu z borového porostu a choltického diabasu o složení 11,1 % CaO, 5,9 % MgO, 2,3 % K₂O, 0,5 % P₂O₅, 12,0 % Fe₂O₃, 45,7 % SiO₂ a 1,37 % Ca ve formě uhličitanu. Ve čtyřech odběrech a čtyřtýdenních intervalech bylo zpracováno vždy pět baněk se směsí a čtyři baněk kontrolní. V průběhu celého pokusu se dbalo na udržování přiměřené vlhkosti. Výsledky rozborů, které byly zpracováním získány, jsou uvedeny v tabulce I. Je zřetelně vidět, jak diabas snížil aciditu humusu. Z časového

I. Vliv diabasu na vlastnosti humusu

Datum	pH KCl	Spotřeba n/5 NaOH do pH 7 na 10 g sušiny	N z 1 g sušiny org. hmoty extrahovatelný	
			vodou	0,01 NaOH (v mg)
	směs humus — diabas			
4. 8. 59	4,40	2,15	0,128	0,347
1. 9. 59	4,66	4,75	0,166	0,344
29. 9. 59	4,41	8,80	0,142	0,363
27. 10. 59	3,80	9,30	0,220	0,359
	humus — kontrolní			
4. 8.	3,25	4,12	0,180	0,247
1. 9.	3,86	10,5	0,159	0,288
29. 9.	3,36	24,0	0,133	0,326
27. 10.	2,72	28,0	0,201	0,280

průběhu je ale zřejmé, že se kyselost postupně zvyšuje jak v kontrole, tak ve směsi. Také množství louhu potřebné k neutralizaci stoupá v obou řadách. Jde o zjev, který byl již pozorován, stoupnutí acidity je způsobeno nahromaděním jednoduchých organických kyselin v humusu při jeho urychleném rozkladu. Titrační acidita ve směsi humus—diabas stoupá ale mnohem pomaleji než v kontrole. Množství dusíku extrahovatelné vodou je velmi nízké a není význačných rozdílů mezi kontrolou a pokusnou řadou. Velmi zřetelný rozdíl je v obsahu dusíku extrahovaného zředěným louhem. Z toho je možno předpokládat, že došlo k určitým změnám v podstatě organické hmoty. Při skončení pokusu se tyto změny projeví výrazným ztmavěním humusu ve směsi humus—diabas. I když šlo o krátkodobý pokus, uka-

zuje se, že působením diabasů podléhá humus za příznivých vlhkostních a teplotních poměrů stejným změnám jako při použití vápenatých hnojiv.

Další otázkou bylo, kolik rozpustných zásaditých látek, lehce rozpustných ve vodě, je v humusu obsaženo, a jaký vliv mají látky vyluhované z humusu na jejich přístupnost. K získání těchto údajů byly vzorky diabasů vytřepány s destilovanou vodou a s výluhem, připraveným vyuhlováním 200 g surového borového humusu ve 200 ml destilované vody. Výluh byl analyzován na některé kationty, důležité pro přeměnu humusu. Výsledek jednoho z pokusů je uveden v tabulce II.

II.

Navážka 100 g diabasů + 900 ml tekutiny				
výluh	ze 100 g diabasů vyluhováno v mg			
	Ca	Mg	K	Fe
destilované vody	9,0	stopy	4,36	6,07
z humusu + diabas	4,28	stopy	13,95	7,43
výluh z humusu obsahuje (slepé stanovení)	1,35	0	17,37	0

Samotný výluh z humusu má značně vysoký obsah draslíku, při vyluhování diabasů obsah draslíku v této tekutině klesá; zdá se, že část podléhá sorpci. Pozoruhodné je, že i vápníku přechází do vodního výluhu více než do výluhu z humusu. Totéž platí i pro železo. Pokus svědčí o tom, že do výluhů přecházejí jen malá množství minerálních látek z diabasů a že množství vyluhovaná nejsou úměrná celkovým množstvím, obsaženým v moučce bazické horniny. Tato množství by rozhodně nestačila k vyvolání změn v humusu; je nutno předpokládat jiný mechanismus vzájemného působení humusu a diabasů než postupným uvolňováním lehce rozpustných sloučenin z diabasů.

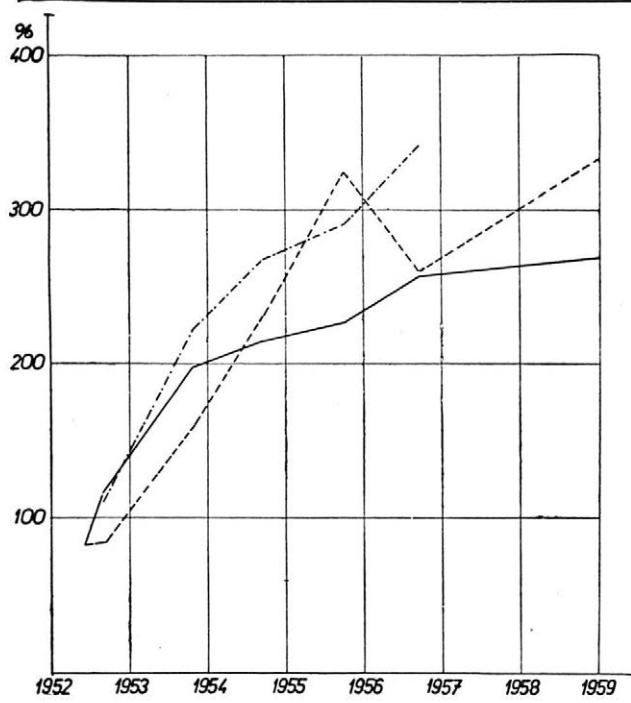
Pokusné plochy

Při řešení úkolu byla založena celá řada pokusných ploch v různých oblastech na podzolech se stmelencem a na oglejených podzolech. V části těchto pokusů bylo do směsi s diabasem použito místo surového humusu kapucínu (v polesí Žehrov, Valdštýn a Troskovice). K demonstrování výsledků je nejvhodnější pokusná plocha v polesí Cep lesního závodu v Třeboni. Některé výsledky z ostatních ploch budou uvedeny v souhrnném přehledu.

Pokusná plocha v polesí Cep byla založena dr. Němcem v místech, kde se původně založená pokusná plocha (v roce 1935) s přihnojováním podsadby listnáčů pod borovým porostem 9. mezibonity strojenými hnojivy setkala s naprostým nezdarem. Na celé ploše převládl po odstranění humusové pokrývky vřes a zbylo několik zakrnělých buků. Plocha byla proto na jaře roku 1953 obnovena — po smýcení starého porostu — na třech dílech, z nichž jeden zůstal jako kontrolní nehnojen, druhý byl hnojen 3 kg diabasů do jamek a třetí byl po základním hnojení 3 kg diabasů do jamek přihnojen na jaře roku 1954 5 kg směsí humusu s diabasem v objemovém poměru 1 : 1 k sazenicím na misky. Na všech dílech byla vyseta lupina, která se rozrostla po hnojených plochách, v současné době je již ale pod zapojeným porostem silně potlačena. Vysázeny byly jednoleté sazenice olše, dvouleté sazenice lípy a do misek vyset žalud, střídavě v řadách. Průběh

III. Průběh přírůstu dřevin na pokusné ploše v odd. 40 fl polesí Cep LZ Třeboň

Díl	Den měření	Olše		Lípa		Dub	
		počet	prům. výška cm	počet	prům. výška cm	počet	prům. výška cm
kontrolní	24. 4. 53	59	26,4	52	32,3	—	—
	22. 7. 53	52	34,6	49	33,6	217	8,8
	3. 11. 54	52	47,4	49	32,7	234	12,7
	15. 8. 55	47	69,8	45	36,5	197	18,1
	3. 10. 56	47	91,8	39	35,9	195	21,4
	10. 9. 57	44	101,5	33	50,5	155	25,9
	10. 2. 60	41	161,0	28	69,0	63	40,0
diabas	24. 4. 53	50	20,9	87	25,9	—	—
	22. 7. 53	50	35,1	86	27,8	227	9,8
	3. 11. 54	50	79,0	86	55,2	235	20,8
	15. 8. 55	49	128,8	86	94,0	102	39,1
	3. 10. 56	49	184,5	86	124,5	89	54,2
	10. 9. 57	47	208,6	87	135,6	85	71,5
	10. 2. 60	47	354,0	87	199,0	20	189,0
humus + diabas	24. 4. 53	53	21,5	82	26,3	—	—
	22. 7. 53	53	39,6	82	28,1	255	9,6
	3. 11. 54	53	93,8	82	51,6	236	28,2
	15. 8. 55	53	151,8	79	84,6	186	47,8
	3. 10. 56	50	217,4	71	117,3	182	62,4
	10. 9. 57	50	260,7	78	129,9	146	88,7
	10. 2. 60	48	433,0	73	229,0	33	242,0



1. Relativní srovnání vzrůstu dřevin na hnojené ploše vzhledem k ploše kontrolní (100 %).
Plocha hnojená diabasem

— olše
- - - lípa
- . - dub

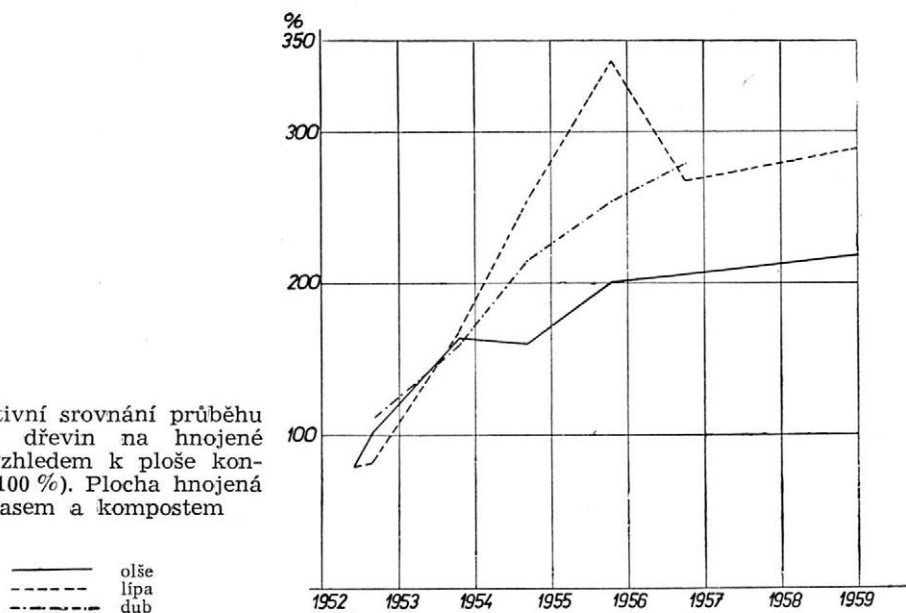
IV.

Plocha	V sušině listů v %						
	N	Ca	Mg	K	P	reduk. cukry	cukry po inverzi
kontrola diabas diabas kompost	olše						
	2,170	1,083	0,255	0,805	0,227	7,263	7,888
	2,533	1,055	0,293	0,860	0,226	4,990	7,028
	2,612	0,918	0,304	0,845	0,223	4,726	6,333
kontrola diabas diabas humus	dub						
	1,436	1,376	0,231	0,934	0,332	4,940	8,949
	2,304	1,244	0,310	0,985	0,347	5,314	8,680
	2,325	1,044	0,281	1,090	0,386	5,817	6,284

výškového vzrůstu vysázených dřevin je patrný z tabulky III a z grafů 1 a 2, kde jsou znázorněny relativní hodnoty přírůstu obou hnojených ploch vzhledem k ploše kontrolní.

Statisticky vysoce průkazný je rozdíl mezi kontrolní plochou a oběma hnojenými plochami. Výsledky měření po vegetačním období 1959 ukazují, že vliv přihnojení kompostem je stále více patrný. V roce 1957 nebyl ještě rozdíl mezi dílem hnojeným diabasem a dílem hnojeným diabasem s kompostem průkazný, v roce 1959 jsou na ploše přihnojené kompostem všechny dřeviny zřetelně vyšší a rozdíl je statisticky vysoce průkazný. To platí i pro dub, pro který nejsou hodnoty udány, protože byly měřeny jen nejvyšší jedinci v každé misce, a proto nenavazuje poslední měření na předcházející. Relativní hodnoty vzrůstu všech tří dřevin vzhledem ke vzrůstu kontroly ukazují, že se jejich vzrůst stále zrychluje, i když v menší míře než v prvních letech po založení plochy.

2. Relativní srovnání průběhu vzrůstu dřevin na hnojené ploše vzhledem k ploše kontrolní (100 %). Plocha hnojená diabasem a kompostem



Vliv hnojení na výživu jednotlivých dřevin se projevuje zřetelně ve složení listů. Výsledky listové analýzy olše a dubu jsou zachyceny v dalších tabulkách.

Vlivem hnojení je u obou dřevin zvýšen obsah dusíku, hořčíku a draslíku a dále obsah fosforu v listech dubu. Velmi ostrý rozdíl je zejména v obsahu dusíku v listech dubu, a to i na dílu hnojeném diabasem. Zde se na hnojených dílech zřejmě uplatňuje vliv olše a lupiny. V obou případech je hnojením zřetelně snížen obsah vápníku. Tuto skutečnost je možno dobře vysvětlit „zřetelovacím jevem“ při intenzivním růstu organické hmoty vzhledem k prvku, který z hlediska výživy nesleduje zákon minima.

Ve stejném porostu, na stejném stanovišti, byla založena další pokusná plocha, na které byl přezkoušen vliv přihnojování diabasem a vápnem na vzrůst sazenic; diabasem bylo přihnojováno tak, jak se dá předpokládat, že se bude dít v provozu. Humus z povrchové vrstvy s přimíšeným hnojivem byl promíšen s minerální zeminou v sadbové jamce. Pokus byl založen stejně jako předešlý koncem dubna 1953. Do sadbových jamek byl přidáván diabas v množství 3 kg, vápno bylo rozmetáno o rok později na povrch humusu v množství 60 kg na 100 m². Byly tedy založeny čtyři díly: 1. díl nehnojený — kontrolní; 2. díl hnojený jen rozmetaným vápnem na povrch půdy; 3. díl hnojený diabasem do jamek, 4. díl hnojený diabasem do jamek a rozmetaným vápencem.

V. Polesí Cep, odd. 47 f. Pokusná plocha č. II

Plocha	Měřeno dne	Olše		Lípa		Dub letní	
		počet	prům. výška cm	počet	prům. výška cm	počet	prům. výška cm
kontrolní	24. 4. 53	43	20	42	21	—	—
	29. 7. 53	40	21	36	21	30	8
	3. 11. 54	40	31	33	22	57	12
	15. 8. 55	40	41	9	27	48	16
	3. 10. 56	19	54	2	23	48	31
	10. 9. 57	14	58	2	23	52	36
vápno	24. 4. 53	57	19	45	20	—	—
	29. 7. 53	56	23	45	20	22	7
	3. 11. 54	56	28	45	21	28	9
	15. 8. 55	54	56	36	24	25	17
	3. 10. 56	53	83	36	39	24	24
	10. 9. 57	53	103	34	51	17	33
diabas	24. 4. 53	47	19	57	22	—	—
	29. 7. 53	47	37	51	24	403	9
	3. 11. 54	47	85	51	45	413	20
	15. 8. 55	49	141	51	76	298	43
	3. 10. 56	49	181	51	97	356	59
	10. 9. 57	51	204	51	112	322	77
diabas + vápno	24. 4. 53	67	22	66	21	—	—
	29. 7. 53	66	40	66	23	236	13
	3. 11. 54	64	92	66	44	354	20
	15. 8. 55	64	133	66	73	298	39
	3. 10. 56	64	160	66	94	260	61
	10. 9. 57	63	169	66	107	268	73

Průměrné výšky kultur i ztráty sazenic vyhynutím v letech 1953 až 1957 jsou uvedeny v tabulce V.

Vliv hnojení na vzrůst vysázených dřevin je velmi dobře patrný. Nejlépe se projevilo hnojení samotným diabasem, rozmetání vápna nemělo další zlepšující vliv na dílech hnojených diabasem, spíše se projevuje určitý negativní vliv. Samotné hnojení vápnem však zlepšilo průkazně vzrůst olše i lípy, neprojevilo se ale na vzrůstu dubu, který byl průkazně zlepšen jen při základním hnojení diabasem. Příznivý vliv hnojení se projevuje i na snížení ztrát sazenic, zřetelné účinky má již pouhé vápnění. Velmi zajímavý je nepoměrně vyšší počet vyklíčených žaludů na dílcích hnojeným diabasem, na nehnojeném dílci a na dílci vápněným je nepatrná klíčivost.

Srovnáme-li oba díly hnojené diabasem na první i druhé pokusné ploše, pak např. pro měření dne 10. IX. 1958 jsou rozdíly ve vzrůstu dřevin nepatrné. Pouhé vápnění nemělo zdaleka takový vliv jako přihnojení diabasem. Je to pochopitelné proto, že mezi vysazením sazenic a přihnojením uplynul jeden rok, sazenice tedy byly vysazovány do nehnojené půdy. Vlastní přeměna humusu působením vápna je proces trvající delší dobu a změny, které mohou podstatněji podpořit vzrůst dřevin, můžeme očekávat až po několika letech. Proto se v pokusu dodatečné vápnění nemohlo projevit např. na klíčivosti žaludů a výrazněji se neprojevilo ani na vzrůstu ostatních dřevin. Pokud by vápnění surového humusu mělo sloužit jako meliorační postup při výsadbě, bylo by nutné plochu povápnit alespoň tři roky před zalesněním. Zřetelný je i zde vliv hnojení na výživu dřevin.

VI.

Plocha	V sušině listů v %						
	N	Ca	Mg	K	P	reduk. cukry	cukry po inverzi
kontrola vápno diabas diabas vápno	olše						
	1,573	0,730	0,328	0,971	0,314	9,535	9,928
	2,074	1,540	0,321	0,722	0,339	7,937	9,499
	2,494	0,919	0,314	0,811	0,229	5,711	7,473
	2,322	1,007	0,215	0,821	0,297	5,014	7,028
kontrola vápno diabas diabas vápno	dub						
	1,406	0,706	0,242	0,826	0,408	5,919	6,886
	1,608	1,619	0,273	0,734	0,313	5,057	6,167
	1,334	1,008	0,313	0,709	0,329	5,015	5,719
	1,688	0,906	0,165	0,905	0,308	5,260	5,852

Vliv jednotlivých zásahů je na složení asimilačních orgánů velmi dobře patrný. Výrazné zvýšení obsahu vápníku na vápněných dílech ukazuje, že rozmetané vápno je již k dispozici kořenům rostlin. Jak u olše, tak u dubu je v listí na vápněných plochách zvýšen i obsah dusíku, což odpovídá zkušenostem, které byly učiněny s vlivem vápnění na výživu dřevin. Srovnáme-li obsah dusíku v listech olše se vzrůstem na obou plochách, je nápadné, že postupuje úměrně průměrnému přírůstu dřeviny. Nejvyšší hladina je v listech olší z dílů hnojených diabasem a kompostem na první ploše a diabasem na druhé ploše. Obě kontrolní plochy mají nejnižší hodnoty. U žádného jiného z analyzovaných prvků se nevyskytuje podobný vztah.

Přihnojování sazenic organominerálními hnojivy, konečně stejně jako přihnojování sazenic bazickými moučkami při výsadbě, nemůžeme ve skutečnosti označit jako melioraci půdy. Přihnojováním pouze zlepšujeme půdní vlastnosti na velmi omezeném prostoru — v sadbové jamce —, zatímco většina plochy zůstává bez zásahu. Dá se ovšem počítat, že sazenice, které zpravidla dobře reagují na zlepšení výživy a na příznivé prostředí v počátečních fázích vývoje kořenového systému, přispějí k melioraci půdy jednak intenzivním prokořeněním půdního profilu, zintenzivněním koloběhu látek a zlepšením stavu povrchové vrstvy organické půdní hmoty, jednak zvýšením biologické aktivity půdy. Zatím všechny pokusy s meliorací půdy bazickými moučkami nebo organominerálními komplexy byly příliš mladé nebo nevhodně založené, takže nebylo možno zhodnotit zpětný vliv porostu na půdní vlastnosti. Teprve zmíněný pokus, založený v poleší Cep, dal jistou možnost přezkoušet, jak se bude projevovat vliv porostu na půdu.

Především nás zajímá prokořenění, protože stmelencem je fyziologická hloubka půdního profilu velmi podstatně omezena, a kdyby dřeviny jím nepronikly, pak by se dalo očekávat, že zpočátku rychlý vzrůst přihnojeného porostu nevydrží delší dobu. Velmi dobře a bohatě pronikala na hnojených dílech stmelencovou vrstvou lípa. Vedle silných hlavních kořenů, které se většinou větvily ve vrstvě stmelence, vytváří větší množství jemných kořínků, které velmi bohatě pronikají ztuhlou vrstvou. Na nehnojené ploše jsou lípy velmi slabé, kořenový systém sestává z málo větvených jednoduchých kořínků, které většinou se drží při povrchu půdy a ke stmelenci nezasahují. Nebylo zjištěno jejich proniknutí touto vrstvou. Kořeny dubu na hnojených dílech stejně jako kořeny lípy pronikají do hlubších částí půdního profilu, ve vrstvě stmelence se opět větví a prorůstají ji drobnými kořínky, i když ne tak bohatě jako kořínky lípy. Na nehnojeném dílu kořeny dubu pronikají k vrstvě stmelence a ojedinele jí prorůstají, jsou ale podstatně slabší než u hnojených dubů. Stejně i olše na hnojených dílech zasahuje do stmelence, proniká jím a větví se v něm. Všechny tři dřeviny, a zejména olše, vytvářejí bohatou spleť povrchových kořínků na rozhraní humusové vrstvy a minerální půdy. Velmi intenzivně prokořeňuje vrstvu stmelence lupina, která jím silnějšími kořeny hladce proniká a ve ztuhlé vrstvě větví četné jemné kořínky.

Druhou cestou, kterou dřevina ovlivňuje půdu, je opad. V daném případě jde o množství a složení opadu, které se dostává k půdnímu povrchu. Množství opadu z jednotlivých zakrnělých jedinců na nehnojeném dílu je prakticky nezhodnotitelné. Množství opadu z druhého dílu hnojeného diabasem činilo na podzim 1959 250 g sušiny na 1 m²; bylo to hlavně listí olše, dále lípy, dubu a odumřelých listů ustupující lupiny. Na dílu hnojeném kompostem je množství opadu 300 g sušiny na 1 m². Složení tohoto opadu je uvedeno v tabulce VII.

VII.

Plocha	mg v 1 g sušiny								
	popel	Si	N	S	Fe	Ca	Mg	P	K
diabas	59,28	4,75	20,78	0,49	0,33	14,08	2,92	0,57	1,90
kompost diabas	60,80	6,41	21,15	0,74	0,41	12,80	3,11	0,65	2,64
kompost diabas odběr v září	41,60	2,23	16,53	1,10	0,15	7,52	4,57	0,96	4,26

Není výraznějších rozdílů ve složení opadu z obou hnojených dílů, pouze rozdíl v obsahu draslíku a fosforu je poněkud výraznější. Na ploše hnojené kompostem byl také odebrán vzorek opadu na počátku podzimu — v září, kdy byla na stromech

ještě značná část listů. Rozdíly ve složení opadu z obou odběrů jsou výrazné a zřetelně se objevuje rozdíl v obsahu vápníku, železa, dusíku, kyseliny křemičité, síry a popela, jejich množství s pozdějším odběrem stoupá, naopak množství fosforu a draslíku výrazně klesá. Tyto změny jen zčásti mohou být vysvětleny vyplavováním lehce rozpustných organických a minerálních sloučenin dešťovými srážkami, které byly mezi oběma odběry nepatrné, z větší části jsou za rozdíly zodpovědné změny, které prodělává složení listů při podzimní zpětné migraci živin (S w a r t). Opad olše, který bylo možno sebrat na všech třech plochách, měl složení, které velmi dobře odpovídalo zásahu, který byl na ploše proveden hnojením (viz tabulku VIII).

VIII.

Plocha	mg v 1 g sušiny opadu								
	popel	Si	N	S	Fe	Ca	Mg	P	K
kontrola diabas diabas kompost	olše								
	34,48	1,57	17,68	1,04	0,25	8,16	4,67	1,37	0,56
	34,48	1,91	23,81	0,93	0,20	7,52	3,01	0,99	0,41
	51,32	3,56	25,58	1,04	0,25	8,16	4,67	1,37	0,56
diabas kompost	lípy								
	48,84	2,47	15,40	0,96	0,16	10,72	3,50	1,05	0,425

Pokles všech rostlinných živin v opadu olše směrem k nehnojenému dílu je velmi výrazný, jedinou malou výjimku činí obsah vápníku, jehož zvýšení v materiálu z nehnojeného dílu je způsobeno relativním nahromaděním při naprosto nedostatečném růstu organické hmoty. Srovnáme-li opad lípy s opadem olše, pak je jasně patrné, že s výjimkou obsahu vápníku je hodnotnější opad olše. Především vysoký obsah dusíku se musí příznivě projevit jak ve složení humusu, tak ve výživě ostatních dřevin. Také množstvím opadu převyšuje olše lípu. Na druhé pokusné ploše nejsou rozdíly ve složení opadu tak výrazné (viz tabulku IX).

IX.

Plocha	mg v 1 g opadu olše								
	popel	Si	N	S	Fe	Ca	Mg	P	K
kontrola	36,08	1,57	17,72	0,74	0,15	12,64	2,04	0,67	3,29
vápno	35,88	1,28	20,73	0,57	0,15	12,80	1,75	0,74	3,77
diabas	30,32	1,24	19,23	1,30	0,13	9,92	2,33	0,67	2,70
diabas vápno	25,08	0,99	19,23	0,57	0,14	5,44	2,33	0,79	3,90

Vliv na půdu se projevuje nejdříve a nejvýrazněji ve změně vlastností humusu. Suchý surový vláknitý humus, sestávající jen z opadu vřesu, ostře oddělený od minerální půdy, se na hnojených plochách mění v mulový humus, který má velmi příznivé vlastnosti. Opad se rychle rozkládá, koncem léta se již nerozložené zbytky opadu vůbec nevyskytují. Humusová vrstva je složena z listnaté drtě a měle, která se počíná mísit s nejvrchnější vrstvou minerální půdy. V humusu je patrna intenzivní činnost edafonu. Také chemické složení humusové vrstvy má zřetelně příznivější vlastnosti (viz tabulku X).

X.

Plocha	pH (<i>KCl</i>)	Spotřeba n/5 <i>NaOH</i> na 20 g sušiny humusu v ml					
		do pH 4	pH 5	pH 6	pH 7		
kontrola	3,70	1,6	5,6	8,52	10,00		
diabas	5,85	Ø	Ø	0,28	2,12		
diabas kompost	5,60	Ø	Ø	1,04	3,72		
Plocha	Chemické složení v mg na 1 g sušiny humusu						
	popel	<i>Si</i>	<i>N</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>P</i>	<i>K</i>
kontrola	285,68	110,7	10,19	2,72	0,66	0,74	0,99
diabas	229,76	71,7	18,07	13,92	2,24	0,99	1,00
diabas kompost	114,96	32,33	21,92	10,72	1,94	1,16	0,95

Vřesový humus z kontrolní plochy je nejbohatší na nespalitelný podíl a rozpustnou kyselinu křemičitou. Velmi zřetelný je i rozdíl v obsahu vápníku, fosforu a dusíku; těmito prvky je vřesový humus na nehnobené ploše nejchudší. Není rozdíl v obsahu draslíku, na který je humus na všech třech plochách, jako humus ostatně vůbec, velmi chudý. Morfologické změny v povrchové vrstvě minerální půdy jsou zatím celkem malé. Kromě hustšího prokořenění a mírného ztmavení barvy podhumusové vrstvy minerální půdy na hnojených dílech nejsou viditelné rozdíly mezi hnojenými plochami a nehnojenou plochou. Je možno ale zjistit určité rozdíly chemickými analýzami (viz tabulku XI a XII).

XI.

Plocha	pH (KCl)	Spotřeba n/5 NaOH na 20 g minerální půdy v ml			
		do pH 4	pH 5	pH 6	pH 7
kontrola	3,70	0,11	0,48	0,84	1,21
diabas	3,80	0,15	0,92	1,45	1,95
diabas kompost	3,60	1,20	3,50	4,80	5,89

XII.

Plocha	Obsahy hlavních rostlinných živin ve výluhu 1% kys. citrónovou mg v 1 kg půdy			
	Ca	Mg	P	K
kontrola	134	11	7	37
diabas	627	183	13	36
diabas kompost	507	86	26	40

Zdá se být celkem proti předpokladu, že kyselost minerální půdy se na hnojených dílech zvýšila, a to na obou dílech, jak je dokumentováno zvýšenou potřebou louhu k neutralizaci. Jedině možné vysvětlení je to, že se při urychleném rozkladu organické hmoty, který probíhá na obou hnojených dílech, uvolňuje větší množství nízkomolekulárních, snadno pohyblivých kyselin, které zkyselují písčité,

ústoječivými látkami jen nepatrně zásobený A₂-horizont. S podobným zjevem se setkáváme např. i při vápnění humusu, kdy kyselost může po určité době klesnout i pod kyselost nevápněné plochy. Okyselení minerální půdy pod hnojenými dřevinami nemůže zatím zabránit ani zvýšené vyplavování vápníku a hořčíku z humusu do minerální půdy, které je velmi zřetelné. I kyselinou fosforečnou je povrchová vrstva půdy na hnojených dílech zřetelně obohacena. Stejně jako u humusu nejsou zde výraznější rozdíly v obsahu draslíku. Analytické údaje, získané na této ploše, prokazují, že zde není kyselost minerální půdy limitujícím faktorem vzrůstu dřevin, ani že nebrání jejich normální výživě. Toto pozorování potvrzuje i v těchto poměrech pozorování z jiných vřesovištních půd (Jones — Levi-son), na kterých bylo možno s úspěchem pěstovat jasan po přidání kompostu, který podstatně neovlivnil výchozí pH půdy kolem 4.

Shrňme-li všechny poznatky, které se týkají zpětného vlivu hnojených dřevin na půdu, zjišťujeme, že na dílu hnojeném kompostem se vrací ročně v opadu 38,4 kg vápníku, 9,3 kg hořčíku, 1,9 kg fosforu a 7,9 kg draslíku a 63,4 kg dusíku při přepočtu na jeden hektar ve 3000 kg sušiny organické hmoty. Na dílu hnojeném diabasem se ročně vrací do půdy v opadu 35,3 kg Ca, 7,3 kg Mg, 1,4 kg P, 4,75 kg K a 52 kg dusíku. Vezmeme-li ke srovnání za podklad údaje o složení borového porostu (Ehwald, 1957), ve kterém na V. bonitě se dostává ročně do půdy 7,5 kg N, 0,7 kg P, 7,3 kg Ca, 0,2 kg Mg a 1,2 kg K, je zřejmé, že koloběh látek v přihnojené skupině je několikanásobně větší ve všech hlavních prvcích. Koloběh na nehnojeném dílu je nezhodnotitelný, protože opad dřevin je zde nepatrný.

Během krátké doby, po kterou působí opad porostu na půdu — od jeho zapojení uplynuly prakticky pouze čtyři roky — se vliv projevil již v zásadní změně povrchové vrstvy humusu, v jeho obohacení minerálními látkami i v určitém obohacení povrchových vrstev minerální půdy. K celkové změně půdního profilu nemohlo zatím pro krátkost působení porostu dojít, dá se ale očekávat, že postupně bude pokračovat prokořeňování stmelencové vrstvy a její rozrušování. V každém případě jsou vysázené dřeviny po přihnojení schopny zřetelně ovlivňovat a zlepšovat vlastnosti půdního profilu. Jde tedy o druhotnou melioraci, způsobenou porostem. Otázkou zůstává, postačí-li tato biologická meliorace působit tak zásadní změnu půdy, která by do budoucnosti udržela její vysokou produktivitu, alespoň takovou, jaká se jeví na vzrůstu přihnojeného porostu. Na celé řadě pokusných ploch se totiž při odrůstání přihnojených dřevin a při uvolnění jejich zápoje vrací původní nepříznivá vegetace degradovaných půd — borůvka, brusinka a někdy vřes — na místa, ze kterých byla pod hustým zástínem kultury vytlačena. Tento zjev se projevuje i pod odrůstajícími skupinami olše, jejichž opad jinak působí na změnu vlastností humusu nejintenzivněji. Je pravděpodobné, že jedním zásahem, i když jeho výsledek bude sebelepší, nebudeme moci vyřešit péči o půdu, jde-li — a to je většinou — o půdy velmi labilní, a že bude nutno udržovat půdní produktivitu dalšími technickými zásahy. Tato další a dodatečná péče bude nutná zejména tam, kde bude mít v porostu větší zastoupení borovice, která svým velmi chudým opadem není schopna udržet intenzivní koloběh minerálních a hlavně zásaditých látek, ani dusíku. Zároveň je nutno těmto půdám věnovat intenzivní pěstební péči.

Pro pěstitele je důležité si uvědomit, jak reagují jednotlivé dřeviny na meliorační zásah. Z celé řady pokusných ploch je zřejmé, že nejlépe reaguje na přihnojení diabasem nebo různými směsami diabasu s humusem nebo kapucínem olše. Zvýšení výškového přírůstu ve srovnání s kontrolními díly je v průměru o +140 %, s rozpětím od +30 do +330 %. Reakce lípy je v průměru poněkud slabší, průměrné zvýšení činí asi o +125 %, v rozpětí od -16 do +387 %. Přibližně stejná je i reakce kleny, zvýšení přírůstu proti kontrole se v průměru pohybuje kolem

+125 %, s rozpětím od +23 do +354 %. Daleko méně na přihnojení reaguje dub, na různých plochách bylo zaznamenáno zvýšení od -7 do +170 %, stejně málo reaguje dub červený, který v několika případech reagoval zřetelným snížením přírůstu až o 52 % proti kontrole. Ještě nižší je reakce buku, s rozpětím od -15 do +35 % proti nepřihnojeným bukům. V čem spočívá tato různá reakce různých druhů dřevin, není možné zatím plně vysvětlit, a bude nutno při větších melioračních projektech věnovat této otázce pozornost. Všeobecně příznivá reakce olše na hnojení z ní činí dřevinu pro melioraci velmi vhodnou jak s ohledem na její schopnost přivádět a udržovat velká množství látek v koloběhu, tak pro její přímý příznivý vliv na spolurostoucí dřeviny.

Mimo bazické moučky byl ve čtyřech pokusech zkoumán vliv kapucínu jako hnojiva v kulturách a v lesní školce. Tyto pokusy byly založeny proto, že na některých stanovištích není dostatek humusu, který byl buď v minulosti odstraňován hrabáním steliva nebo se na některých stanovištích, a to právě pod nejhoršími porosty, nevytvořil pro nedostatečný opad v dostatečném množství.

Kapucín je odpadní hmota při těžbě hnědého uhlí v severočeské uhelné pánvi, pro svou malou výhřevnost a vysoký obsah popela se nehodí jako palivo. Má vysoký podíl huminových kyselin (až 70 %), obsah dusíku mezi 0,8—1,4 % a menší podíl dalších rostlinných živin (0,2—2,5 % CaO , 0,2—0,6 % MgO , 0,15—0,3 % K_2O , 0,25—0,4 % P_2O_5 a některé stopové prvky, především molybden). Jeho reakce je velmi silně kyselá, právě pro vysoký podíl huminových kyselin sorpčně nenasyčených. Pro pokusy byl proto kapucín kompostován s moučkami bazických hornin ve váhovém poměru: 1 díl kapucínu se 3 díly bazické moučky.

Pokus, který byl založen v alkalické půdě lesní školky v poleší Žehrov, kde bylo přihnojováno kapucínem, diabasem a směsí kapucínu s diabasem k olši, lipě, letnímu dubu a k červenému dubu, ukázal výrazné snížení ztrát na dubu a červeném dubu při hnojení pouhým kapucínem; tento zásah ale nevyvolal v žádném případě zvýšení výškového přírůstu u některé z vysázených dřevin. Ve směsi s diabasem při nižší dávce vyvolal statisticky průkazné zvýšení přírůstu. Jeho vliv na výživu se projevil zvýšenou hladinou dusíku v listech olše hnojené pouhým kapucínem a velmi podstatným zvýšením hladiny molybdenu v listech této dřeviny.

V dalším pokusu v témže poleší, ve kterém bylo vedle dalších kombinací použito i směsí diabasu s kapucínem do jamek, nebylo možno prokázat rozdíl mezi tímto způsobem hnojení a hnojením diabasem. V tomto případě je vliv kapucínu ve směsi s diabasem neprůkazný. V poleší Valdštýn, kde byl srovnáván účinek kapucínu a směsí diabasu s kapucínem a dalšími kombinacemi hnojiv, se ukázal velmi příznivý vliv směsí diabasu s kapucínem na olši, příznivý vliv i na červený dub. Samotný kapucín snížil výškový vzrůst olše, zvýšil ale přírůst dubu. Výraznější vliv na výživu se neukázal. V pokusu v poleší Troskovice se neprojevil vliv kapucínu ve směsi s diabasem proti samotnému hnojení moučkou bazické horniny.

Celkové výsledky, získané použitím kapucínu, ukazují na to, že v žádném případě není lepší než surový lesní humus použitý v pokusech. Nemůžeme proto do budoucnosti počítat s tím, že by našel většího použití při melioraci lesních půd; správné hospodaření s lesním humusem je proto stále důležitým požadavkem pěstební praxe.

Pro lesní hospodářství je důležité spočítat náklady na melioraci při použití bazických mouček a zjistit rentabilitu tohoto postupu. Bazické moučky samy o sobě jsou materiálem velmi laciným a pouze velké náklady na dopravu jej prodražují. Při dopravě po železnici do vzdálenosti 100 km a při dopravě na místo nákladním autem do vzdálenosti 20 km od železniční stanice je možno počítat s nákladem

1500 Kčs na 30 t bazických mouček, což je průměrná dávka na 1 ha již na místě v porostech. Srovnáme-li jejich hodnotu s jinými, koncentrovanějšími hnojivy, která by mohla přijít v úvahu, pak dostáváme výsledek uvedený v tabulce XIII.

XIII.

Diabas z Choltic			Ve hnojivu		
složení		obsah ve 30 t	druh	potřebné množství	cena
CaO	11,1 %	3,3 t	mletém vápenci	73 q	660 Kčs
K ₂ O	2,3 %	0,7 t	20 % draselné soli	35 q	2260 Kčs
P ₂ O ₅	0,5 %	0,15 t	Thomasově moučce	8,5 q	320 Kčs
				116,5 q	3240 Kčs

S připočtením dopravy na místo v porostech můžeme počítat, že koncentrovanější hnojiva by na místě použití stála asi 3700 Kčs, tedy že náklad na množství živin, odpovídající složení diabasu, by byl asi dvojnásobný. Přitom je nutno vzít v úvahu podstatně delší působení bazické moučky, a to že není třeba zvláštní opatrnosti při dávkování, jaká by byla nezbytná při použití koncentrovanějších hnojiv, např. draselné soli. V kalkulaci nejsou zahrnuty náklady, na další hnojiva, kterými by bylo popř. nutno zlepšit výživu hořčíkem a dalšími látkami důležitými pro výživu rostlin, jichž je v bazických moučkách dostatek. Ztráty lípy, buku a klenu činí na pokusných plochách na nehnojených dílech až 80 %, olše až 40 %, na hnojených dílech klesají v průměru na 10 % u všech dřevin. Počítáme-li snížení ztrát jen o 30 % v průměru, pak úspora nákladů na jeden hektar činí přibližně 1:100 Kčs na 1 ha. Snížení ztrát na sadebním materiálu do značné míry nahrazuje náklady na přihnojení sazenic. Není sporu o tom, že zvýšený přírůst v krátké době nahradí zbytek nákladů. Pro udržení ekonomicky nejvhodnějších výsledků je třeba udržet určité podmínky, především pokud jde o prostorové uspořádání. Z dopravních důvodů i pro místní rozvoz materiálu jsou podstatně výhodnější pro melioraci větší plochy.

Souhrn

Předběžnými laboratorními pokusy jsme mohli ověřit, že působením mouček bazických hornin na surový humus nastávají v něm kvalitativně stejné změny jako při smíšení s vápenatými hnojivy, přestože např. diabas obsahuje jen poměrně malá množství vápníku, hořčíku a drasla, rozpustných ve vodě. Tím je možno vysvětlit velmi příznivý vliv, který mají bazické moučky ve směsi s humusem na přírůst některých dřevin. V přihnojených skupinách se velmi podstatně zintenzivňuje koloběh látek, radikálně se mění vlastnosti humusu a v krátké době jsou ovlivněny i povrchové vrstvy minerální půdy. Kořeny dřevin na hnojených dílech jsou schopny proniknout vrstvou stmelence do hlubších částí půdního profilu. Náklady na melioraci bazickými moučkami jsou zčásti kryty již snížením ztrát sazenic. Srovnáním nákladů na čisté živiny — vápník, draslo a fosfor — v diabasu a v koncentrovaných umělých hnojivech je zřejmé, že diabas je výhodnější.

Poznámka: V té části práce, která pojednává o vzrůstu dřevin na pokusných plochách v polesí Cep, bylo použito dosud nepublikovaného materiálu ze závěrečné zprávy: Meliorace degradovaných lesních půd organominerálními hnojivy, rozpracované zemřelým dr. A. Němcem.

Literatura

1. E h w a l d E.: Über den Nährstoffkreislauf des Waldes. Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Bd. VI, H. 1. —
2. G a n t s G. V.: The silvicultural importance of the grey alder as an accumulator of nitrogen. itt. Kirov, forstl. techn. Akad. (SSSR) Nr. 58, 178-199; 1940 podle Chem. Abstr. 35, 6722, 1941. —
3. N ě m e c A.: Meliorace degradovaných lesních půd. Stát. zeměd. naklad., Praha, 1956. —
4. N ě m e c A.: Studie o chemickém složení degradovaných lesních půd v polesí Cep u Třeboně. Lesnická práce 15; 313-338; 1936. —
5. T h e m l i t z R.: Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Kalkdüngerarten auf die Rohhumuszersetzung. Schriftenreihe d. Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen, Bd. 2. —
6. W i t t i c h W.: Der heutige Stand unseres Wissens vom Humus und neue Wege zur Lösung des Rohhumusproblems im Walde. Schriftenreihe d. Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen, Bd. 4.

Мелиорация лесных почв органоминеральными удобрениями

Неотъемлемой частью мелиорации деградированных лесных почв является также улучшение свойств перегноя. При применении мучиц из основных горных пород, как главного мелиоративного средства, возникает вопрос, могут ли они вызвать перемену сырого перегноя на перегной лучших форм. Предварительные лабораторные опыты показали, что их влияние на перегной в качественном отношении такое же, как влияние известковых удобрений, хотя они содержат всего лишь немного кальция, магнезия, калия и железа, растворимого в воде. Удобрение саженцев лесных древесных пород компостом из диабаза и сырого перегноя оказало очень хорошее влияние на существенное повышение прироста саженцев некоторых древесных пород и на снижение потерь саженцев. На опытной площади в участковом лесничестве Цеп, которое здесь упоминается в качестве примера, было статистически доказано влияние добавленного компоста.

На указанной опытной площади можно было заниматься исследованием возвратного влияния ольхи, липы и дуба, удобренных в лунки диабазом при посадке саженцев, а также действия смесей диабаза и компоста на почвенный профиль — в данном случае характерна подзолистая почва с ортштейном. Было установлено, что на участке, удобренном смесью диабаза и компоста, приводится в движение множество питательных веществ: 38,4 кг Са, 9,3 кг Mg, 1,9 кг Р, 7,9 кг К, 63,4 кг N и 3,00 кг сухого органического вещества на 1 га. На участке, удобренном только диабазом, эти величины несколько ниже; посаженные древесные породы на удобренном участке не оказывают на циркуляцию питательных веществ влияния. На удобренных участках корни древесных пород глубже проникают в слой ортштейна, в то время как на неудобренном участке глубже залегают только корни дуба. Мульча на удобренных участках не такая кислая и значительно богаче, чем сырой вересковый перегной на контрольном участке. Под удобренными древесными породами горизонт A₂ в существенной мере обогащен кальцием, фосфором и магнием и является значительно более кислым (большое потребление щелочи для нейтрализации). Из этого вытекает, что высокая кислотность этих почв на обследованных опытных участках на рост саженцев древесных пород не оказывает неблагоприятного влияния.

С экономической точки зрения удобрение мучицами основных горных пород является удобным уже потому, что цена концентрированных искусственных удо-

брений, содержащих питательные вещества в количестве, отвечающем составу диабазы, существенно выше, даже если и принимаются во внимание сравнительно более высокие расходы на транспорт диабазы.

Melioration von Waldböden mit organomineralischen Düngern

Eine unentbehrliche Maßnahme bei der Melioration degradiertter Waldböden ist die Verbesserung der Humuseigenschaften. Bei Benutzung von basischen Gesteinsmehlen tritt die Frage auf, ob sie die Umwandlung des Rohhumus in günstigere Formen einleiten können. Vorläufige Laboratoriumsversuche haben gezeigt, daß ihr Einfluß auf den Humus qualitativ derselbe ist, als der Einfluß von Kalkdüngern, obwohl sie nur geringe Mengen an wasserlöslichem Kalk, Magnesia und Kali enthalten. Die Düngung von verschiedenen Holzarten mit Komposten aus Gesteinsmehlen und Rohhumus, hatte eine sehr günstige Wirkung auf die Steigerung des Höhenzuwachses von gepflanzten Holzarten und Verminderung der Verlusten bei der Pflanzung. Auf der Versuchsfläche in Cep, die da als Beispiel angeführt ist, ist die Wirkung des benutzten Kompostes statistisch gesichert.

Auf der Versuchsfläche konnte man die Rückwirkung von Erle, Linde, und Eiche, die bei der Pflanzung mit Diabas und mit dem Gemisch Kompost-Diabas gedüngt wurden, auf den Bodenprofil — einen extremen Podzol mit Ortstein, studieren. Es wurde festgestellt, daß auf der Fläche, auf der mit Gemisch Kompost-Diabas gedüngt wurde, folgende Mengen von Nährstoffen in den Kreislauf gelangen: 38,4 kg Ca, 9,3 kg Mg, 1,9 kg P, 7,9 kg K, 63,4 kg N in 3.000 kg von Trockenmaße des Bestandesabfalles, auf 1 Ha. Auf dem Teil, auf dem nur mit Diabas gedüngt wurde, sind diese Mengen ein wenig kleiner; auf der ungedüngten Fläche nehmen die Holzarten auf dem Nährstoffkreislauf keinen Anteil. Auf den gedüngten Teilen dringen alle Holzarten durch die Ortsteinschicht, auf der ungedüngten Fläche nur die Eiche. Der mullartige Humus unter den gedüngten Holzarten ist nicht stark sauer und wesentlich reicher als der Heidehumus auf der Kontrollfläche. Unter den gedüngten Holzarten ist schon auch in dem A₂ Horizont Kalk, Magnesia, Phosphor ein wenig angereichert, obwohl dieser Horizont größere Azidität aufweist (höherer Verbrauch von Natronlauge zur Neutralisation). Dadurch ist es klar, daß die hohe Azidität auf diesen Böden nicht für die Wuchsstockung verantwortlich ist.

Von ökonomischer Hinsicht ist die Düngung mit basischen Gesteinsmehlen günstig schon darum, daß die Kosten konzentrierter künstlicher Dünger, die die Menge von Nährstoffen enthalten, welche der Zusammensetzung von Diabas entsprechen würde, wesentlich höher liegen, auch wenn wir die relativ höheren Anfuhrkosten bei Diabas in Rechnung nehmen.

Amelioration of forest soils by organomineral manures

The improvement of humus properties is an inevitable measure in ameliorating the degraded forest soils. In using the basic rock meals the question arises, if these means are able to cause a transformation of raw humus into more favourable forms. The preliminary laboratory trials have shown that the influence of basic rock meals equals to that of calcium fertilizers, in spite of the fact that they contain only small amounts of water-soluble calcium, magnesium and kalium. The manuring of various forest trees with composts consisting of igneous rock meals and raw humus exerted a very favourable influence upon the height growth of planted trees and decreased

the planting losses. On the sample plot at Cep, which is given here as an example, the influence of applied composts was statistically recorded.

On this sample plot it was possible to study the effect of alder, lime, and oak manured when planted with diabase and compost/diabase mixture on the soil profile (extreme podzol with hard pan). It was found that on the plot manured with compost/diabase mixture following amounts of nutrients came into circulatory system: Ca 38,4 kg, Mg 9,3 kg, P 1,9 kg, K 7,9 kg, N 63,4 kg in the total of 3000 kg of litter dry matter per 1 ha. On the plot where only diabase was applied, these figures were a little lower; where no manures were applied, there was no share of tree species in the nutrition circulatory system. On manured plots all tree species work their way through the hard pan layer, while on unmanured ones only oak. The mild humus under manured forest trees is not very acid, and it is also not substantially richer than the heather humus on the control plot. Under manured trees Calcium, Magnesium and Phosphor are already in the horizon A₂ a little enriched, in spite of the fact that this horizon shows a higher acidity (a higher consumption of caustic soda lye). From this fact it may be deduced that the stunting of forest trees is not caused by the higher acidity of these soils.

In spite of the fact that the costs of diabase transport are relatively high, it may be stated that from the economic point of view the application of basic rock meals is more favourable, because the costs of concentrated artificial fertilizers, containing the nutrient amounts which are approximatively equal to those of diabase, are substantially higher.

Vliv meliorační kultivace lesních půd na dynamiku ústrojné příměsi

Влияние мелиоративной культивации лесных почв на динамику органического вещества

Einfluß der Meliorationskultivierung der Waldböden auf die Dynamik der organischen Stoffe

Inž. Jiří LHOTSKÝ, kandidát zemědělských věd
Výzkumný ústav zemědělsko-lesnických meliorací ČSAZV, Praha

Došlo dne 30. III. 1960

Úvod

Naše lesní hospodářství se v současné době vyrovnává s úkolem meliorace půd se sníženou úrodností. Zúrodnovací způsoby budou různé podle původu snížení úrodnosti a podle dalších okolností, přesto však základním prostředkem většiny technologických postupů meliorace je mechanická kultivace půdy, včetně celoplošné orby. Je to způsob, který je svou velkovýrobní povahou předurčen pro současné lesní hospodářství, a proto je třeba poznat všechny jeho účinky na půdu.

Předložená práce chce ukázat vliv celoplošné mechanické kultivace na základní dynamiku změn humusové, resp. ústrojné příměsi v některých lesních půdách odlišné zrnitosti a odlišné dynamiky vlhkosti a vzdušnosti. Přitom se uvažuje i okolnost, že tyto vlastnosti tvoří vnější prostředí humusových změn, jsou samy také kultivací ovlivňovány a měněny.

Změny ústrojné hmoty v lesních půdách způsobené jejich kultivací mají zásadní význam pro celkový úspěch meliorace lesní půdy z několika důvodů. Je to nejen základní význam ústrojné příměsi v půdách všech druhů, význam jejích změn a její kvality pro úrodnost půdy je dán také množstvím ústrojné hmoty v lesní půdě, její stratigrafií a v neposlední řadě též nepříznivou kvalitou ústrojné hmoty těch lesních půd, které přicházejí v úvahu pro melioraci.

Dokumentace

Všeobecných prací o půdním humusu je velmi mnoho jak ve světovém měřítku, tak v měřítku našeho státu. Již nepoměrně méně autorů se v novější době u nás zabývalo lesním humusem. Nejméně zpracován je právě vliv mechanické kultivace lesní půdy na kvantitu a kvalitu přeměn jejího humusu, které zajisté budou v různých podmínkách různé. V této práci jde navíc o lesní půdy se sníženou úrodností.

Humusotvorné pochody úzce souvisí s činností půdních mikrobiontů. Zpracování půdy a intenzita zpracování mají vliv na úpravu prostředí mikrobiálního života a tím také na kvantitu a kvalitu přeměn půdní ústrojné hmoty.

Závažný příspěvek k obecnému řešení problému humusu přinesla sovětská humusová škola představovaná jmény I. V. Tjurina, Dragunova, Kononov, Alexandrovov, Ponomarevov, Bělčikovov, Sedleckého, Gemerlinga, Zyrina, Orlova, Tiščenka, Tarasenkova aj.

M. M. Kononov (1951, 1953), vytyčuje otázky současných úkolů ve výzkumu humusu a uvádí schéma třídění jednotlivých humusových složek, které vycházejí ze schématu Tjurinova. Vyděluje jako samostatnou složku huminové kyseliny. Metodikou ruské školy se dobře určí vázanost jednotlivých složek humusu v půdě. Tjurinův postup jsme vzali za základ naší metodiky k roztržení jednotlivých frakcí huminových kyselin H_1 , H_2 a H_3 .

Jednotlivými složkami půdního humusu a jejich analytikou se zabýval Dragunov (1951), který doporučuje charakteristiku fyzikálními konstantami (viskozitou), jelikož pokládá jejich chemickou skladbu za tolik heterogenní a měnící se i vlastním analytickým postupem, že ji optické vlastnosti nemohou uspokojivě charakterizovat. Souvisí to s dřívějším zjištěním badatelů (Springer, Simon), že v alkalickém prostředí nejsou huminové kyseliny stálé a oxydují.

Svou prací o fulvokyselinách a jejich vazbě se sesquioxidy upozornila Ponomarevová (1947) na tuto frakci půdního humusu. Konečný názor z diskuse sovětských autorů je, že huminové kyseliny a fulvokyseliny tvoří společnou vazbu, která se ruší teprve některým analytickým zásahem.

Blízkou naší otázce je práce I. F. Garkuši (1955) o změnách v drnopodzolových půdách vlivem zkulturnění, dále práce D. L. Švačkina (1953) o pochodech rozkladu rostlinných zbytků v různých podmínkách. Zde se dovozuje, že za optimální vlhkosti se hromadí v půdě ústrojné substance rozpustné ve vodě, kdežto za přebytku vláhy jich nalézá nejméně. B. D. Zajcev (1949) uvádí souvislosti mezi obsahem vápna a rozkladem ústrojné hmoty v lesních půdách podzolovaných a zamokřených.

Stručný celkový pohled na půdní humus podle moderních poznatků shrnuje Scheffer-Schachtschabel (1956) a dělí jej podle klasické zásady na živný a trvalý. Trvalý podíl skládají huminové látky v různém stupni zrání, tj. kondenzace. Řadu fulvokyselina — hymatomelanová kyselina — huminová kyselina — humin — příp. humusové uhlí — charakterizuje přibývání barvy, úbytek kyselosti a kyselinového charakteru a úbytek aktivity v půdotvorných pochodech. Tato řada spolu geneticky souvisí včetně humusového uhlí, které však může mít i jiný původ (Najmr, 1959). Genetickou souvislost mezi vodou rozpustnými složkami (fulvokyselinami) a huminovou kyselinou jsme také dokázali vlastním pokusem (Lhotský, 1957).

V domácí literatuře shrnuje S. Najmr (1958) výsledky svého dlouholetého bádání v otázkách humusu do soustavy třídění organické půdní hmoty. Jde o zásadní práci, kde se navrhuje způsob třídění vhodný pro naše poměry. Základní koncepcí je hledisko dynamického vývoje půdního humusu a zachycení dynamických činitelů zúčastněných na tvorbě a vývoji úrodnosti půdy. Huminové kyseliny charakterizuje jako různorodé soustavy organických sloučenin, kde převládají vysokomolekulární polymerní cyklické sloučeniny. Vnější podmínky mají vliv na humifikované látky a odrážejí se především na poměru vlastních huminových kyselin k jejich vývojovým předstupňům (zejména k fulvokyselinám), jakož i na podílu stabilního humusu. Z této složky má důležitost složení humá-

tové frakce, které je ukazatelem kvality půdotvorného procesu. Zúrodňující účinky mají humáty dvoj- a trojmocných kationtů. Humáty mají z frakcí trvalého humusu nejúžší kontakt s minerálním podílem vedle huminu, který je na jílové částice vázán fyzikálními silami. S rostoucím množstvím těchto frakcí roste stabilita humusu.

V práci Najmra - Urbana (1958) jsou poznatky, potvrzující význam vlhkosti a vzdušnosti a jejich dynamiky pro různý stupeň kondenzace humifikačních produktů a tím pro tvorbu jednotlivých stupňů jejich genetické řady v různé kvantitě. Principy Najmrova třídění jsme použili v naší metodice.

Z práce V. Sirového (1958) pro nás vyplývá poznatek o nižší sorpční kapacitě huminových kyselin u hojně provlhčovaných půd, jelikož přebytek vlhkosti též brání kondenzaci složitějších huminových kyselin (o složitější molekule).

V práci Z. Ambrože (1956, 1957) se uvádí, že tato sorpční schopnost huminových kyselin vzrůstá s rostoucím obsahem karboxylových funkčních skupin v molekule, a to je zřejmě spojeno s příznivějším hydrotermickým charakterem půdy a s intenzivnější mikrobiální činností.

Z. Ambrož se zabývá vlastnostmi humusu lesních půd a dochází k řadě závažných poznatků, zejména pokud jde o poznání funkčních skupin huminových kyselin a jejich fyzikálních vlastností. Mimo jiné uvádí též zběžně i charakteristiku optických vlastností huminových kyselin, z nichž podle Běličkovové (1951) usuzuje na rozdílnost složení měřených extraktů. Složením humusu lesních půd se zabývá též Šály (1956).

Pochody ústrojné půdní hmoty v půdě jsou velmi složité, avšak přitom klíčem k poznání těch nejzákladnějších půdních procesů v dynamice půdní úrodnosti. Z dosavadních poznatků lze vyvodit, že na jedné straně jsou látky vlastního trvalého humusu poměrně stálé a ústojné vůči vnějším vlivům, na druhé straně řada poznatků dokazuje, že průvodní podmínky tvorby huminových látek se odrážejí na kvalitě těchto sloučenin, resp. v jakosti směsi produktů humifikace: za určitých podmínek se tvoří určitá huminová látka, tj. určitý stupeň kondenzace huminových látek v dominujícím množství, i když ostatní články genetické řady huminových látek jsou rovněž zastoupeny. Tím je konečnému produktu vtiskován určitý ráz, který charakterizuje příslušný půdní pochod. Zásadně jsou takto charakterizovány půdotvorné procesy. Zobecněním této souvislosti můžeme předpokládat, že nejen půdotvorný proces, ale i ostatní odlišné podmínky třeba i kratšího trvání (hydrotermické poměry, kultivace, práce s půdou) mohou mít vliv nejen na rychlost, časový postup vývoje půdního humusu, ale i na jeho směr a na kvalitu relativně konečných zplodin humifikace. O potvrzení tohoto předpokladu jsme se pokusili na dále uvedených pěti výzkumných lokalitách lesních půd při příležitosti zkoumání vlivu celoplošné mechanické kultivace a agrotechniky lesní půdy na její úrodnost.

Metodika

Při terénních pokusech byly použity tyto alternativy kultivačních postupů (čísla podle dále uvedeného pořádku):

Č. 1: Hluboká orba v r. 1953, jednorázové zelené hnojení v r. 1954 (zaoraná směska) a pak zalesnění s krycími kulturami v prvním roce. Mechanické pletí.

Č. 2: Hluboká orba v r. 1953, černý úhor s alternativou přímého zalesnění s krycími kulturami. Mechanické pletí.

Č. 3: Hluboká orba a vápnění v r. 1954, zalesnění a mechanické ošetřování v r. 1955. Pomocné plodiny vedle dřevin. Zčásti předsunut zkrácený osevní postup (B).

Č. 4: Hluboká orba v r. 1951, černý úhor s letními podmítkami v r. 1952, zalesnění v r. 1953. Ošetřování půdy mechanické.

C. 5: Totéž jako ad 4.

Pro laboratorní analýzy byly použity pro údaje uvedené v předložené práci tyto metody a tato stanovení:

Mechanický rozbor zrnitosti v plavicím přístroji Kopeckého. Fyzikální vlastnosti (pórovitost, vlhkost, vzdušnost, maximální kapilární kapacita, minimální vzdušnost). Odběr vzorků v Kopeckého válečcích, vyjádření v % objemu.

Stanovení uhlíku celkové ústrojně hmoty oxydimetricky (metodou Alten-Knippenberg-Wandrowski).

Stanovení huminových kyselin ve výluhu 0,5 % NaOH.

Stanovení čísla humifikace ($CH = [C_{hk} : C_t] \times 100$).

Stanovení stability humusu podle Hocka ($s = E-[COONa]_2 : E-NaOH$).

Stanovení frakcí huminových kyselin z výluhu 1 % NaF.

Ke stanovení huminových kyselin bylo použito kolorimetrie.

Metodika frakcionované extrakce:

25 g vzorku na vzduchu vyschlé zeminy se třepalo s 250 ml 1 % NaF po 1 hodinu za laboratorní teploty (filtrát h₁). Tentýž vzorek se podrobil dekalcinaci 1 % HCl za teploty 60–70°C a novému třepání s 250 ml 1 % NaF po 1 hodinu (filtrát h₂). Tentýž vzorek se vařil s 250 ml 1 % NaF po dobu 30 minut a dalších 30 minut se za tepla třepal (filtrát h₃). Frakce h₁, h₂, h₃ se po změření barevné intenzity (propustnosti) přidání určitého množství zředěné kyseliny sírové srazily a druhý den filtrovaly a promývaly (filtráty f₁, f₂, f₃). Srážení se opakovalo. Oddělené koagulované huminové kyseliny se rozpustily znovu v 1 % NaF na objem 250 ml. Vznikly frakce H₁, H₂, H₃. Jejich poměr byl zachycen kolorimetricky.

Experimentální část

Šetření se konalo na půdách z pěti lokalit, jejichž všeobecnou, zrnitostní a fyzikální charakteristiku podávají ve stručném přehledu tabulky I, II a III.

I. Všeobecná charakteristika pokusných lokalit

Lokalita		Matečná hornina	Půdní typ	Půdní druh	Roční úhrn srážek mm	Roční průměr teploty °C	Langův dešťový faktor
číslo	místo						
1	Malacky-Šranek	vátý písek	okrová les. půda	písčitá	626	9,0	69
2	Malacky-Riadok	„	„	„	626	9,0	69
3	Doksy-Okřešice	pískovec	extrémní podzol	písčitá	698	7,6	91
4	Čížová-Varvažov	žula	hnědá les. půda	písčito- hlinitá	599	7,7	77
5	Čížová-Varvažov	žula	mírný podzol oglejený	jílovito- hlinitá	599	7,7	77

Při práci byly zpracovány podrobnější údaje, které však pro nedostatek místa neuvádíme.

Přehledná tabulka fyzikálních vlastností půd pokusných lokalit vystihuje prostředí těchto půd i účinek kultivačního zásahu na půdní fyziku. Lokalita 1 je výrazně suchá, teplá a vzdušná; kultivace pouze zvýšila vodní jímavost fyziologického profilu. Půda lokality 2 má podobné vlastnosti. Kultivace stejnoměrně promísila ústrojnou hmotu ve vrchní vrstvě, a to se projevilo stejnoměrným zvý-

II. Zrnitostní skladba pokusných profilů

Lokalita č.	Hloubka cm	% kategorie zrn				Půdní druh
		-0,01	0,01-0,05	0,05-0,1	0,1-2,0 mm	
1	0-20	3,06	1,74	1,14	94,16	písčítá
	20-50	1,98	0,66	1,60	95,76	„
	50-80	0,00	0,20	0,10	99,70	„
2	0-20	6,53	2,81	1,74	88,92	písčítá
	20-50	2,34	1,48	1,50	94,68	„
	50-80	1,38	0,40	0,56	97,66	„
3	0-20	7,30	3,20	1,30	88,20	písčítá
	20-50	4,90	2,70	1,50	90,90	„
	50-80	1,20	0,50	1,00	97,30	„
4	0-20	27,90	17,06	7,56	47,48	písčitohlinitá
	20-50	28,64	16,96	7,14	47,26	„
	50-80	18,70	12,80	9,80	58,70	hlinitopísčítá
5	0-20	47,46	20,90	6,96	24,68	jilovitohlinitá
	20-50	25,00	10,98	11,13	52,89	písčitohlinitá
	50-80	34,18	20,78	8,10	36,94	hlinitá

III. Průměry základních fyzikálních vlastností půdních za pokusné období (v % obj.)

Lokalita	Půdní vlastnost	Kultivovaná půda		Kontrolní půda	
		0-30 cm	0-80 cm	0-30 cm	0-80 cm
1	Pórovitost	45,1	45,4	44,9	44,9
	Maximální kapilární kapacita	18,2	16,8	10,5	10,5
	Minimální vzdušnost	26,9	28,6	34,4	34,4
2	Pórovitost	46,2	47,1	50,8	47,4
	Maximální kapilární kapacita	19,7	19,4	23,1	18,6
	Minimální vzdušnost	26,5	27,7	27,7	28,8
3	Pórovitost	45,6	44,0	46,5	44,8
	Maximální kapilární kapacita	16,8	14,0	13,5	10,9
	Minimální vzdušnost	28,8	30,0	33,0	33,7
4	Pórovitost	44,6	41,3	46,8	41,8
	Maximální kapilární kapacita	29,0	27,9	31,8	29,2
	Minimální vzdušnost	15,6	13,4	15,0	12,6
5	Pórovitost	42,8	39,2	47,4	40,3
	Maximální kapilární kapacita	32,6	31,4	36,7	31,8
	Minimální vzdušnost	10,2	7,8	10,7	8,5

šením vodní jímavosti vrchních vrstev. Půda lokality 3 je propustná, velmi vzdušná, avšak podstatněji prosychá jen v letních měsících. Většinou má dostatek srážek. Půda lokality 4 je střední zrnitosti, s optimálním poměrem kapilárních a nekapilárních pórů, jak to vyjadřují průměrné hodnoty maximální kapilární kapacity a minimální vzdušnosti. Půda lokality 5 je poněkud těžšího rázu, především pak se sklonem k přechodnému zamokřování, zvláště na jaře. Kultivace se zde projevila znatelným poklesem pórovitosti, hlavně ve vrchní vrstvě. Minimální vzdušnost rovněž poklesla; v průměru sice nikoliv podstatně, zato zřetelněji v přechodném období třetího a čtvrtého roku po základním zpracování, kdy jsme často stanovili hodnoty pod 5 % obj. V pozdějším období se opět vzdušnost i tohoto profilu pozvolna vyrovnává.

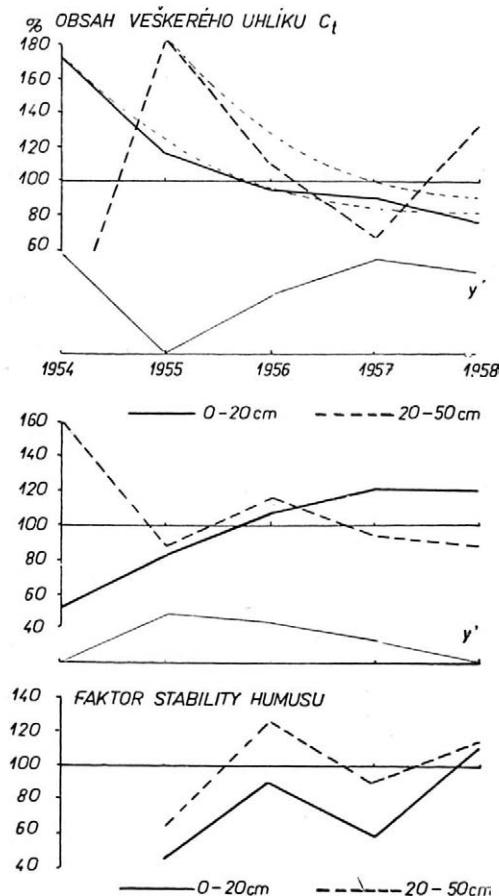
Dynamika změn ústrojné hmoty v kultivované půdě

Lokalita 1

Dynamika ústrojné hmoty a jejích změn je s maximální zřetelností ovlivněna zrnitostním charakterem půdy. Podkladem naší úvahy jsou roční průměry kvantitativních analýz. Absolutních hodnot jsme použili k vyjádření relativní dynamiky vzhledem ke kontrole. Výchozí stav v r. 1954 byl v původní nezpracované půdě ve vrstvě 0 až 20 cm 1,12 C_t a 0,65 C_{hk} a ve vrstvě 20 až 50 cm 0,42 C_t a 0,17 % C_{hk} .

Ze srovnávaných pěti let lze dokázat úbytek ústrojné hmoty v této půdě, který se zesiluje zpracováním. Rok 1954 je rokem zeleného hnojení a ve spojení s minerálním přihnojením byl jednorázově obohaten půdní profil ústrojnou hmotou. Z hloubky, do které zasahuje obohacení, je však vidět, že zaorání ústrojné hmoty bylo příliš mělké, což se zde při vlastnostech této lokality projevilo jejím rychlým úbytkem v dalších letech. Došlo současně k posunu koloidní zhumifikované hmoty i pevných jemných částic do spodnější vrstvy a ke ztrátě ústrojné hmoty z vrchní vrstvy přímou mineralizací. Z diagramu 1 vyplývá, že ve vrstvě 0 až 20 cm je dodaná ústrojná hmota rychle stravována. Obohacení o 74 % se vyrovnalo na původní stav do dvou let (rozumí se v této vrstvě). Do tří let je vyrovnán na původní stav i přechodně zvýšený obsah ústrojné hmoty v druhé vrstvě.

Příčinu úbytku půdního humusu vidíme v hydrotermických a zrnitostních podmínkách půdy a také v některých způsobech kultivace, hlavně v nedostatečném



zakrytí půdního povrchu. Určitý zdvih v r. 1958 může být v souvislosti s tím, že bylo v tomto roce upuštěno od intenzivního mechanického ošetření půdy. Pouze vypletou buření se pokrýl povrch půdy a tato na místě zetlela.

Podíl trvalého humusu je ve zpracované (kultivované) půdě vyšší relativně i absolutně. Proto je vyšší i jejich poměr, číslo humifikace. V souladu s agrotechnickými zásahy je číslo humifikace v prvním roce zeleného hnojení nízké, pak v důsledku plně se rozvinuvší humifikace zaorané hmoty stouplo mírněji ve druhém a prudčeji ve třetím roce, aby se ve čtvrtém a pátém roce stabilizovalo (na 120 % vůči kontrole ve vrchní vrstvě). Přírůst (intenzita) humifikace a intenzita úbytku celkového uhlíku C_t i jejich změny ve vrchní vrstvě vystavené především účinku zpracování se ve svém průběhu v jednotlivých letech shodují, což názorně ukazují první derivace vlastních křivek. Jsou podobného průběhu, ale opačného smyslu. Maxima jsou ve stejném intervalu, tj. ve druhém roce.

Neposledním ukazatelem stavu humusu je jeho sorpční dosycenost, kterou představuje i faktor stability humusu podle Hocka, vyjadřující poměr huminových látek vázaných k volným huminovým kyselinám. Kolísání i průměrných ročních hodnot je zřetelné. V neposlední řadě působily na vývoj stability humusu i poměry nezakryté půdy. Souvisí to s vývody výzkumů v oboru lehkých půd, např. Prokoševa (1952).

Mechanická kultivace, zpracování půdy v první fázi melioračního postupu bylo nutné a znamenalo zlepšení stavu degenerovaného profilu se sypkou a neskropitelnou vrchní vrstvou, zužitkování ústrojné hmoty degenerované půdní pokrývky, zaorání zeleného hnojení a vytvoření určité vazby sypkého písku. Tato fáze byla úspěšná. Druhá fáze ošetření půdy po zalesnění byla prováděna jednak krycími kulturami a jednak kypřením. Nedostatek zákrytu půdy se jeví nepříznivým pro přílišnou gradaci mineralizačních pochodů, i třeba současně se zvýšenou humifikací. Kypření půdy, prováděné pro omezení vysokého výparu z volné půdy, tento zjev urychlení přímé mineralizace ústrojné hmoty zřejmě podpořilo. Tak si vysvětlujeme rychlý úbytek C_t po zeleném hnojení, daný především fyzikálními a mechanickými charakterem půdy.

Závěr ze stavu půdního humusu v pokusném profilu 1 (váté písky) po zpracování zní pro podporu těchto opatření:

1. Zúrodnění degenerovaného profilu hlubokou orbou.
2. Jednorázové obohacení půdy zeleným hnojením (podzimní směska, letní směska, přihnojení strojenými hnojivy a mletým vápencem). Zaorání zajistit do větší hloubky.
3. Současně se zalesněním se postarat o dokonalý biologický zákryt půdy, aby bylo vytvořeno prostředí pro uchování stávajícího obsahu humusu v půdě a pro jeho další tvorbu, optimální prostředí pro mikrobiální pochody i omezení výparu z půdy bez pohybu s půdou.
4. Zajistit takové složení kultury, aby zaručovalo příznivý stav humusu a tím úrodnost pro celou generaci porostu. Je to kultura s dostatečným procentem vhodných melioračních dřevin, stromů i keřů, což je závažná pěstitelská otázka v těchto poměrech představovaných lokalitou 1.

Lokalita 2

Rozdíl mezi profilem 1 a 2 není velký. Je dán především kvantitativními rozdíly některých půdních vlastností, podmíněných výhodnějšími hydrotermickými podmínkami půd tamní oblasti. Nejvýrazněji působí hloubka podzemní vody, která se proti několika desítkám metrů v případě profilu 1 zmenšuje na něko-

lik metrů. Podstata půdy je však podobná jako u profilu lokality 1. Profil lokality 2 má absolutně vyšší obsah celkové ústrojné hmoty a kolísání, resp. pokles obsahu ústrojné hmoty ve zpracovávané půdě je tlumenější.

Výchozí stav v r. 1954 byl v původní nezpracované půdě ve vrstvě 0 až 20 cm 1,41 % C_t a 0,69 % C_{hk} a ve vrstvě 20 až 50 cm 0,42 % C_t a 0,14 % C_{hk} . Relativní průběh obsahu C_t ve zpracované půdě v poměru ke kontrolní půdě se vyznačuje tendencí přírůstu v prvním a v druhém roce po zpracování a hlubokým poklesem ve třetím roce. Křivka průměrného ročního obsahu ve druhé vrstvě 20 až 50 cm je příznivější tím, že se udržuje nad 100 % kontroly, avšak tendence po počátečním vzestupu je klesající. Až teprve v pátém roce značné rozpětí mezi křivkami první a druhé vrstvy naznačuje, že pokles obsahu C_t lze do určité míry vysvětlit i posunem ústrojného materiálu do spodní vrstvy, kde způsobuje relativní zvýšení obsahu C_t . Z kvantitativních rozdílů proti profilu 1 lze uvést mírnější pokles obsahu C_t , dokonce je znatelné přechodné zvýšení obsahu uhlíku vlivem agrotechnických opatření, především z krycích kultur. Ke kvantitativní odlišnosti počítáme i časnější a silnější kulminaci intenzity úbytku C_t u profilu 1 (ve druhém roce) proti profilu 2 (ve třetím roce). Průběhy přírůstkových (derivačních) čar jsou jinak podobné. Celkově je stav půdního humusu profilu 2 po kultivaci příznivější než u profilu 1.

Pěstování krycích kultur a zapracování jejich hmoty do půdy ve druhém a ve třetím roce pokusu (1955/56) se odráží na průběhu čísla humifikace vůči kontrole, neboť vpravením hmoty krycích rostlin do půdy se zvyšoval podíl živného humusu vůči trvalému. Ve srovnání s profilem 1 je zde průměr humifikace vyrovnanější a příznivější.

Faktor stability humusu je již proti profilu 1 poměrně vyšší a tedy příznivější. Co do relativního vztahu ke kontrole se však na počátku a na konci pozorování (ve druhém a v pátém roce) od kontroly liší — a to vrchní vrstva mírně v nepříznivém smyslu a spodní vrstva výrazně v příznivém smyslu. Vcelku však je na konci čtyřletého pozorování mírně příznivější stav ve zpracované půdě. Výkyvy v druhém a v třetím roce ukazují, že tehdejší agrotechnické zásahy znamenaly ve druhém roce snížení stability humusu ve vrchní ošetřované vrstvě a toto snížení se v dalším — třetím roce — přeneslo do spodní vrstvy. Pak se poměry vyrovnávají.

Hlavním zdrojem ústrojné hmoty a jejich přírůstků v půdě profilu 2 byla hmota původní buřeně, dále hmota druhotné sukcese plevelů po orbě, jakož i hmota pomocných krycích kultur a opad vysazené lesní kultury. Prostředkem jejího využití byla agrotechnická opatření. Zapracováním do půdy byla tato ústrojná hmota zhodnocena jako půdní humus, současně však totéž zpracování půdy znamenalo určité ohrožení stavu půdního humusu zvýšením nebezpečí ztrát přímou mineralizací. Má zde tedy jedno a totéž agrotechnické opatření dvojí protikladný význam (tj. při použití na písčitých půdách) a záleží na správnosti použití, aby převážil příznivý moment.

Frakce huminových látek z výluhu 1 % NaF byly stanoveny ze vzorků půdy odebraných na lokalitě 2 v pátém roce pozorování. Je zde podobné rozdělení frakcí jako u profilu 1, pouze kvantitativně odlišené. Profil 2 je bohatší na koloidní huminové látky, a to zejména v první frakci volných huminových kyselin a ve třetí frakci varem peptizovatelných huminů. Vyšší obsah všech frakcí však nacházíme v původní nezpracované půdě. Tento zjev souvisí s konečnou tendencí dynamiky celkové ústrojné hmoty, kde zjišťujeme rovněž úbytek ve zpracované půdě vůči kontrole.

Stav půdního humusu profilu 2 ukazuje, že pro dosažení plně uspokojivých výsledků kultivace je třeba i na tomto stanovišti přidat k základní přípravě půdy

vápnění, aby se otupily vznikající kyselé produkty humifikace a aby byl dosycen sorpční komplex. Je třeba také zajistit potřebný biologický zákryt půdy.

Lokalita 3

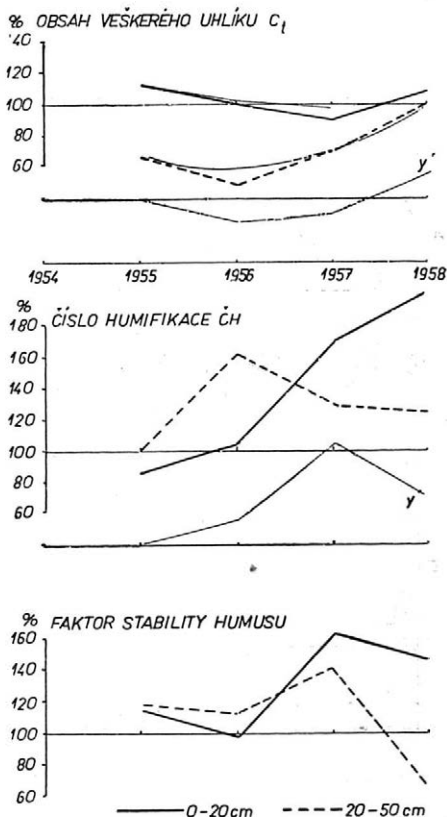
Průměrný obsah uhlíku celkové ústrojné hmoty mírně kolísá se zjevnou tendencí nejprve klesající a v posledním roce pozorování opět stoupající vlivem hmoty buřene, která — vypleta — zůstala na místě a byla vpravena do vrchní půdní vrstvy. Relativní srovnání s kontrolou je zde obtížnější, neboť kontrolní podzolovaná půda nemá stejné vrstvení jako půda zpracovaná. Kontrolní půda má charakteristické horizonty extrémního podzolu s vrstvou nadložního surového humusu. Aby bylo umožněno srovnání, byla spočítána průměrná data pro kontrolu ze srovnávaných vrstev 5 až 20 cm (A_1-A_2) a 20 až 50 cm, které obsahují část genetického horizontu A_2 , B_1 a část B_2 . Nadložní ústrojná vrstva 0 až 5 cm se svými 20,9 % C_t (zpod porostu) se ve srovnání neuvažuje; jde sice o zásobu ústrojné hmoty, která je více méně součástí půdy, ale zde je pro původní kontrolní půdu neproduktivní. Byla zužitkována teprve melioračním zásahem. Počáteční stav byl tedy ve vrstvě 5 až 20 cm 0,98 % C_t a 0,27 C_{hk} a ve vrstvě 20 až 50 cm 0,18 % C_t a 0,06 C_{hk} .

Dynamika celkového uhlíku na této lokalitě je opět vyrovnanější vzhledem k předcházejícím lokalitám v pořadí. I zde sice ve druhém a v třetím roce po zpracování obsah C_t relativně klesá, v průměru za čtyři roky pozorování je však pokles již málo významný. Maximum poklesu ve vrstvě 5 až 20 cm lze vysvětlit meteorologickými poměry roku 1957, kdy dlouhotrvající bezsrážkové počasí a vysoké teploty přiblížily tuto lokalitu předešlých pokusných poměrů profilu 1 a 2.

Vyšší obsah C_t ve druhé vrstvě kontroly vůči zpracované půdě způsobuje humusozelezitý stmeleneč, pojatý v kontrolní půdě do průměru. Ve druhé vrstvě kultivované půdy postupně stoupá obsah C_t , zřejmě také mechanickou translokací ústrojného materiálu z vrchní vrstvy.

Relativní diagram čísla humifikace ukazuje na kvalitativní změnu, která se stala s ústrojnou příměsí vlivem meliorační kultivace půdy. Intenzita humifikace prudce stoupla. Jak ukazuje derivační čára, byl ve vrstvě 0 až 20 cm největší přírůstek v intenzitě humifikace ve třetím roce pokusu, tj. v roce 1957. Je to interval, kdy se zastavil nepříznivý úbytek ústrojné hmoty v profilu, aby se v dalším roce obrátil stav k lepšímu.

Relativní srovnání faktoru stability humusu dokresluje předchozí analýzu.



2. Lokalita 3. Relativní průběh ukazatelů stavu humusu (kontrola = 100 %)

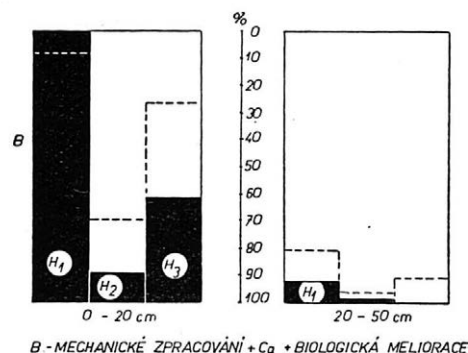
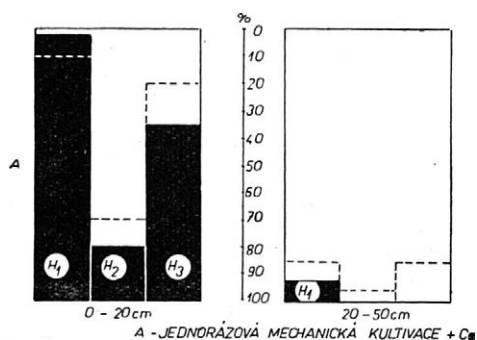
Příznivějšího faktoru stability dosahují obě zpracované vrstvy shodně ve třetím roce, kdy má současně maximum přírůst intezity humifikace (0 až 20 cm). Pokles faktoru ve čtvrtém roce je zvláště prudký pro vrstvu 20 až 50 cm. Tento zjev dokreslily další rozboru obsahu přístupného vápna, pH a sorpčních vlastností. Ve třetím roce bylo zřejmě dosaženo nejpríznivějšího rozvoje biochemických vlastností půdy. Přírůst kultur byl shodně s těmito údaji zjištěn ve třetím roce nejpríznivější. Ve srovnání s předcházejícími dvěma pokusnými lokalitami představuje profil 3 další stupeň v řadě dynamiky C_t : lokalita 3 svými vlastnostmi — vlhčím klimatem a nižšími teplotami — tlumí dynamiku úbytku obsahu C_t v písčitých půdách.

Charakter písčitých půd se zcela výrazně projevuje na diagramu humifikace, která rychle stoupá, jak to umožňují písčité půdy. Pronikavému rozdílu ve srovnání kultivované a kontrolní půdy přispívá však z jedné strany mimořádně nepříznivá humifikace v kontrolní půdě, kde ji omezují fyzikální a biochemické vlastnosti profilu, kyselá reakce, odolnost opadu (borovice, vřes, brusinka) — a z druhé strany vápnění kultivované půdy napomáhá dobré humifikaci v této půdě. Mechanická kultivace a vápnění degradované písčité půdy zhodnotí nadložní vrstvu nerozloženého surového trouchu, urychlí a zkvalitní humifikaci i zlepši dynamiku půdního humusu všeobecně. Vzrůst kultury těmito změnám v půdním humusu v pokusném případě odpovídal, přesněji — je zčásti o jeden rok za nimi opožděn.

V diagramu 3 jsou ještě uvedeny změny půdního humusu po přípravě půdy dvouletým osevním postupem s běžnou agrotechnikou. Obsah C_t se v obou

vrstvách zvýšil. Příznivé jsou i změny v kvalitě trvalého humusu, zejména v podílu jeho stabilní frakce. Všechny charakteristiky humusu vysoko převyšují kontrolní hodnoty. Rozbor je z období, kdy byla zemědělsky připravená půda zalesněna a oseta pomocnými melioračními plodinami — lupinou a komonící jako mezikulturou.

Frakcionovaný výluh zeminy 1 % NaF přinesl tyto výsledky: hlavní rozdíl je v obsahu 2. frakce H_2 (humátů), kterých zde zjišťujeme v kultivované půdě největší množství ze všech sledovaných písčitých profilů. Tato změna má svým významem ráz kvalitativní. Je to důkaz příznivých pochodů pramenících ze správných opatření, především z vápnění, které odstranilo brzdu dokonalé humifikace — kyselost — a umožnilo tvorbu humátů. Podobný obraz poskytuje i profil meliorovaný po základní mechanické a chemické přípravě biologicky dvouletým osevním postupem a po zalesnění krytý meliorační mezikulturou (B). Frakce volných huminových kyselin je zastoupena ještě bohatěji než v případě A, ostatní frakce přibližně stejně.



3. Charakteristika frakcí huminových kyselin v % propustnosti. Frakcionovaný výluh z lokality 3 (kultivované)

V obou případech se setkáváme s případem vyšší barevné intenzity (měřeno filtrem BG 7, tj. 490 m μ) izolovaných huminových kyselin než přímého výluhu. Je ovšem třeba uvést, že pro nové rozpuštění zkoagulovaných huminových kyselin bylo nutno vlastní rozpouštědlo 1% NaF zalkalizovat nejnutnějším přídatkem NaOH pro neutralizaci ulpělé, obtížně promyvatelné kyseliny sírové. Je tedy vyšší barevná intenzita roztoku izolovaných huminových kyselin vůči přímému výluhu důsledkem vyšší disperze vlivem NaOH. Tento zjev pozorujeme nejen na první frakci H₁, ale i u dalších frakcí, kde stejná barevnost přímého výluhu 1% NaF neodpovídá stejné barevnosti separovaných huminových kyselin a naopak. Zde je nejpravděpodobnějším výkladem přítomnost nestejného množství nedozrálých barevných produktů humifikace (fulvokyselin až kyseliny hymatomelanové), které jsou sice v NaF rozpustné, ale kyselinami se nesrážejí vůbec (fulvokyseliny) nebo neúplně (kyselina hymatomelanová).

Rozbor kontrolní půdy frakcionovanou extrakcí potvrdil charakteristickou diferencovanost pedogenetických horizontů degradované půdy. Nejvýmluvnější je nepřítomnost humátů. Pouze v ortštejnu je tato frakce zastoupena; půjde o železité humáty přítomné v humusželezitém stmelenci. Vrstvy pod stmelencem jsou bez huminových látek.

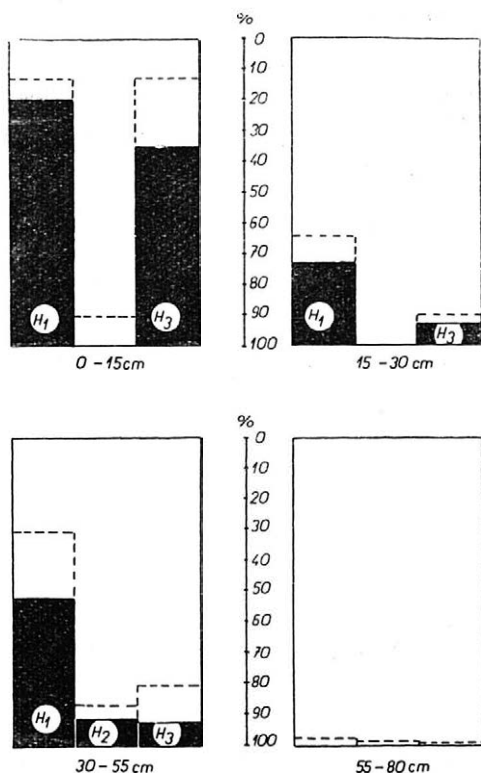
Význam vápnění pro kvalitu a kvantitu humifikačních pochodů je dán poznatkem, že autooxydace ligninu — podmínka tvorby huminových kyselin — probíhá lépe v neutrálním až slabě alkalickém prostředí, v kterém také vstupuje do molekuly huminové kyseliny větší počet dusíkatých skupin, uvolněných intenzivní mikrobiální činností. V kyselejších půdách a za nepřístupu vzduchu jsou tyto pochodů brzděny až úplně zastaveny, takže vznikají pouze předstupně huminových kyselin jednodušších molekul a chudé na dusík (a popř. bohatší na metoxylové skupiny — OCH₃). Předstupně huminových kyselin (kyselina lignohuminová, humoligninová a další včetně fulvokyselin) nacházíme v surovém lesním humusu a také v podzolech i v rašelině. Vyznačují nižší úrodnost půdy (Scheffer-Schachtschabel 1956).

Vlivem vápnění lze změny v půdním humusu kultivovaného profilu půdního na lokalitě 3 pokládat za nejpriznivější ze všech sledovaných písčitých profilů, přestože se právě zde vycházelo z nejextrémnějšího původního stavu. Použitými melioračními prostředky (základní orbou, vápněním, příp. osevním postupem nebo meliorační plodinou) se podařilo tuto degradovanou půdu připravit do úrodného stavu.

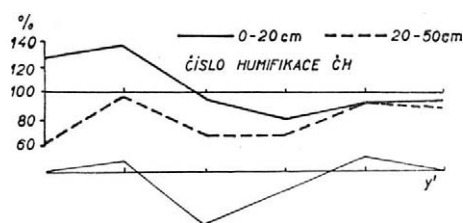
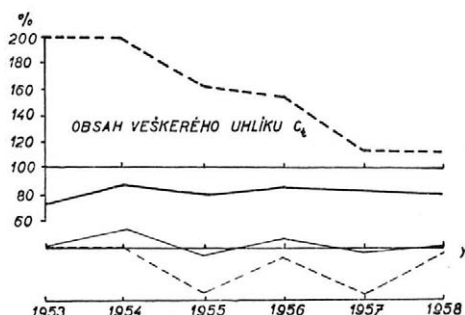
Lokalita 4

Stav ústrojné hmoty v půdě je zřetelně ve znamení provedené kultivace.

Výchozí obsah v původní nekultivované půdě byl ve vrstvě 0 až 20 cm 2,45 % C_t a 0,48 % C_{hk}, ve druhé vrstvě 20 až 50 cm bylo 0,77 % C_t a 0,29 % C_{hk}.



4. Charakteristika frakcí huminových kyselin v % propustnosti. Frakcionovaný výluh z lokality 3 (kontrola)



5. Lokalita 4. Relativní průběh ukazatelů stavu humusu (kontrola = 100 %)

dace buřeně, přípravy půdy a zaoraná ústrojná hmota dodala materiál pro prudký rozvoj mikrobiální činnosti a pro výrobu dusíku právě v období, kdy to zakládána kultura nejvíce potřebovala.

Zajímavá je reakce intenzity humifikačních pochodů na půdní agrotechniku a na její následky. V druhém a třetím roce je ve vrchní zkyplené vrstvě humifikace intenzivnější než v původní půdě. V té době se také objevuje polní plevel (*Urtica*, *Galeopsis*, *Senecio*, *Leontodon*, *Linaria* aj.). Ve druhé vrstvě je přirozeně — po zaorání čerstvé ústrojné hmoty — relativní intenzita humifikace nižší než v téže vrstvě kontrolní půdy.

Ve čtvrtém a pátém roce (1955/56) po orbě nastává pokles intenzity humifikace vůči kontrole. Tento pokles si vysvětlujeme sníženou vzdušností, která přechodně nastala ve zpracované půdě, neboť jsme sledovali průběh vzdušnosti po zásahu a její přechodný pokles vrcholí právě v tomto časovém intervalu. Tyto související jevy — snížená vzdušnost a snížená humifikace — jsou tedy nutnými průvodními jevy v určitém přechodném období po zpracování lesní půdy určité mechanické skladby. „Lesní půdu“ zde zdůrazňujeme proto, že na lesní půdě jde o jednorázovou kultivaci, nikoliv o stálé obdělávání běžné na zemědělských půdách, které má jiné důsledky a jiné souvislosti pramenící z odlišných podmínek.

Snížení intenzity humifikace souvisí také s nedostatkem vápna. Vápno humifikaci podporuje a jeho nedostatek vynikl zvýšením nehumifikovaného podílu ústrojné hmoty v půdě a snížením vzdušnosti, což bezprostředně souviselo se zvýšením půdní acidity (především čtvrtého a pátého roku po orbě). Zvýšená půdní acidita, vyvolaná zřejmě týmiž jevy, tj. snížením vzdušnosti a nedostatkem

Vliv orby se projevil přesunem větší části ústrojné hmoty do vrstvy 20 až 50 cm (hmota husté třtiny křovištní, zvláště drny). Vliv další agrotechniky (ošetřování, pletí, kypření) se projevuje spíše v určitém úbytku ústrojné hmoty s přechodným zvýšením po frézování (tj. po zapravení a promíšení další ústrojné hmoty). Po skončeném ošetření půdy — v období klidu bez dalšího pohybu s půdou (r. 1957/58) — nastává vyrovnání obsahu C_t vzhledem k původnímu, tj. kontrolnímu obsahu. Tato tendence je ostatně zřejmá již od třetího roku po orbě. V sedmém roce po základní orbě je obsah celkového uhlíku vyrovnán do hloubky 50 cm na původní stav. To však znamená, že i u tohoto profilu č. 4 počítáme s pasivní bilancí ústrojné hmoty, neboť zaoraná masa buřeně, frézovaná hmota druhotného plevelu a opad krycích kultur, které byly půdě dodány, se v konečné bilanci neobjevují jako přírůstek, nýbrž pouze jako vyrovnání na původní stav. Obohacení je však zřetelné v prvních pěti letech. Máme za to, že tento výsledek lze považovat za příznivý, protože byl splněn účel likvi-

volného vápna, ovlivňuje současně humifikační pochody, i když sama je produktem jejich kvalitativních změn. Je to příklad vzájemného ovlivňování, kdy se dva faktory navzájem střídají v úloze příčiny a následku nebo jsou současně příčinou i následkem. Tímto vzájemným ovlivňováním narůstá kvantita jejich určitých vlastností (zvýšená kyselost, omezená humifikace se zvýšeným podílem předstupňů huminových kyselin), které se dále rovněž ovlivňují až do nové kvality (kvalitativně odlišné humifikační pochody charakteristické za kyselého prostředí, tvorba nižších předstupňů huminových kyselin místo vyšších složitějších produktů dokončené humifikace).

Faktor stability humusu je opět do čtvrtého roku po orbě lesní půdy neurovnaný. Teprve od pátého roku (přestal pohyb s půdou) se stabilizuje a z nižších hodnot se vyrovnává na úroveň kontroly. Důvodem vyrovnání v našem případě je však snížení faktoru na kontrole v posledních letech pozorování.

Na alternativním pokusu s vápněním (pokusná polařená plocha B) byl zjištěn faktor stability humusu jen asi o 10 % vyšší vzhledem k zjištěným hodnotám na zpracované ploše A (bez vápnění) v tomtéž kalendářním roce. Porovnáme-li tytéž intervaly co do délky trvání pokusu, jsou faktory poměrně vyrovnané.

Z uvedených skutečností vyplývá závěr, že pro optimální humifikaci ústrojené hmoty je třeba zajistit určitou optimální vzdušnost. Jelikož je zčásti dána mechanickou skladbou, je tato sama o sobě prvním kritériem pro optimální pochody. Toto kritérium se nalézá v rozsahu zrnitostní skladby lokality 4 a 5.

Z výsledků frakcionovaného výluhu huminových kyselin vyplývá, že u profilu 4 se střetávají dvě protichůdné vlastnosti tohoto půdního druhu, jež obě v tomto případě působí negativně. Je to uléhavost vrchní vrstvy po zpracování, která způsobuje přechodné snížení vzdušnosti a tím i omezuje podmínky potřebné pro optimální průběh humifikace, tj. až po konečné stupně kondenzace produktů. To znamená, že humifikace je ve zpracované půdě přechodně omezena kvantitativně, ale že i kvalitativně jsou vznikající produkty vysoce heterogenní s vysokým podílem nižších jednodušších předstupňů huminových kyselin.

Tomu nasvědčuje skutečnost, že na 50 % barevné intenzity nejbohatší frakce z extrakce zpracované půdy je tvořeno barevnými produkty buď vůbec nebo zčásti nekoagulovatelnými kyselinami, resp. rozpustnými v alkoholu.

Hrubá disperze druhé vrstvy půdního profilu 4 nedovoluje, aby se huminové kyseliny v této vrstvě hromadily nebo vázaly na jílový komplex, který v této vrstvě chybí nebo je skrovný. Proto je celkově obsah huminových látek i na lokalitě 4 vyšší v původní kontrolní půdě, kde je jejich obsah naopak zvyšován působením drnového procesu pod hustým porostem trav. Ani humátová, ani huminová frakce nenaznačují příznivější okolnosti. V 20 až 50 cm humáty téměř neexistují ani v původní, ani v kultivované půdě. Frakce volných huminových kyselin se po kultivaci snižuje a na původní výši zůstává pouze frakce huminová (H_3 -humín).

Je naprosto zřejmé, že poměr jednotlivých frakcí z kultivované půdy k téměř frakcím z kontrolní půdy se měnil v průběhu jednotlivých let po kultivaci, jako se měnila celková intenzita humifikace. Podle analýz nechybělo období vyššího podílu trvalého humusu v kultivované půdě. Jde však o trvalý účinek, a proto je významnější konečný obraz, který je dán uváděnou charakteristikou. Přesto však kultivace splnila svůj účel a zajistila optimální podmínky pro maximální

přirůst kultury a úspěšné překonání jejího nejkritičtějšího věku po zalesnění holiny.

Rozbor frakcionované extrakce huminových kyselin v sedmém roce po kultivaci však není příznivý. Úbytek huminových kyselin lze hledat kromě zhoršených fyzikálních vlastností půdy v přechodném období po kultivaci také ve strávení huminových kyselin mikroorganismy, jejichž činnost se zvýší dodáním čerstvé ústrojné hmoty do půdy (A m b r o ž, 1955).

L o k a l i t a 5

Poznatek o vlivu kultivace na obsah ústrojné hmoty a na její vlastnosti vyjadřuje zřetelně další stupeň v řadě lokalit 1 až 5. Jak už je patrné z náznaků u profilu 4, jde o změny, které u profilu 5 nabývají nepříznivého obsahu.

Vliv nedostatku vzdušnosti se zde projevuje dalším utlumením humifikačních pochodů. Maximum ČH v r. 1954 je nízké a ve vrstvě 0 až 20 cm za celé pokusné období nepřesahuje hodnoty kontroly. Příznivější období humifikace (viz ČH) proběhlo na této lokalitě dříve a kratěji než u lokality 4.

Přerůstání kvantitativních změn v kvalitativní naznačuje okolnost, že na rozdíl od profilu 4 se po sedmi pokusných letech číslo humifikace nepřibližuje hladině kontrolních 100 %, nýbrž zůstává trvale pod úrovní kontroly a má tendenci stále klesat. Profil 5 tedy představuje ten úsek řady půdních druhů, resp. počíná tento úsek řady, kde zkoumaná mechanická kultivace lesní půdy způsobuje více nepříznivých následků (tj. z hlediska trvalého působení).

Výchozí obsah v původní nekultivované půdě byl ve vrstvě 0 až 20 cm 2,71 % C_t a 0,72 % C_{hk} a ve vrstvě 20 až 50 cm 0,60 % C_t a 0,21 % C_{hk} .

U profilu 5 dochází vlivem celoplošného zpracování nejprve k obohacení půdy ústrojnou hmotou a postupně k určitým jejím ztrátám (viz diagram C_t), i když tyto ztráty jsou pro hydrotermické podmínky lokality a vlastnosti půdy ze všech popsanych profilů 1 až 5 nejmenší a povlovné. Intenzita humifikace po počátečním mírném a krátkém rozvoji nadále bez ustání klesá. Faktor stability humusu je v prvních dvou letech příznivější ve zpracované půdě, v dalších letech klesá a kolísá na úrovni kontroly. Ve vrstvě 20 až 50 cm je spíše nižší. Nízká intenzita humifikace a její trvajících pokles v průměru let po orbě a mechanické kultivaci činí z profilu 5 negativní vzorový typ.

Optimální vlhkost a optimální vzdušnost podporují humifikaci. Při nedostatku některé z nich (spíše než při jejím přebytku) jsou humufikační pochody brzděny. Profil 5 má občasný nedostatek vzdušnosti, který omezuje a zpomaluje humifikaci zaorané ústrojné hmoty. V půdě zůstává větší podíl ústrojné hmoty nerozložen a v produktech humifikace převládá větší podíl předstupňů huminových kyselin. Je to protiklad k lokalitě 1, kde je přeměna zapravené ústrojné hmoty nepříznivě urychlena a z určité části pod vlivem přílišné vzdušnosti zintenzivněna až do přímé mineralizace (tj. za předpokladu aspoň minimální vlhkosti, jinak pochody degenerují v karbonizaci). Přebytek vzdušnosti a nedostatek vláhy v případě tohoto profilu 1 tedy také nepodporují vlastní humifikaci, ale přílišným zintenzivněním rozkladných pochodů způsobují přeskok na jinou, z hlediska oxydace na vyšší kvalitu rozkladných pochodů.

Podmínky humifikačních pochodů v půdním profilu 5 dokresluje tato zjištěná skutečnost: vystavili jsme prosetý a na vzduchu vysušený půdní vzorek po 2 roky působení vzduchu. Po dvou letech provedený výluh dal pro vrstvu 0—20 cm o 50 % (celkem 1,2 % hk) a pro vrstvu 20—50 cm o 100 % (celkem o 0,6 % hk) vyšší výsledky co do obsahu vlastních huminových kyselin. To si vysvětlujeme tvorbou vysokého podílu nehotových předstupňů huminových kyselin a mezistupňů humifikačních pochodů v půdě tohoto druhu, kterým dané hydrotermické podmínky a nedostatek vzdušnosti nedovolily dotvoření až do stadia konečných zplodin humifikace, tj. až do stadia vlastních huminových kyselin. Po rozemletí a pozvolném prosušení vzorku pak za přístupu vzduchu se zabrzděné pochody dokončily. Znamená to, že hlavním činitelem při kondenzaci huminových kyselin z nižších zplodin humifikace je mimo jiné podmínky pravděpodobně také určitá vhodná míra přístupu vzduchu (možnost oxydace).

Z uvedených skutečností vyplývá zásadní význam fyzikálních vlastností půdy pro tvorbu půdního humusu a pro jeho kvalitu. Z toho pramení ovšem i obrovský význam půdní agrotechniky, kterou můžeme tyto fyzikální vlastnosti upravovat. Je tedy zřejmé, že vhodnou agrotechnikou lze cílevědomě ovlivňovat humusotvorné pochody v lesních půdách.

Frakcionovaný výluh trvalého humusu ukázal, že celkové procento huminových látek je zde nižší ve zpracované půdě než v kontrolní. Dále — obsah barevných předstupňů, které se nesrážejí kyselinou, je poměrně značný v kultivované i v kontrolní půdě, ve zpracované však dosahuje nebo i přesahuje 50 % celkové barevné intenzity výluhu. Obsah druhé frakce (h_2 , H_2) humátů je největší z celé řady zkoumaných vzorových profilů 1 až 5. Zejména ve vrstvě 20 až 50 cm je převaha humátů ve zpracované půdě zřetelná. Vzhledem k tomu, že obsah volných huminových kyselin (případně jejich volných předstupňů) je v kontrolní půdě nejvyšší a ve zpracované nejnižší (specifický znak), dostáváme ve zpracované půdě od 1. do 3. frakce sled stoupající, zatímco v kontrolní půdě je tento sled klesající. Vysvětlení by mohlo být v již zjištěném snížení humifikace a dále ve zjevu, že starší huminové kyseliny nejsou translokovány pro příliš jemnou disperzi zeminy, která jednak jejich pohyb ztěžuje svou nepropustností, jednak je váže na bohatší minerální jílový komplex.

Chemickou vazbou, sorpcí či pouhou fyzikální vazbou na jílový komplex vznikají tak ve větší míře v tomto profilu humáty nebo se vázané kyseliny stárnutím mění na humin. Jde o odlišující rys profilu 5 v kvalitě humusotvorných procesů, způsobený zčásti fyzikálními a disperzními vlastnostmi půdy a zčásti agrotechnickým zásahem.

Z á v ě r

Způsob celoplošné kultivace lesní půdy včetně orby měl na zvolených pěti vzorových lokalitách různě odstupňovaný vliv na další vývoj ústrojného půdního podílu. Změny zjištěné ve stavu půdního humusu v jednotlivých druzích těchto půd tvoří určitou škálu, z níž lze především vyzdvihnout tyto skutečnosti:

Změny jsou kvantitativního až kvalitativního rázu — a to tak, že narůstáním kvantitativních odlišností dochází až ke kvalitativnímu rozdílu, který se projevuje účinným odchýlením směru půdního pochodu od původního stavu nebo od stavu téhož činitele v ostatních členech (v jiném předešlém členu) řady půdních druhů. Tyto skutečnosti pozorujeme na změnách v obsahu celkového

uhlíku ve zpracované vrstvě, dále zejména ve změně čísla humifikace během let po zpracování a také ve výsledcích frakcionovaného výluhu látek trvalého humusu, i v poměru předstupňů huminových kyselin k vlastním huminovým kyselinám. V zásadě od lokality 1 k lokalitě 5 klesá intenzita humifikace, kvantitativní změny nastávají méně prudce, popřípadě se až vytráť.

Vzorové profily jsme považovali za jakousi řadu co do zrnitosti, fyzikálních půdních vlastností a hydrotermických podmínek. Uvážíme-li jako premisy souvislosti mezi řadou zrnitostní skladby, řadou fyzikálních vlastností a hydrotermických podmínek na jedné straně a nalezenou stupnicí ve změnách půdního humusu na druhé straně, lze z toho vyvodit:

a) Vliv kultivace lesní půdy na půdní humus je různý při různé zrnitostní skladbě.

b) Změny půdního humusu vlivem kultivace přímo závisí na zrnitostní skladbě, a to v tom smyslu, že se stupňováním disperzity klesá intenzita rozkladných a humusotvorných pochodů a postup humifikace zaorané ústrojné hmoty se zvolňuje.

c) Zrnitostní skladba je rozhodujícím činitelem ve vývoji půdního humusu po mechanické kultivaci lesní půdy, protože je v daném omezeném úseku neměnná a sama do jisté míry určuje ráz fyzikálních vlastností půdy a podílí se na vytvoření určitých hydrotermických podmínek.

d) Hydrotermické podmínky půdy přímo ovlivňují všechny základní pochody rozkladu i syntézy ústrojné hmoty v půdě.

e) Vysoká vzdušnost, prudké výkyvy teplot v půdě do značné hloubky s vysokými teplotami v létě způsobují zintenzívnění rozkladných pochodů, které do určité míry přeskakují stádium humifikace a tak přímou mineralizací dochází k podstatným ztrátám ústrojné hmoty z půdy. Předstupňů huminových kyselin se tvoří málo. Frakce stárnoucích huminových kyselin, resp. huminů je poměrně nízká. Příčinou je vysoká pohyblivost v propustném profilu, kratší trvání vytvořených stupňů humifikace a zmíněné ztráty.

f) Vyrovnané fyzikální vlastnosti, i když nejsou optimální, jsou závažným předpokladem pro příznivé pochody ústrojné půdní hmoty. (Konkrétní příklad — profil 3). Kultivace půdy na lokalitě 3 byla spojena s vápněním, které podstatně prospělo kvalitě humifikace.

g) Aby nastalo příznivé působení prostředí na humusové pochody, je třeba vyrovnanosti všech komponentů fyzikální charakteristiky půdy. Příklad: Přechodný pokles čísla humifikace spadá do stejného období jako přechodný pokles pórovitosti, spojený s přechodným poklesem vzdušnosti a rovněž s přechodným zvýšením acidity. Vztahy mezi těmito jevy nejsou neznámy.

h) Absolutní nedostatek nebo někdy i přebytek některého ze základních faktorů má za následek změnu kvality účinku zpracování lesní půdy na pochody půdního humusu. Za nedostatku vzdušnosti, případně i za současného přebytku vláhy, dochází k zastavování humifikačních pochodů. Při trvalém přemokření by se mohla změnit kvalita rozkladu aerobního na anaerobní. Při jemné zrnitostní disperzi dojde po orbě a mechanickém zpracování k nebezpečnému a trvalému poklesu pórovitosti a zvláště vzdušnosti. To se projeví v trvalém poklesu humifikace. Frakcionovaný výluh složek trvalého humusu odpovídá pak následujícímu: má poměrně vysoký podíl jednoduchých nedozrálých předstupňů, vyšší obsah frakce huminu i vyšší obsah humátové frakce.

ch) Důležité fyzikální vlastnosti lesní půdy (vzdušnost, hydrotermický režim) jsou kultivací většinou zlepšeny a s nimi se zlepší co do kvantity i kvality pochody ústrojné příměsi v půdě. V extrémních případech, kdy jsou zpracováním půdy fyzikální poměry co do úrodnosti půdy přechodně nebo trvale zhoršeny, zhoršují se s nimi i pochody půdního humusu. Je tedy prvotním kritériem pro vhodnost mechanické kultivace lesní půdy její zrnitost.

i) Záporné působení nepříznivých faktorů se projevuje jednak ve snížení kvantity huminových kyselin v půdě a jednak ve změně poměrů jejich frakcí, ve prospěch jednodušších a nevyzrálých předstupňů a v neprospěch stabilního humusu. Příznivé faktory působí kladně, tj. právě naopak.

Prokázali jsme, že kultivace lesní půdy ovlivňuje podstatně dynamiku ústrojné půdní hmoty i kvalitu humusotvorných pochodů, a to podle způsobu provedení, avšak především podle druhu půdy. Jelikož je kvalita půdního humusu rozhodujícím faktorem úrodnosti lesní půdy, je také správné ovlivnění humifikace a humusotvorných pochodů kultivačním zásahem nejdůležitějším článkem meliorace lesní půdy. Meliorační kultivace musí volit takový postup podle půdních podmínek, aby se využily a podpořily příznivé a odstranily nebo omezily nepříznivé pochody ústrojné půdní hmoty. Na některé důležité okolnosti kultivačních zásahů do lesní půdy za různých podmínek jsme poukázali v předložené práci.

Souhrn

Byly sledovány změny v ústrojné půdní příměsi přivoděné kultivací lesní půdy různé zrnitosti. Bylo vyšetřeno pět vzorových půdních profilů hrubé, střední a jemnější zrnitostní skladby. Byla shledána souvislost mezi zrnitostí lesní půdy, jejími fyzikálními vlastnostmi, hydrotermickými podmínkami na jedné straně — a mezi kvantitou i kvalitou změn půdního humusu na druhé straně.

Směrem od hrubé k jemnější disperzi — a také od vyšší k nižší vzdušnosti — klesá intenzita humifikace a zvětšuje se podíl jednodušších nevyzrálých předstupňů v celkovém množství huminových kyselin. Úbytek ústrojné hmoty z půdy vlivem kultivace stoupá v opačném sledu, tj. od jemné k hrubší disperzi a od nízké k vysoké vzdušnosti. Kultivace tuto dynamiku podporuje: zvyšuje intenzitu humifikace a snižuje podíl nedotvořených zplodin v půdách vzdušných a hrubě disperzních, naopak snižuje intenzitu humifikace a zvyšuje podíl nedozrálých předstupňů v půdách s nízkou vzdušností a jemně disperzních. S kultivací spojené vápnění podpořilo intenzitu humifikace a zvýšilo podíl humátů.

U půd s extrémními fyzikálními vlastnostmi přecházejí kvantitativní změny až ve změnu kvality humusotvorného procesu. Naopak tam, kde kultivace zlepší fyzikální vlastnosti lesní půdy, zlepší se do určité míry i pochody půdního humusu.

Radikální zpracování lesní půdy se projevilo příznivě na dynamice půdního humusu v půdách písčitých a písčitolinitých až hlinitých, kromě extrémně vysušné lokality. Nepříznivé změny byly zjištěny v půdě jemnější disperze se sklonem k zamokřování. Kritickou hranici tvoří 42 % obsahu I. zrnitostní kategorie (jílнатých částic).

Literatura

1. Ambrož Z.: Složení a přeměny humusu v některých lesních půdách. Čs. biologie, s. 36-40, 1955. — 2. Ambrož Z.: Laboratorní a ekologická sledování mikrobiálního rozkladu humusových látek. Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba, r. 29, č. 9-10, s. 1046-49, 1956. — 3. Ambrož Z.: O kvantitativním a kvalitativním složení humusu v některých lesních půdách. Sborník ČSAZV-Lesnictví, 2, č. 12, s. 905-914, 1956. — 4. Ambrož Z.: O kvantitativním a kvalitativním složení humusu v některých půdních typech, převážně lesních (II). Sborník ČSAZV-Lesnictví, 3, č. 1, s. 21-32, 1957. — 5. Dragunov S. S.: Metody issledovanija gumusovych věščestv. Trudy počv. inst. AN, tom XXXVIII, s. 65-98, 1951. — 6. Dragunov S. S., Vysockaja P. N.: Chimičeskije issledovanija gumusovych věščestv nekotorych počv. Počvovedenije, č. 4, 1953. — 7. Garkuša I. F.: Izměnenije děrnogopodzolistych počv pod vlijanijem okulturovanija. Počvovedenije č. 10, 1953 a č. 4, 1955. — 8. Hanošek F.: O vlastnostech huminových kyselin a jejich roli při rozkladu ústrojné hmoty. Sborník ČSAZ, č. 1-2, 1952. — 9. Kononova M. M., Pankova N. A., Bělčikova N. P.: Izměnenije v soděržaniji i sostave organičeskogo věščestva pri okulturovaniji počv. Počvovedenije, s. 28-37, 1949. — 10. Kononova M. M.: Půdní humus a úrodnost půdy. Věda a výzkum, č. 60, s. 18-29, 1956. — 11. Mařan B.: O lesním humusu. Čs. Háj, 1941. — 12. Mařan B.: Význam humusu pro melioraci lesních půd. Zemědělství a lesnictví, 1, III, 1947. — 13. Mařan B., Káš V.: Biologie lesa, Praha 1948. — 14. Materna J., Samek V., Jančařík V.: Stav humusu v přirozených porostech Javoriny. Lesn. časopis, 3, č. 2-3, s. 239-254, 1957. — 15. Melichar O.: Vliv oxyhumolitů na vodní režim půd. Čs. biologie, r. 7, s. 123-134, 1958. — 16. Najmr S.: Trvalý humus ve výzkumu zúrodnování půd. Sborník ČAZ, s. 1504, 1952. — 17. Najmr S.: Vývojové změny orných půd vlivem kultivace (střed. hnědozem). Sborník ČSAZV, XXIX, č. 3, 1956. — 18. Najmr S.: Humus ve výrobně důležitých půdních typech. Praha 1957. — 19. Najmr S.: Soustava třídění organické půdní hmoty. Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba, č. 6-7, s. 661-694, 1958. — 20. Najmr S.: Karbonizovaná půdní hmota, její hlavní vlastnosti a funkce v půdotvorném pochodu. Rkp. 1959. — 21. Najmr S., Urban J.: Kvalitativní složení organické půdní hmoty v oglejnených půdách. Sborník ČSAZV-Rostlinná výroba, r. 4, č. 12, s. 1526-1541, 1958. — 22. Němec A.: Studie o humifikaci lesních půd. Praha 1928. — 23. Němec A.: Untersuchungen über die chemischen Veränderungen der organischen Substanzen bei der natürlichen Zersetzung der Humusaufgaben in Wäldern. Z. f. Pflern. D., B., A 18, s. 65-103, 1930. — 24. Pelíšek J.: Nutnost zlepšení půdních podmínek na devastovaných lesních půdách. Čs. Les, 1951. — 25. Pelíšek J.: Meliorační význam dubu na půdách přesypových písků v oblastech západního Slovenska. Lesn. práce, 1952. — 26. Pelíšek J.: Lesnické půdoznalství. Praha 1957. — 27. Scheffer F., Schachtschabel P.: Bodenkunde I, Stuttgart 1956. — 28. Schlichting E.: Zur Kenntnis des Heidehumus (3 sdělení) Z. f. Pflern. D., B., Bd. 61, 1953. — 29. Springer U.: Über Humusvorstufen und echte Humusstoffe. Z. f. Pflern. D., B., 21/22, s. 490-501. 1940. — 30. Springer U., Lehner A.: Humusanbau bei der aeroben und anaeroben Zersetzung landwirtschaftlich und forstwirtschaftlich wichtiger organischen Stoffe. Z. f. Pflern., D., B., H. 1, 1952. — 31. Šály J.: Zloženie humusu niektorých lesných pôd ČSR. Lesn. časopis, č. 1, s. 1-15, 1956. — 32. Švačkin D. L.: Dinamika razloženia rastiteľnych ostatkov i nakoplenija organičeskogo věščestva v počve v različnych uslovijach. Izv. Tim. selskoch. Akad., 1, 1953. — 33. Tjurin I. V.: Organičeskoje věščestvo počv i jeho rol v počvoobrazovaniji i v plodorodiji. Moskva 1937. — 34. Wittich W.: Der heutige Stand unseres Wissens vom Humus und neue Wege zur Lösung des Humusproblems im

Wald. Schrfr. d. f. Univ. Göttingen, 1952. — 35. Zajcev B. D.: Kalcij i razloženje organskoga vječestva v profile lesnych podzolistych i zaboločenych počv. Moskva, Leningrad 1949.

Влияние мелиоративной культивации лесных почв на динамику органического вещества

В работе исследовались изменения органической почвенной примеси в результате культивации лесной почвы различной зернистости. Исследовалось пять образцов почвенных профилей крупной, средней и мелкой зернистости. Была установлена связь между зернистостью лесной почвы, ее физическими свойствами и гидро-термическими условиями, с одной стороны, и между количеством и качеством изменений почвенного гумуса — с другой стороны.

В направлении от крупной до более мелкой дисперсии, а также от более высокой до более низкой аэрации почвы понижается интенсивность гумификации и увеличивается доля более простых незрелых предварительных ступеней в общем количестве гуминовых кислот. Убыль органической массы из почвы под влиянием культивации возрастает в обратном направлении, т. е. от более мелкой до более крупной дисперсии и от низкой до высокой аэрации почвы. Культивация способствует этой динамике, повышает интенсивность гумификации и снижает долю неокончательно образовавшихся продуктов в аэрируемых и крупнодисперсных почвах, и, наоборот, снижает интенсивность гумификации и повышает долю недостаточно зрелых предварительных ступеней в почвах с низкой аэрируемостью и мелкой дисперсией. Связанное с культивацией известкование способствовало интенсивности гумификации и повысило процент гуматов.

У почв с исключительными физическими свойствами количественные изменения переходят в изменения качества гумусообразовательного процесса. А напротив там, где культивация улучшает физические свойства лесной почвы, до определенной степени улучшаются и процессы почвенного гумуса.

Радикальная обработка лесной почвы благоприятно отразилась на динамике почвенного гумуса в песчаных, песчано-суглинистых и суглинистых почвах, за исключением чрезвычайно засушливых местностей. Неблагоприятные изменения были установлены в почве более мелкой дисперсии со склонностью к заболачиванию. Критической границей является 42 % содержания I-ой категории зернистости (частиц ила).

Einfluß der Meliorationskultivierung der Waldböden auf die Dynamik der organischen Stoffe

Es wurden die Änderungen in der organischen Bodenbeimengung studiert, die durch die Kultivierung des Waldbodens von verschiedener Textur zugefügt wurden. Für diesen Zweck wurden fünf Modellbodenprofile von grober, mittlerer und feiner Textur untersucht. Dabei wurde der Zusammenhang zwischen der Textur des Waldbodens, seinen physikalischen Eigenschaften und den hydrothermischen Bedingungen auf der einen Seite, und der Quantität und Qualität der Humusveränderungen auf der anderen Seite festgestellt.

In der Richtung von grober zu feinerer Dispersion und auch von höherer zu niedrigerer Bodenluftmenge sinkt die Intensität der Humifikation, und erhöht sich der Anteil der einfacheren ungereiften Vorstufen in der Gesamtmenge von Humin-

säuren. Die Abnahme der organischen Substanz im Boden steigt unter dem Einfluß der Kultivierung in gegenseitiger Folge, d. h. von feinerer zu groberer Dispersion und von niedriger zu höher Bodenluftmenge. Die Kultivierung fördert diese Dynamik: sie erhöht die Intensität der Humifikation und vermindert den Anteil der unvollendeten Stoffe in lüftigen und grob dispersen Böden; sie vermindert dagegen die Intensität der Humifikation und erhöht den Anteil der ungereiften Vorstufen in Böden mit niedriger Luftmenge sowie in fein dispersen Böden. Die mit der Kultivierung verbundene Kalkung förderte die Intensität der Humifikation und erhöhte den Anteil der Humate.

In den Böden mit extremen physikalischen Eigenschaften übergehen die quantitativen Veränderungen bis in die Veränderung der Qualität des humusbildenden Prozesses. In den Fällen dagegen, wo die Kultivierung einen meliorativen Einfluß auf die physikalischen Eigenschaften ausübt, werden auch die Bodenhumusprozesse gewissermaßen verbessert.

Die radikale Waldbodenverarbeitung beeinflusste günstig die Bodenhumusdynamik in Sand-, sowie in Sandlehm- bis Lehmböden, mit Ausnahme von einer extrem trockenen Lokalität. Im Boden mit feiner Dispersion und mit Neigung zur Vernäzung wurden ungünstige Veränderungen festgestellt. Die kritische Grenze bildet der 42 % — Gehalt der I. Korngrößenkategorie (Tonteilchen).

Kombinovaný způsob meliorace degradovaných písčitých lesních půd s ortěstem

Комбинированный способ мелиорации деградированных песчаных лесных почв с орштейном

Kombinierte Meliorationsmethode degradierter Waldsandböden mit Ortstein

Inž. Jaroslav KOZEL

Výzkumný ústav zemědělsko-lesnických meliorací ČSAZV, Praha

Došlo dne 30. III. 1960

Úvod

Degradace lesních půd je u nás vážným problémem. Degradční pochody nabývají obzvláště velké intenzity pod čistými jehličnatými porosty, neboť humus, vznikající ze smrkového nebo borového jehličí, je extrémně kyselé povahy a jeho rozkladem se uvolňují nepříznivé humusové kyseliny, které jsou snadno pohyblivé, rozpouštějí minerální látky a překážejí příznivému vyvlečkování ostatních sloučenin koloidní povahy (sloučeniny železa, hliníku a manganu). Tím je umožňován pohyb těchto sloučenin do spodních vrstev půdního profilu a je tak urychlována degradace. Tyto nepříznivé pochody jsou ještě zesilovány na písčitých půdách, snadno propustných pro vodu, a v oblastech se značnými atmosférickými srážkami. Podzolizační pochody se stále opakují, vrchní vrstvy jsou vybělené bez živin, ve spodních vrstvách vzniká často zhutnělá ztvrdlá vrstva humosoželezitého stmelence — ortštein. Ortštejnová vrstva narušuje koloběh vody, stromy zarážejí přírůst, krňejí, neboť ve vrchních vrstvách půdního profilu nemají dostatek živin a do hlubších vrstev se jejich kořeny nedostanou pro zhutnělou vrstvu. Obnova lesa naráží na stále větší obtíže. Konečným stadiem jsou rozsáhlé odlesněné zavřesovatělé plochy.

U nás se rozloha degradovaných lesních půd pouze v historických zemích odhaduje na 460.000 ha (Mařana Němec, 1937). Se značným výskytem degradace a onemocnění se setkáváme na písčitých půdách. Hlavními dvěma rozlehlými oblastmi degradovaných písčitých půd s ortěstem jsou u nás:

1. Oblast kvádového pískovce křídového útvaru v severních a severovýchodních Čechách a

2. oblast neogenních pískovců v jižních Čechách mezi Novými Hrady, Třeboní a Jindřichovým Hradcem.

Úspěšná a trvalá meliorace těchto půd má prvořadý význam, který v době socialistického hospodářského rozvoje stoupá ještě více a úměrně s tím, jak stou-

pá potřeba produkce kvalitního dřeva. V rozsáhlých oblastech těchto půd jsou skryty rezervy, poněvadž potenciální úrodnost těchto lokalit je většinou mnohem vyšší než skutečná.

Přehled dosavadního řešení problému

U nás se problémem meliorace těchto půd zabývali zejména akademik B. Mařana a dr. A. Němec, kteří založili četné pokusy v obou hlavních oblastech již před 25 lety. Při těchto pokusech byly vyzkoušeny různé způsoby chemické a biologické meliorace. Bylo podrobně vyzkoušeno i použití strojených hnojiv, které nepřineslo kladné výsledky. Při některých variacích byla použita i částečná mechanická příprava půdy — mělkým zfrézováním. V pozdějších letech používal dr. A. Němec bazických mouček (čedičových, trachytových, diabasových) buď samotných nebo spolu s vápněním. Tuto melioraci prováděl většinou v menších kotlíkách. Velmi pěkných výsledků dosáhl s použitím čedičové moučky, odpadu od drtičů šterku v lomech. Použití tohoto čedičového odpadu je tím oprávněnější v severních Čechách, kde v pískovcové oblasti vystupuje čedič v podobě různých vyvěřelých homolů a hřbetů. Četné lomy zde produkují značné množství jemného prachu a drti, které se jinak hromadí jako neužitečný odpad. Předností bazických mouček je, že obsahují všechny nezbytné minerální živiny (včetně stopových prvků), mají zásaditou reakci, tlumí tedy extrémně kyselou reakci těchto půd a pomalu se rozkládají, takže obohacují půdu o živiny po dlouhou dobu.

Dosavadními způsoby meliorace dosáhlo se tedy určitých kladných výsledků, ale problém spolehlivé a trvalé meliorace zůstal ještě nedořešen. V letech 1954 až 1955 byla založena kolektivem pracovníků výzkumného ústavu zemědělsko-lesnických meliorací v Praze pod metodickým vedením akademika Mařana řada pokusů s kombinovanou metodou meliorace těchto půd, která spojuje prostředky mechanické, chemické a biologické. Základním opatřením tohoto způsobu je hluboká orba, která rozruší stmelencovou vrstvu a promísí vrstvy ochuzené s obohacenými. Hluboká orba se doplňuje vhodnými opatřeními chemické a biologické povahy (vápnění, dodání bazických mouček, navezení rybníčního bahna či rašeliny, pěstování pomocných plodin jako komonice, lupiny a směsky). Při zalesňování se současně s vysázením (popřípadě vysetím u dubu) hlavních dřevin vysázejí i meliorační a pomocné dřeviny.

Radikální způsob meliorace degradovaných půd hlubokou orbou se v poslední době zkouší i v cizině, zejména v NDR, kde je tato metoda prověřována na velkých plochách. Jde zejména o půdy na diluviálních náplavech severoněmecké nížiny (Kraus, Kopp, 1957, Siebenbaum, 1957). Předběžné výsledky těchto pokusů v NDR jsou velmi příznivé. Z melioračních dřevin používají v NDR ve velké míře červeného dubu a akátu.

Jedním z doplňujících opatření po hluboké orbě je umělé dodání příměsí organické povahy. V této alternativě je zkoušeno rybníční bahno (na jiné pokusné ploše se zkouší rašelina). Rovněž i v cizině jsou v poslední době při melioraci písčitých půd stále více používány příměsí, v podstatě organické povahy. V Maďarsku dosáhli pěkných výsledků s Egersegiho metodou vrstevnatého hnojení, při kterém je hnojivá příměs postupně zaorávána do hloubek 60, 45 a 30 cm. Jako hnojivou příměs používají chlévské mrvy nebo surové slámy popř. ještě v kombinaci s bentonitem, který je bohatý na montmorilonity a prokazatelně podporuje adsorpci vyluhovaných živin a zlepšuje vodní režim. Po několikaletých pokusech s bentonitem v zemědělství zahájili s ním v Maďarsku v roce

1957 pokusy i na lesních písčitých půdách. V SSSR bylo dosaženo značných úspěchů při melioraci písků pomocí Hydrotorfu, tj. rašeliny silně rozředěné vodou, která je rozváděna potrubím a rozstříkována na půdu. V Rakousku používají tzv. Humonu, strojeného hnojiva, vyráběného z rašeliny. Přidáním Humonu dosáhli v Rakousku pěkných výsledků zejména ve zlepšení vodní jímavosti.

Vlastnosti pokusné lokality

Tato práce pojednává o některých výsledcích, získaných z pokusné plochy v Hamru na Jezeře v oblasti Podnikového ředitelství vojenských lesů Stráž pod Ralskem během šesti let trvání pokusu (plocha byla zalesněna na jaře roku 1954).

Půda je typicky písčitá s naprosto převládajícími nejhrubšími částicemi 4. kategorie (85 až 91 %) a jen s minimálním obsahem jílnatých částic 1. kategorie (3 až 6 %), nedostatečně zásobena živinami, silně kyselé reakce (v povrchových vrstvách do 50 cm 3,5 až 4,0 pH). Naprosto minimální je obsah organického podílu. Ortštein se vyskytuje jednak v podobě stmelené vrstvy v hloubce kolem 30 cm, jednak v podobě hrudek a zrn ve spodních částech půdního profilu.

Původně se zde rozkládaly dubo-borové porosty. V bezprostřední blízkosti pokusné plochy se kdysi těžila železná ruda (odtud i název Hamr), která byla na blízkém Děvině, na Špičáku a u Svěbořic zpracovávána. Dřevo z okolních porostů bylo ve velké míře používáno pro hutnickou výrobu a jako důlního dřeva. Tím utrpěly podstatně zdejší smíšené porosty. Místo listnáčů byly pěstovány výnosnější jehličnaté dřeviny. Postupem času listnáče zcela vymizely, dnes zde nalézáme rozsáhlé čisté borové porosty. Nejenže tyto porosty nepřirůstají, ale dalším nedostatkem je i to, že vyprodukované dřevo je velmi nekvalitní, neboť kmeny jsou v mnoha případech pokřivené, sukaté, rozdvojené.

Půda je pokryta hustou vrstvou vřesu (*Calluna vulgaris* HULL.), brusinkou (*Vaccinium vitis idaea* L.), borůvkou (*Vaccinium myrtillus* L.), místy se vyskytují mechy (zejména bělomech — *Leucobryum glaucum*) a lišejníky.

Popis půdního profilu:

A ₀	0— 3 cm.....	vrstva surového humusu;
A ₁	3— 10 cm.....	šedá vrstva slabě humózního písku, prorostlá kořínky;
A ₂	10— 27 cm.....	šedobílý vyloužený písek;
B ₁	27— 31 cm.....	obohacený horizont rezavohnědé až černo-hnědé barvy, ostře ohraničený od horizontu A ₂ ;
B ₂	31— 60 cm.....	žlutohnědý písek s pomístnými tmavěhnědými ztvrdlými hrudkami;
B/C...	60—100 cm.....	světležlutý až bělavý písek.

Stručný popis melioračního postupu

Na podzim 1953 byl odstraněn borový porost vykloučením celých kmenů pásovým traktorem. Začátkem března roku 1954 byla větší část plochy zorána sovětským hloubkovým pluhem PP-50 do hloubky 60 cm. Jako tažná síla byl použit

pásový traktor Stalinec. Menší část plochy byla jen povrchově zfrézována půdní frézou. Na jednotlivých dílcích pokusné plochy byly použity různé variace doplňkového hnojení (mletý vápenec, kombinace mletého vápence s čedičovou drtí, rybníční bahno). Bylo použito následujících dávek: u vápence 50 q/ha, u čedičové drtě 300 q/ha, u rybníčního bahna 800 q/ha v suché váze. Část plochy byla oseta očkovaným semenem žluté lupiny.

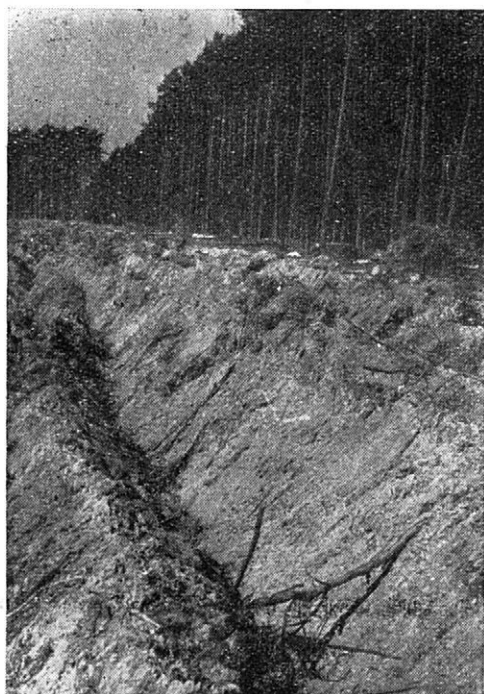
Začátkem dubna 1954 byla plocha zalesněna borovicí (*Pinus silvestris* L.), dubem (*Quercus sessilis* Ehrb.), břízou (*Betula pendula* Roth.), jívou (*Salix caprea* L.), bezem červeným (*Sambucus racemosa* L.). V pozdějších letech byla kultura vylepšena tavolníkem kalinolistým (*Physocarpus opulifolia* Max.), habrem (*Carpinus betulus* L.) a olší šedou (*Alnus incana* Moench.). Borovice byla vysazena do řad o sponu 40 cm, spon v řadách listnatých dřevin je 80 cm. U dubu byly vysety žaludy ve vzdálenosti 10 cm. Řady listnáčů a borovice se střídají, vzdálenost mezi řadami byla pro snadné zmechanizované ošetřování půdy zvolena 1 m.

Sledování pokusu

Po celou dobu trvání pokusu byly pravidelně odebírány půdní vzorky. Jejich analýzou byly sledovány změny melioračního zásahu na půdní vlastnosti. Fyzikální a chemické vlastnosti půdy byly stanoveny těmito metodami: Okamžitá vlhkost objemová v Kopeckého 100 cm válečcích, maximální kapilární kapacita rovněž v Kopeckého 100 cm válečcích (podle Nováka), mechanický rozbor jemnozeme v Kopeckého plavicích přístrojích, půdní reakce aktivní a výměnná potenciometricky chinhydronovou elektrodou, hydrolytická acidita titračně,

obsah přístupných živin výluhem jednoprocentní kyselinou citrónovou podle König—Hasenbäumera, obsah celkového uhlíku (humusu) oxydometricky metodou Alten—Wandrowski—Knippenberg, obsah celkového dusíku kjehldalizací, obsah výměnných zásad podle Gilkoviče—Kappena, obsah huminových kyselin kolorimetricky z výluhu 0,5 % louhem sodným, číslo humifikace podle Springera, faktor stability humusu podle Hocka.

Mimo to byl sledován souhrn mikroklimatických činitelů na vlastní stanici: teplota vzduchu ve výši 150 centimetrů, maximální a minimální teplota vzduchu, teplota půdy na povrchu a v hloubkách 10, 50 a 100 cm rtuťovými teploměry s dlouhým stonkem, trvale zapuštěným v půdě, relativní vlhkost vzduchu Augustovým staničním psychometrem, atmosférické srážky a ve vegetační době schopnost výparu Rónovým výparoměrem z volné vodní hladiny. Stanice byla umístěna pod porostem. Její údaje byly doplňovány hodnotami



1. Základním melioračním opatřením je hluboká orba

atmosférických srážek, které byly zjišťovány ještě na volné ploše mimo lesní porost. Teploměry byly umístěny na stojanu volně bez žaluziové budky, aby bylo zachyceno mikroklimatické prostředí bez rušivého vlivu žaluziové budky. Proti přímému oslunění byly teploměry chráněny dvojitými plechovými stínítky, natřenými bílou barvou.

Každého podzimu byly mimo to měřeny vzrůstové ukazatele (výšky a tloušťky dřevin) a byly odebírány listy, aby byla zjištěna velikost asimilační plochy, popř. k chemickým rozborům. Účelem těchto měření bylo doplnit údaje o působení melioračního zásahu na půdní vlastnosti ještě údaji o vzrůstu lesní kultury, aby tak vhodnost této metody byla prověřena ze všech hledisek.

Okamžitá půdní vlhkost

Byl sledován průběh okamžité půdní vlhkosti na zorané ploše a tento byl porovnáván s údaji na ploše jen zřezované a s údaji na nemeliorované půdě pod lesním porostem. Dále bylo podrobně sledováno ovlivnění okamžité půdní vlhkosti jednotlivými hnojivými příměsi.

Na příznivý průběh okamžité půdní vlhkosti působí již odstranění matečného porostu, který korunami svých stromů zachycuje značnou část atmosférických srážek. Tak v roce 1954 zachytil zdejší porost celkem 94,2 mm, tj. 11,7 % srážek, v roce 1955 86,0 mm, tj. 10,7 %, a v roce 1956 45,4 mm, což je 6,6 %. V tomto případě se neprojevil vliv starého porostu ještě tak nepříznivě, poněvadž porost byl značně proředěný. Mnohem nepříznivěji se to projevilo na jiné pokusné ploše VÚZLM v Břehyni u Doks, kde je porost hustší s bohatějším zavětvením. Na této ploše zachytil porost v roce 1954 32,4 % a v roce 1955 31,4 % atmosférických srážek. Nejnepříznivěji se projevuje vliv starého porostu v suchých obdobích, kdy spadne málo a slabých srážek — se vzrůstající intenzitou a délkou srážek je procento zachycených srážek menší. Starý porost odnímá těž sazenicím značnou část vody z půdy. Zřetelně se to projevilo na menším vzrůstu dřevin na smýcené ploše v okrajových řadách, které byly pod silným vlivem okolního porostu.

Velmi příznivě ovlivňuje nevhodnou dynamiku vláhy a vodní režim hluboká orba. Hluboká orba odstraní s povrchu půdy rostlinnou pokrývku, která je rovněž značným konzumentem vody v povrchové vrstvě, kde se vyvíjejí semenáčky. Kromě této živé rostlinné pokrývky je orbou odstraněn i nadložní nerozložený humus, který dokáže slabší srážky zcela pohltit a z něhož se voda velmi rychle vypařuje, aniž se dostala do fyziologicky účinného půdního profilu. Naopak zaoráním této ústrojné vrstvy do hlubších partií půdního profilu je zvyšována vodní jímavost těchto vrstev.

I. Průměrná roční okamžitá vlhkost v % obj.

Profil 0—40 cm	1954	1955	1956	1957	1958	1959
Půda na zorané ploše	12,86	18,40	13,31	12,82	11,20	9,09
Půda pod lesním porostem	8,26	12,60	10,44	11,10	9,85	8,15

II. Průměrná okamžitá půdní vlhkost za šest let (1954—1959) v % obj.

	Profil 0—40 cm	Profil 0—80 cm
Půda na zorané ploše	12,94	11,04
Půda pod lesním porostem	10,06	8,59

Porovnáním průběhu okamžité půdní vlhkosti na zorané ploše s půdní vlhkostí pod vedlejším lesním porostem vyplývá jednoznačně mnohem příznivější vlhkost na zorané ploše. Platí to jak pro profil 0 až 40 cm, tak i pro profil 0 až 80 cm. Jasný obraz o rozdílech v půdní vlhkosti na meliorované ploše proti půdě pod lesním porostem poskytnou tabulky III a IV.

III.

Profil 0—40 cm	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1954—1959
Zoraná plocha byla vlhčí než půda pod lesem o % obj.	4,60	5,80	2,87	1,72	1,35	0,93	2,83
tj. vyjádřeno v ‰ o	56	46	27	15	14	12	29

IV.

Profil 0—80 cm	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1954—1959
Zoraná plocha byla vlhčí než půda pod lesem o % obj.	2,60	3,19	2,81	1,40	2,72	2,31	2,45
tj. vyjádřeno v ‰ o	33	26	32	14	33	40	28

Nejzřetelnějších rozdílů bylo dosaženo v prvních letech po melioračních zásazích. Později se rozdíl snižuje (hlavně v profilu 0 až 40 cm) následkem zvětšené potřeby vody, kterou odebírají rostoucí sazenice. Rozdíly jsou ale stále dosti značné, uvědomíme-li si, že jde o typicky písčitou půdu.

Zároveň byl sledován rozdíl mezi vlhkostí na zorané ploše a na části plochy, která byla zfrézována jen povrchově. Byl zjištěn zřetelný rozdíl ve prospěch zorané plochy. V profilu 0 až 40 cm byla zoraná plocha v roce 1955 o 4,84 % obj. (tj. o 35 %) vlhčí, v roce 1956 byla vlhčí o 0,98 % obj. (o 7 %), v roce 1957 byl rozdíl ve prospěch zorané plochy 3,00 % obj. (31 %), v roce 1958 2,17 % obj. (24 %). K podobným závěrům jsme došli i u profilu 0 až 80 cm. Rozdíly byly ve prospěch zorané plochy: v roce 1955 2,64 % obj. (tj. 21 %), v roce 1956 1,55 % (14 %), v roce 1957 1,50 % obj. (17 %) a v roce 1958 2,99 % (38 %).

V. Průměrné roční hodnoty okamžité půdní vlhkosti na jednotlivých dílcích v ‰ obj.

Profil 0—40 cm					
Rok	Frézováno a vápněno	Orba bez hnojení	Orba, čedič, vápenec	Orba, rybn. bahno	Kontrola — pův. porost
1955	13,56	16,71	18,05	20,44	12,82
1956	12,34	11,67	14,02	14,02	8,66
1957	9,82	11,39	14,59	12,38	11,08
1958	9,03	11,18	12,87	10,77	9,47
1959	7,34	7,75	9,62	9,92	5,66
Průměr za 5 let	10,41	11,74	13,85	13,50	9,51

Z tabulky V. je názorně vidět, že jednotlivé alternativy doplňujících hnojivých opatření ovlivnily velmi značně půdní vlhkost. Průměrné hodnoty půdní vlhkosti v profilu 0 až 40 cm za pět let byly: na zoraném dílci hnojeném kombinací mletý vápenec + čedičová drť o 45 % větší než pod lesem, na dílci s navezeným rybničním bahnem o 42 % větší, na dílci zoraném bez hnojivých přísad o 25 % větší. Profrézovaný dílec byl vlhčí pouze o 9 %. Podobné závěry dostaneme, analyzujeme-li hodnoty, vypočtené pro profil 0 až 80 cm. Průměrná půdní vlhkost za pět let byla i v tomto profilu největší na dílci, po zorání pohnoženém kombinací: mletý vápenec + čedičová drť (o 43 % větší), následuje dílec zoraný s navezeným rybničním bahnem (o 25 % větší než pod lesem), dílec zoraný bez hnojení (o 16 % větší) a konečně profrézovaný dílec (pouze o 3 % vlhčí).

Můžeme předpokládat, že působení melioračních přísad nebylo pouze fyzikální, nýbrž působilo na fyziku půdy i přes vlivy chemické a fyzikálně chemické. Podstatou změn je intenzivnější disperze půdních zrn. Zvýšení podílu nejmenších půdních částic jsme zjistili zejména pod rybničním bahnem a pod kombinací mletého vápence s čedičem. Nejpriznivější působení těchto dvou melioračních přísad bylo pozorováno zejména v suchých obdobích.

V letních měsících je půda pravidelně mělce prokypřována. Tím přerušujeme kapilaritu a zmenšujeme výpar. Zároveň je snižována tepelná vodivost směrem z hloubky, takže povrch půdy je ochlazován rychleji než v půdě ne-

VI. Mechanický rozbor jemnozeme (v ‰)

Hloubka v cm	1. kat.	2. kat.	3. kat.	4. kat.	Pedol. klasifikace podle Nováka
Původní stav (podzim 1953):					
0—20	5,90	3,50	5,10	85,40	písčítá zemina
20—50	2,84	3,38	4,86	88,92	„ „
50—100	4,22	1,68	2,60	91,50	„ „
P o d z i m					
frézováno a vápněno:					
0—20	3,56	2,84	4,12	89,48	písčítá zemina
20—50	5,48	2,78	2,04	89,70	„ „
50—100	2,24	1,38	3,22	93,16	„ „
orba bez hnojení:					
0—20	9,34	5,36	4,42	80,88	písčítá zemina
20—50	5,12	2,34	4,30	88,24	„ „
50—100	4,82	4,76	7,12	83,50	„ „
orba, čedič, vápenec:					
0—20	11,70	2,30	2,14	83,86	hlinitopísčítá zemina
20—50	6,02	4,74	6,56	82,68	písčítá zemina
50—100	6,86	4,66	7,76	80,72	„ „
orba, rybniční bahno:					
0—20	9,70	6,24	7,20	76,86	písčítá zemina
20—50	7,60	3,76	5,82	82,82	„ „
50—100	6,48	4,70	6,96	81,86	„ „

kypřené, čímž dochází ke kondenzaci vodních par, což má význam zejména v suchém období. Vliv kypření není sice v písčitých půdách tak rozhodujícím činitelem jako v těžších půdách, ale má i zde svou důležitost.

Mechanická skladba jemnozeme

Z mechanické analýzy původní zeminy před zásahy vyplývá naprostý nedostatek jílnatých částic 1. kategorie. Naprosto rozhodujícím elementem ve skladbě původní zeminy jsou hrubé písčité částice 4. kategorie. Nepříznivá mechanická skladba těchto křemitých písků, které vznikly zvětřením kvádového pískovce, ovlivňuje celou řadu dalších vlastností, zejména fyzikálních. Projevuje se to hlavně na velké pórovitosti, nadměrné vzdušné kapacitě, vysoké propustnosti pro vodu, malé vzlinavosti a naprosto nedostatečné schopnosti jímat a udržet vodu. Proto zvýšení obsahu jemných půdních částic je velmi důležité. Během prvního roku nedošlo k žádným změnám. Druhým rokem již byl sledován vliv melioračních příměsí po orbě. I v následujících letech bylo potvrzeno obohacení půdy o nejjemnější částice na dílcích s orbou, zejména po pohnování mletým vápencem s čedičovou drtí nebo po navezení rybničního bahna.

Fyzikální vlastnosti

Během prvních let došlo ke zvýšení hodnot maximální kapilární kapacity ve vrchních vrstvách na části plochy s hlubokou orbou. Ve spodních vrstvách byl zaznamenán pokles. Později došlo ke snížení v povrchových vrstvách. Změny byly ovlivněny stavem ulehlosti půdy — nakypřením a opětným slehnutím v pozdějších letech. Po šesti letech pokusu je ale přesto maximální kapilární kapacita příznivější než před zásahem. Nejpriznivější situace je na dílci s kombinovaným hnojením: mletý vápenec + čedičová drť.

VII. Maximální kapilární kapacita na podzim 1959

	0—10 cm	10—20 cm	20—40 cm	40—60 cm	60—80 cm
frézováno, vápněno	14,23	22,70	24,69	16,99	16,09
orba, bez hnojení	19,63	21,47	26,75	18,79	18,60
orba, čedič, vápenec	29,37	31,95	23,13	21,46	23,68
orba, ryb. bahno	24,22	29,83	27,83	19,90	15,15
kontrola-les	21,36	19,10	13,90	13,68	17,07

Původně vysoké hodnoty pórovitosti se v prvních letech pokusu ještě zvýšily. Projevil se tak nepříznivě vliv mechanických zásahů, zejména orby. Přechodné zhoršení pórovitosti se ale opět vyrovnalo; již během třetího roku pórovitost opět klesá. Po šesti letech pokusu je pórovitost stejná jako před zásahem nebo mírně zlepšená. Během trvání pokusu bylo sledováno též příznivé ovlivnění vzdušnosti na zorané části plochy.

Fyzikální vlastnosti jsou vcelku velmi stálé, neměnné. Ze změn, ke kterým došlo, můžeme soudit, že hluboká orba se svým konečným efektem projevila vcelku příznivě.

Půdní acidita

Půdní acidita je důležitým činitelem, který má rozhodující vliv na úspěch zalesnění. Je také ukazatelem, v jakém směru probíhají změny v půdě při její melioraci a s jakou intenzitou. Hodnoty půdní reakce jsou zde původně velmi nepříznivé, zvláště pak ve vrchních vrstvách profilu následkem surového kyselého humusu. Působení tohoto adsorpčně nenasyceného humusu je zesilováno naprosto nedostatkem bází (zejména vápna a hořčíku). K nejpronikavějším změnám došlo v prvních letech na dílci s vápencem a čedičem v povrchové vrstvě 0 až 20 cm. Radikální zlepšení v pozdějších letech opět poněkud pokleslo, ale zlepšení o 1,9 pH se již udržuje jako konstantní. Ve střední vrstvě se v posledních letech udržuje zlepšení o 1,0 pH. Pod rybníčním bahnem se udržuje zmírnění půdní kyselosti v povrchové a střední vrstvě o 0,9 až 1,5 pH. Na dílci zfrézovaném a povápněném se ve vrstvě 0 až 20 cm udržuje zlepšení o 1,1 až 1,3 pH, ve vrstvě 20 až 50 cm o 0,4 až 0,7 pH. Na dílci zoraném bez hnojení je reakce příznivější jen v povrchové vrstvě (o 0,8 až 1,3 pH). Ve střední a hluboké vrstvě je stejná acidita jako před zásahem. V hlubokých vrstvách zůstává acidita beze změn i na všech ostatních dílcích.

VIII.

Půdní acidita	Pův. stav	Stav po 6 letech (r. 1959)			
		fréz., vápn.	orba bez hnojení	orba, čedič, vápenec	orba, rybníční bahno
hloubka cm	akt. vým.	akt. vým.	akt. vým.	akt. vým.	akt. vým.
0—20	3,45 3,00	4,55 4,00	4,70 4,10	5,30 4,10	4,90 3,60
20—50	4,22 3,82	4,90 4,30	4,35 3,75	5,20 4,25	5,15 4,85
50—100	5,75 5,30	5,40 4,50	5,95 5,70	5,40 4,60	5,75 5,05

Obsah přístupných živin

Analýza původního stavu ukazuje na všeobecně velmi nedostatečné zásobení celých profilů přístupnými živinami. Největší nedostatek byl zjištěn u přístupného vápníku, draslíku a u kyseliny fosforečné. Mangan nebyl zjištěn vůbec žádný. U sesquioxydů hliníku a železa se projevuje ochuzení v eluviálních horizontech, zatímco jejich obsahy ve spodních obohacených horizontech jsou poněkud větší. Již samotný kvádrový pískovec je chudý na přístupné živiny. Degradční pochody tuto situaci dále zhoršují. Humusová pokrývka je extrémně kyselá, živiny z povrchové vrstvy jsou zčásti vylouženy do spodiny, zčásti jsou obsaženy v humusové vrstvě v nepřístupné formě (zejména draslo, kyselina fosforečná a dusík). Zvláště nízký je obsah vápna, což má za následek vyluhování ve vodě rozpustných humusových kyselin, které zkyselují a ochuzují půdní vrstvy o nezbytné minerální živiny včetně tzv. mikroelementů (měď, nikl, chrom, zinek atd.), které jsou rovněž důležité pro vzrůst dřevin.

Zvýšení obsahu živin v přístupné formě dosáhneme jednak jednorázově — hnojením, aby sazenice v prvních letech svého vzrůstu měly k dispozici dostatečnou minerální výživu, a pak trvale — celkovou meliorací půdy, tj. snížením kyselosti půdy, zpřístupněním živin, vázaných v ústrojných látkách humusu a přetvořením nevhodných forem humusu v živný humus.

Na obsah přístupných živin se příznivě projevila hluboká orba s vhodnou hnojivou příměsí. Z nich nejlepší se ukázala kombinace mletého vápence s čedičovou drtí. Zejména nutno podtrhnout dlouhodobé působení čediče, který se jen velmi zvolna rozpadá, takže ke stálému obohacování půdy o potřebné živiny dochází pod ním i po šesti letech. Rybníční bahno se v prvních letech projevovalo negativně, docházelo pod ním k vyplavování živin. Bezpodmínečným doplněním rybníčního bahna musí být současné vápnění, nebo ještě lépe je použít bahna již dříve neutralizovaného kompostováním. V pozdějších letech vyplavování ustalo a dochází rovněž k vzestupu přístupných živin následkem jiných změn, které způsobilo právě rybníční bahno. Po šesti letech pokusu můžeme konstatovat zlepšení téměř u všech hlavních elementů minerální výživy. Kromě hnojení bylo zlepšení ovlivněno též zužitkováním ústrojné hmoty po mechanickém zásahu, využitím zásob iluviálního horizontu a intenzivnější biologickou činností půdy.

IX. Přístupné živiny (v mg/kg)

Hloubka v cm	K_2O	CaO	P_2O_5	Fe_2O_3	Al_2O_3
Původní stav (podzim 1953):					
0—20	48,75	200,00	57,00	103,13	161,62
20—50	35,00	50,00	38,00	31,32	118,18
50—100	37,50	93,75	64,00	190,63	201,73
Podzim 1959: frézováno, vápněno					
0—20	62,50	174,94	105,25	318,75	206,25
20—50	72,50	367,37	290,62	343,75	984,38
50—100	75,00	236,16	90,00	215,62	638,13
orba bez hnojení:					
0—20	64,20	131,20	150,00	825,00	1420,30
20—50	56,25	78,72	40,62	39,06	726,57
50—100	60,00	166,19	20,31	32,81	528,13
orba, čedič, vápenc:					
0—20	65,00	297,39	331,25	131,25	250,00
20—50	77,50	239,95	431,25	687,50	2150,00
50—100	62,50	227,42	131,25	72,81	827,19
orba, rybn. bahno:					
0—20	102,50	236,16	69,68	102,18	836,40
20—50	62,50	227,42	84,37	83,75	723,20
50—100	55,00	218,67	30,62	21,87	472,51

Obsah celkového uhlíku

Nemeliorovaná půda obsahovala ve střední a hluboké vrstvě půdního profilu velmi malé množství celkového uhlíku. V povrchové vrstvě byl obsah o něco vyšší. Špatně se rozkládající humus, hromadící se na povrchu půdy, ovlivňoval tedy pouze nejvrchnější vrstvu profilu. Během let se obsahy uhlíku v profilech vyrovnaly. V povrchové vrstvě došlo k úbytku, kdežto v hlubších vrstvách obsah stoupl. Toto lepší stratigrafické rozvrstvení má za následek, že organický materiál může v půdním profilu ovlivňovat celou řadu půdních vlastností.

Huminové kyseliny, faktor stability humusu, číslo humifikace

Huminové kyseliny jsou nositeli sorpčních vlastností. S minerálními koloidy vytvářejí organominerální sorpční komplex, který zvyšuje podstatně úrodnost půd. Nemeliorovaná půda pod lesním porostem obsahuje výrazně vyšší množství huminových kyselin v povrchové vrstvě, zatímco v ostatních vrstvách je jejich obsah velmi nízký. Mechanickým zásahem dochází k mineralizaci, takže klesá obsah huminových kyselin v povrchové vrstvě. Naproti tomu stoupá jejich obsah ve středních vrstvách, což svědčí o posunu humusových koloidů do nižších vrstev půdního profilu. Největší obsah huminových kyselin byl zjištěn na dílci s vápencem a čedičem, kde se udržel i vysoký obsah v povrchové vrstvě. Orba se tedy neprojeví na tvorbu a posun huminových kyselin nepříznivě za předpokladu, jsou-li látky, tvořící trvalý humus, vázány dostatečným množstvím bází.

X. Stav humusu na podzim 1958

Dílec	Hloubka cm	% huminových kyselin	Faktor stability	% celk. uhlíku	% uhlíku humin. kyselin	Číslo humi- fikace
frézováno, vápněno	0—20	0,455	0,389	0,72	0,264	36,66
	20—50	0,562	0,718	0,78	0,326	41,79
	50—100	0,052	0,333	0,08	0,030	37,50
orba bez hnojení	0—20	0,482	0,696	0,64	0,279	43,59
	20—50	0,362	0,437	0,76	0,210	27,63
	50—100	0,042	0,524	0,16	0,024	15,00
orba, čedič, vápenc	0—20	1,012	0,494	0,98	0,587	59,82
	20—50	1,250	0,697	0,88	0,725	82,38
	50—100	0,080	0,500	0,06	0,046	76,66
orba, ryb- niční bahno	0—20	0,735	0,343	0,62	0,426	68,78
	20—50	0,267	0,507	0,48	0,155	32,29
	50—100	0,467	0,512	0,52	0,271	52,11
kontrola, lesní porost	0—20	1,050	0,196	1,98	0,609	30,75
	20—50	0,220	0,435	0,48	0,128	26,66
	50—100	0,032	0,352	0,06	0,018	30,00

Pro zjištění charakteristiky sorpčního nasycení komplexu byl stanoven faktor stability humusu podle Hocka. Tato metoda se zakládá na určení poměru extinkce výluhu šťovanem sodným a výluhu louhem sodným. Roztokem prvního jsou uváděny do roztoku chemicky poutané huminové kyseliny (humus sorpčně nasycený), hydroxydem sodným huminové kyseliny volné (humus kyselý, sorpčně nenasyčený). Faktor stability udává sorpční dosycenost humusu a tím i jeho stabilitu.

Na kontrolním dílci pod lesním porostem zůstává humus výrazně nenasyčený. Nejmenší nasycení humusu bylo zjištěno v povrchové vrstvě — působí zde nepříznivě vegetační pokrývka vyloženě kyselé povahy. Na všech zpracovaných dílcích byla konstatována větší nasycenost humusu v celých profilech, hodnoty ale zůstávají stále ještě dosti nízké, menší než 1. Nejpriznivěji se na sorpční nasycení a stálost humusu projevílo pohnojení vápencem s čedičovou drtí.

Číslo humifikace udává, jak je již organický materiál rozložen. Je to poměr pravého uhlíku (trvalého humusu) k uhlíku celkovému. Číslo humifikace je na zpracovaných dílcích většinou příznivější než na dílci pod lesním porostem. Hluboká orba spolu s dalšími melioračními opatřeními (hlavně přihnojení čedičem) měla tedy vliv nejen na množství humusu v profilu, ale i na jeho kvalitu ve směru přeměny na trvalý humus.

Sorpční komplex

Důležitou schopností půdy je její schopnost adsorbovat z půdních roztoků jemně koloidně rozptýlené částice minerální i organické. Hybným elementem je při tom adsorpční komplex.

XI. Stav sorpčního komplexu (podzim 1958)

Dílec	Hloubka cm	Výměnné báze S mekv/100 g	Max. sorpční kap. T mekv/100 g	Stupeň nasycenosti sorpčního komplexu V %
frézováno, vápněno	0—20	0,78	11,08	7,03
	20—50	0,00	21,13	0,00
	50—100	0,00	4,17	0,00
orba bez hnojení	0—20	0,68	17,77	3,82
	20—50	0,00	25,83	0,00
	50—100	0,00	3,91	0,00
orba, čedič, vápenec	0—20	3,29	13,95	24,30
	20—50	0,00	24,92	0,00
	50—100	0,00	6,12	0,00
orba, rybn. bahno	0—20	0,00	6,65	0,00
	20—50	0,00	13,18	0,00
	50—100	0,00	17,22	0,00
kontrola- lesní porost	0—20	0,68	16,88	2,18
	20—50	0,00	10,95	0,00
	50—100	0,00	2,60	0,00

Na meliorované ploše je sorpční kapacita většinou vyšší než v původních nemeliorovaných profilech. Sorpční komplex je výrazně nenasycený. Poněkud lepší stav byl zjištěn jen v povrchové vrstvě na dílci s vápencem a čedičem.

Stanovení okamžité výměnnýchází dopadlo většinou negativně. Většinou nebyly zjištěny vůbec žádné výměnné báze. V některých případech bylo zjištěno nepatrné množství. Obsah výměnnýchází, v kyselé onemocnělé půdě velmi nepatrný, nebyl tedy zvýšen ani melioračními opatřeními. Pouze přímé dodání bazických látek (vápenec s čedičem) zvýšilo ve vrchních vrstvách jejich obsah. Pro dosycení sorpčního komplexu degradovaných půd je nutné dodat umělé báze, a to v dostatečném množství.

Vzrůst lesní kultury

Údaje v tabulkách XII a XIII jsou dostatečným potvrzením vhodnosti tohoto způsobu meliorace. Bylo dokázáno, že je možné zdejší nepřirůstavé porosty

XII. Průměrné výšky dřevin v cm (měřeno vždy na podzim)

Rok	Borovice	Dub	Bříza	Jíva	Ptačí zob	Olše šedá	Bez červ.	Tavolník kalin.
1954	4,32	7,01	35,06	51,49	63,17			
1955	15,57	17,77	71,86	56,65	51,91			
1956	34,84	31,78	121,63	76,76	62,60	23,02	39,46	22,31
1957	52,01	47,75	162,35	97,80	52,59	31,80	51,94	29,02
1958	81,36	67,64	228,67	137,13	52,26	75,20	88,87	37,31
1959	107,76	83,13	251,00	173,50	66,67	90,79	62,62	49,74

XIII. Běžné roční výškové přírůsty v cm

Rok	Borovice	Dub	Bříza	Jíva	Ptačí zob	Olše šedá	Bez červ.	Tavolník kalin.
1954	1,54	7,01	—	3,17				
1955	11,25	10,76	36,80	5,16				
1956	19,27	14,01	49,77	20,11	10,69			
1957	17,17	15,97	40,72	21,04	—	8,78	12,48	6,71
1958	29,35	19,89	66,32	39,33	—	43,40	36,93	8,29
1959	26,40	15,49	22,33	33,87	14,47	15,59	—	9,43
Celk. přírůstek za 6 let	104,98	83,13	215,94	122,68	25,16	67,77	49,41	27,43
Prům. přírůstek za 1 rok	17,49	13,85	35,99	20,44	4,19	22,59	15,38	9,14

tímto způsobem úspěšně obnovit, a to nejen samotnou borovici, ale i dalšími dřevinami (zejména listnatými), které borovici vhodně doplňují, a tak je možné zajistit přeměnu na smíšené porosty. Na vzrůst dřevin se zřetelně projevilo po hluboké orbě dodání rybníčního bahna a zejména mletého vápence s čedičovou drtí.

V ý s l e d k y

Dosažené výsledky přesvědčivě dokazují vhodnost této kombinované metody. Bylo ověřeno, že i když lesní porost snižuje výpar a dovede s vodou dobře hospodařit, převládá v podobných lokalitách jeho negativní vliv, zejména zachycování atmosférických srážek korunami stromů a kořenová konkurence. Odstranění porostu se projevilo na průběh půdní vlhkosti příznivě. Velmi zřetelně ovlivnila v kladném směru nepříznivou dynamiku vláhy a vodní režim hluboká orba. Příznivé ovlivnění orbou bylo ještě zesíleno doplňujícími melioračními příměsemi, z nichž se uplatnila zejména kombinace: mletý vápenec + čedičová drť, dále pak rybníční bahno.

K příznivým změnám došlo i v mechanické skladbě jemnozeme a ve fyzikálních vlastnostech, ať už se jedná o maximální kapilární kapacitu, pórovitost nebo vzdušnost. Pórovitost bezprostředně po zásahu stoupla, ale toto zhoršení se později opět vyrovnalo. Trvalé zlepšení bylo zjištěno u půdní acidity. Největší zlepšení se udržuje ve vrstvě 0 až 20 cm na dílci, hnojeném vápencem s čedičem (o 1,9 pH); na ostatních dílcích je v této vrstvě trvalé zlepšení o 0,8 až 1,5 pH.



2. Na zmeliorované ploše kromě borovice roste velmi bujně i dub spolu s ostatními listnatými dřevinami (Hamr 1958)

Ve středních vrstvách je trvalé zlepšení menší, v nejhlubších nedošlo k trvalým změnám.

Dodáním potřebných živin hnojením, celkovou meliorací, tj. hlavně vytvořením nevhodných forem humusu v živnou formu, zpřístupněním živin, vázaných dosud v humusu a využitím zásob iluviálního horizontu, bylo dosaženo též vzestupu minerální výživy. Nejlépe se v tomto směru projevilo pohnojení vápencem s čedičem.

Melioračními zásahy byl lépe stratigraficky rozvrstven obsah celkového uhlíku. Orba podporuje mineralizaci humusových látek a jejich posun do hlubších vrstev. Bylo prokázáno, že orba se neprojevuje nepříznivě na tvorbu a pohyb huminových kyselin, jsou-li vázány dostatečným množstvím bází. Bylo též zjištěno větší nasycení humusu a jeho stálost. Velmi příznivě na sorpční nasycení humusu působilo dodání mletého vápence s čedičem. Totéž platí i o číslu humifikace. Obsah výměnných bází zůstal malý, pouze dodání vápna s čedičem mělo za následek jejich určité zvýšení v povrchové vrstvě.

Hluboká orba s vhodnou doplňující příměsí (rybniční bahno, vápenec s čedičovou drtí) se tedy projevila v příznivých změnách téměř všech půdních vlastností. Hospodářská efektivnost melioračního zákroku je zřejmá z úspěšné obnovy smíšeným porostem s neobvykle velkými přírůsty.

Melioračními zásahy byla tedy ozdravěna půda, ale přesto některé prvky zevního prostředí budou i v budoucnosti ovlivňovat vývoj půdy ve směru její opětovné degradace a zhoršování půdních poměrů. Udržení produktivity půdy je otázkou správných pěstebních zásad a hospodaření. Platnou pomoc mohou poskytnout listnaté dřeviny, které je nutno ve směsi co nejvíce protěžovat a udržet ve směsi co nejdéle.

Výsledky tohoto pokusu jsou natolik přesvědčivé, že v současné době byly již zavedeny na několika místech do praktického provozu a připravuje se velká investice na melioraci všech degradovaných lesních půd u nás, aby bylo splněno vládní usnesení o zvyšování úrodnosti půdy. Je však třeba, aby byl dostatek mechanizačních prostředků, zejména speciálních hloubkových pluhů a pásových traktorů, bez nichž je použití této metody ve velkém měřítku nemožné.

Souhrn

Překážkou úspěšné obnovy nepřirůstavých jehličnatých porostů je často degradovaná půda. V práci jsou popsány některé výsledky a zkušenosti s kombinovaným způsobem meliorace degradované lesní písčité půdy s ortštejnem v severočeské oblasti kvádrových pískovců — na pokusné ploše Hamr na Jezeře.

Základním melioračním opatřením je hluboká orba, která rozruší ortštejnou vrstvu a obohacené vrstvy promísí s ochuzenými. Po tomto základním opatření následují doplňující meliorační opatření (chemické a biologické povahy).

Analýzy půdních vzorků, které byly odebírány po dobu šesti let trvání pokusu, ukázaly, že hluboká orba s doplňujícími melioračními opatřeními působila vesměs příznivě na půdní vlastnosti: mechanické, fyzikální, chemické a fyzikálně-chemické. Zároveň se podařilo zalesnit uvedenou plochu vhodně smíšenou kulturou.

Zavedením této metody do širšího provozu bude jednak usnadněna meliorace podobných půd, jednak tím budou převedeny nevhodné jehličnaté monokultury na porosty smíšené, které jsou jediným trvalým východiskem z dnešní neutěšené situace.

Literatura

1. Heinrich F.: Zur Wirkung intensiver Bodenbearbeitung auf Wasserhaushalt und Bodenzustand forstlich genutzter diluvialer Sandböden Norddeutschlands. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 1942. — 2. Kopp D.: Beurteilung der Meliorationswürdigkeit von Waldstandorten im norddeutschen Diluvialgebiet. Forst u. Jagd, 1957, Sonderheft Waldmelioration II. — 3. Kozel J.: Obnova lesních porostů za současné meliorace onemocnělých písčitých půd v severních Čechách. Sborník ČSAZV-Lesnictví, č. 10, 1957. — 4. Kozel J.: Výzkum intenzity a způsob degradace a meliorace podzolovaných půd se stmelení. Dílčí závěrečná zpráva za pracoviště Hamr na Jezeře a Břehyně u Doks. Rozmnožený rukopis. Uloženo VÚZLM Praha, ČSAZV, 1960. — 5. Krauss H. H.: Die Methodik der Meliorationsmaßnahmen im norddeutschen Diluvialgebiet. Forst u. Jagd, Heft Waldbodenmelioration II, s. 1-10, 1958. — 6. Krauss H., Kopp D.: Richtlinien für die Melioration und Düngung auf Kahlfeldern im norddeutschen Diluvialgebiet. Forst u. Jagd, zvl. příl. s. l. 1-9, 1957. — 7. Lhotský J.: Význam orby pro melioraci onemocnělých písčité lesní půdy. Vědecké práce VÚZLM, 1959. — 8. Lhotský J.: Zpráva o studijní cestě v NDR. Způsoby meliorace degradovaných lesních půd. Rukopis, uloženo na MZLH Praha, 1956. — 9. Mařan B.: Studie o slepencových půdách I. Fyzikální vlastnosti. Sborník výzk. úst. zeměděl., sv. 85, 1932. — 10. Mařan B.: Význam humusu pro melioraci lesních půd. Zemědělství a lesnictví, 1, 1947/III. — 11. Mařan B.: Studie o slepencových půdách II. Vliv dřevin a hnojení při melioraci slepencových půd. Sborník výzk. úst. zeměděl., sv. 121, 1934. — 12. Mařan B.: Biologie lesa I. Pedologie a mikrobiologie les. půd. Melantrich, Praha, 1948. — 13. Němec A.: Degradace lesních půd v podzolové oblasti kvádrových pískovců křídového útvaru v severních a severovýchodních Čechách. Sborník ČAZ, XI, s. 317-330, 1936. — 14. Němec A.: Vliv hnojení a vytrvalé lupiny na vlastnosti degradovaných lesních půd. Sborník ČAZ, XVIII, s. 175-187, 1943. — 15. Němec A.: Meliorace degradovaných lesních půd. Praha 1956. — 16. Němec A.: Použití basických vyvřelin k melioraci degradovaných lesních půd. Ročenka st. výzk. ústavů les., str. 32-73, 1949. — 17. Němec A.: Meliorace krnicích lesních kultur na podzolu se stmelením pokrýváním půdy vřesem a hnojením čedičem. Práce výzk. úst. les., sv. 4, str. 7-34, 1953. — 18. Němec A., Mařan B.: Výsledky předběžného šetření o výskytu druhotných slepenců a onemocnělých lesních půd v ČR. Lesnická práce, XVI, s. 105-112, 1937. — 19. Prokošev V. N.: Povyšování plodородности песчаных и супесчаных почв дерново-подзолистого типа. Москва, 1952. — 20. Raman E.: Der Ortstein und ähnliche Sekundärbildung in den Diluvial- und Alluvialsanden. Jahrb. d. königl. preuss. geol. Landesanstalt 1-57, 1885. — 21. Siebenbaum H.: Vollumbruchverfahren. Forstarchiv, 28, s. 34-41, 1957. —

22. Smolík L.: Studie o půdních koloidech. Sborník ČAZ, 1933. — 23. Smolík L.: Příspěvek k chem. složení organ. látek v les. půdách. Věstník ČSAZV, roč. 9, 1933, č. 5. — 24. Zajcev B. D.: Kalcij i razloženiye organičeskogo vėščestva v profilu lesnyh podzolistyh i zaboločenyh počv. Moskva, 1949. — 25. Zimmermann K. von: Ortstein im Gebiete des nordböhmisches Quadersandsteines, Lipsko 1904.

Комбинированный способ мелиорации деградированных песчаных лесных почв с оршфейном

Препятствием возобновления неприрастающих хвойных лесонасаждений часто является болотная почва. В приведенной работе обобщены некоторые результаты и опыт с комбинированным способом мелиорации деградированных песчаных лесных почв с оршфейном в северочешской области песчаников.

Основным мелиоративным мероприятием является глубокая пахота, которая разрушает оршфейновый слой и перемешивает бедные слои с богатыми. Основные мелиоративные мероприятия — пахота — дополняются мелиоративными мероприятиями химического и биологического характера (известкование, удобрение щелочными мучицами, внесение прудового ила или торфа, посев вспомогательных культур). Одновременно с посадкой главных древесных пород высаживаются также и мелиоративные древесные породы.

Анализ почвенных образцов показали, что глубокая пахота с дополнительными мероприятиями, как правило, оказывала благоприятные влияния на свойства почвы: физические, механические, химические и физико-химические.

Таким путем оздоровленную почву удалось облесить смешанными культурами, которые отличаются весьма бурным ростом.

В течение 6-летних опытов была проверена правильность глубокой пахоты при мелиорации деградированных песчаных почв с оршфейном. Введение этого метода в работу облегчит мелиорацию этих почв с одновременным переводом хвойных монокультур на соответствующие смешанные лесонасаждения.

Kombinierte Meliorationsmethode degradierter Waldsandböden mit Ortstein

Der erkrankte Boden stellt oft ein Hindernis für die Erneuerung von unwüchsigen Nadelbeständen dar. Die Arbeit faßt bestimmte Ergebnisse und Erfahrungen mit der kombinierten Meliorationsmethode degradierter Waldsandböden mit Ortstein im nordböhmisches Quadersandsteingebiet zusammen.

Die grundlegende Meliorationsmaßnahme bildet die Tiefackering, die die Ortsteinschicht zerstört und verarmte Schichten mit den angereicherten durchmischt. Die Ackerung als grundlegende Meliorationsmaßnahme wird durch Meliorations-eingriffe chemischer und biologischer Natur (Kalkung, Düngung mit basischen Mehlen und Teichschlamm oder Torf, Aussaat von Hilfsfeldfrüchten) ergänzt. Zugleich werden außer den Hauptholzarten auch Meliorationsholzarten ausgepflanzt.

Analysen von Bodenproben haben gezeigt, daß die Tiefackering samt Ergänzungsmaßnahmen die physikalischen, mechanischen, chemischen und physikalisch-chemischen Bodeneigenschaften durchwegs günstig beeinflussen.

Es gelang, den derart sanierten Boden mit einem gemischten Bestand aufzuforsten, der sich durch ein sehr üppiges Wachstum auszeichnet.

Im Verlaufe von 6 Jahren wurde die Richtigkeit der Tiefackering bei der Melioration degradierter Sandböden mit Ortstein überprüft. Die Einführung dieser Methode in die Praxis wird die Melioration solcher Böden unter gleichzeitigem Umbau der Nadelmonokulturen zu entsprechend gemischten Beständen erleichtern.

Příspěvek k poznání chemických vlastností zemin na některých výsypkách v oblasti SHD

III. sdělení

**К вопросу определения химических свойств почв на некоторых терриконах
в области Северочешского бурогоугольного бассейна**

**Beitrag zur Erkenntnis von chemischen Bodeneigenschaften einiger Kippen
im Nordböhmischem Braunkohlenrevier**

František JONÁŠ

Výzkumný ústav zemědělsko-lesnických meliorací ČSAZV, Praha

Došlo dne 30. III. 1960

Úvod

Cílem tohoto příspěvku je charakterizovat chemické vlastnosti zemin navrstvených na povrchu některých výsypků v oblasti SHD. Je zde pojednáno o zemínách, jejichž fyzikální vlastnosti, disperzní skladba a vodní režim byly popsány ve Sborníku Lesnictví (5, 7) a v časopise Za socialistické zemědělství (6).

Úvodem je třeba poukázat na to, že výsypkové zeminy se vyznačují nejen odlišnými fyzikálními vlastnostmi, disperzní skladbou, ale i odlišným chemismem. Jsou různého geologického původu a pocházejí většinou z větších hloubek od povrchu terénu. Z těchto důvodů také vykazují odlišnou zásobu základních živin uvolnitelných v menší nebo větší míře pro potřeby vegetace. Geologický původ a příměs uhelnatých látek může ovlivnit jejich základní chemismus. Pro půdotvorné procesy (zejména jejich urychlený průběh) jsou nejvhodnější zeminy kvartérního geologického původu, a to spraše a sprašové hlíny. Z těchto důvodů jim při vrstvení zemin na povrch výsypků dáváme přednost před ostatními, zejména původu třetihorního (miocén). Je třeba si uvědomit, že zeminy vrstvené na povrch výsypků nemají charakter půdy v genetickém smyslu. Z těchto důvodů je posuzujeme jako výchozí půdotvorný materiál. Jedině dokonalá znalost půdotvorného materiálu nám umožní správné závěry při volbě způsobů rekultivace těžbou devastovaných pozemků. Při hodnocení a aplikaci dosažených výsledků musíme brát v úvahu, že v procesu skrávky a vrstvení zemin dojde k jejich značnému promíšení v různém poměru. To má za následek, že každá vrstva v profilu výsypky může vykazovat čistě individuální vlastnosti odlišně působící na půdotvorné pochody. Půdotvorné procesy jsou výslednicí vzájemně působících faktorů, z nichž chemické vlastnosti zemin, činnost člověka a klimatické činitele lze pokládat za rozhodující pro vývoj nové půdy v genetickém pojetí. To znamená, že naše snahy budou zaměřeny k tomu, aby tyto zeminy co nejrychleji získaly vlast-

nosti půd vzniklých během historického procesu. Při studiu těchto půdotvorných procesů mohou být objasněny i některé otázky související se vznikem půdních typů.

Chemismus těchto výchozích zemin bude jistě rozhodovat i o primárním chemismu nově vznikající půdy a může se pozměňovat půdotvornými procesy, hnojením a kultivací. Hlavním nedostatkem těchto zemin je, že jsou biologicky neaktivní a patrně bez obsahu organických látek umožňujících mikrobiologické pochody ve vznikající půdě.

Aby byl v budoucnu ovlivněn postup skrývky nadloží a vrstvení zemin na povrch zemin, byla pro oblast SHD vypracována geopedologická studie (8). V této studii jsou ohodnoceny nadložní zeminy z hlediska jejich kvality a využití pro účely rekultivace s příslušnými závěry pro technologii skrývky a vrstvení zemin na výsyčky.

Údaje o chemických vlastnostech a obsahu živin ve výsypkových zeminách nebyly zatím u nás publikovány. V cizině však již existuje celá řada publikací, zabývajících se chemismem výsypkových zemin. V Německu této otázce věnoval pozornost K n a b e (9), H e i d e (4), B u c h M. W. a H a a r d t M (1) aj. V současné době je těmto otázkám věnována mimořádná pozornost v Polsku, kde na této problematice pracuje kolektiv pod vedením doc. dr. S k a w i n y (14, 15, 16). Skawinův kolektiv dosahuje pozoruhodných výsledků zejména proto, že otázka je chápána v komplexní souvislosti. V USA L i m s t r o m - D e i t s c h m a n (10) aj.

Z literárního přehledu vyplývá, že při prvotních stadiích rostlinné sukcese na výsypkách a haldách nelze ještě uvažovat o vlivu jednotlivých rostlin na vytváření chemických vlastností. Rostliny v této fázi zde působí pouze kvantitativně, zatímco kvalitativní rozdíl jednotlivých druhových skupin je zatím nepatrný (14). Teprve postupem doby při jednotlivých stadiích půdotvorného procesu ztrácejí tyto výchozí zeminy svůj prvotní vliv na fyzikálně-chemické pochody v půdě. Tento pochod prodělaly dnes známé půdní typy. Výjimku zde budou tvořit pouze horniny a zeminy, které ani v průběhu celého půdotvorného procesu neztrácejí některé ze svých původních vlastností (zeminy bázecké nebo kyselé). Podle názorů S k a w i n y (15) je zatím velmi těžké předvídat, jak se budou utvářet půdotvorné procesy na výsypkách a haldách. Proto je nutné, aby se tyto otázky staly předmětem výzkumu a byl tak rozšířen dosud skromný materiál ke studiu složitých otázek, týkajících se vývoje nového půdního typu na výsypkách.

Metodika

Vzorky zemin k chemickým analýzám byly odebrány profilově a připraveny k rozborům podle předpisů uvedených v Praktiku fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství (13). Byla provedena tato stanovení:

1. Reakce:

Bylo stanoveno pH aktivní a výměnné v n KCl. Obě tyto hodnoty byly měřeny potenciometricky chinhydronovou elektrodou. Při hodnocení dosažených výsledků je použita klasifikace aktivní kyselosti podle P e l í š k a (12):

pH větší než 8	—	půdy alkalické,
pH 7,2—8	—	půdy slabě alkalické,
pH 7,2—6,5	—	půdy neutrální,
pH 6,5—5,5	—	půdy mírně kyselé,
pH 5,5—4,5	—	půdy kyselé,
pH 4,5—3,5	—	půdy silně kyselé,
pH menší než 3,5	—	půdy velmi silně kyselé.

2. Hydrolytická acidita

byla stanovena podle Kappena (13). Její význam spočívá v tom, že z jejích hodnot lze vypočíst množství vápna potřebného k přibližné neutralizaci půdy.

3. Stanovení okamžitého obsahu výměnných bází (S):

Hodnota S byla jako celek stanovena extrakcí 0,1 n HCl metodou Kappenovou-Gilkovičovou (13). Výsledky jsou uvedeny v miliekvivalentech na 100 g na vzduchu vyschlé zeminy.

4. Stanovení maximální sorpční kapacity (T):

Bylo provedeno ze vzorce $T = (T-S) + S$, přičemž hodnota $(T-S)$ byla určena Kappenovou metodou hydrolytické acidity (13). $(T-S) = y \times 6,5$, tj. prakticky hodnota, které je zapotřebí, aby reakce při neutralizaci dosáhla 8,5 pH (maximální nasycení dosažitelné působením vápna). Výsledky jsou uvedeny v miliekvivalentech na 100 g na vzduchu vyschlé zeminy.

5. Stupeň sorpčního nasycení (V %):

byl vypočten ze vzorce $V = \frac{S}{T} \times 100 \%$.

Pro zhodnocení sorpčních vlastností zemín je užito tohoto srovnání:

Zhodnocení sorpčních vlastností zemín

S meq/100 g	T meq/100 g	V %	Zhodnocení
25	40	80–100	velmi vysoký
15–25	25–40	60– 80	vysoký
7–15	12–25	40– 60	střední
3– 7	6–12	20– 40	nízký
3	6	0– 20	velmi nízký

6. Výluh v 20 % HCl

byl proveden podle běžné metodiky předepsané pro hodnocení půdního profilu, ve kterém posuzujeme migraci chemických prvků a z ní usuzujeme na dynamiku půdního profilu, porovnáváme chemismus genetických půdních typů a jejich minerální sílu. V našem případě při hodnocení minerálních zemín navrstvených na povrchu výsypek, které se mají stát výchozím materiálem pro vznik půdy, můžeme výsledků analýz použít k poznání zvětrávacího procesu a k posouzení zásoby živin, které mohou být zvětrávacím procesem uvolněny.

Kyselina křemičitá: Pro půdní dynamiku je důležitá zejména její koloidní forma, stanovená ve výluhu KOH. Její pohyblivost bude záviset na nasycení sorpčního komplexu a reakci.

Hliník (Al_2O_3) je jedním z nejdůležitějších stavebních prvků zemín. Výluhem v horké 20 % HCl určujeme hlavně jeho koloidní formy, o jejichž pohyblivosti platí totéž, co o koloidní kyselině křemičité. Při vyšší koncentraci a vlivem zvýšené kyselosti a sorpčního nedosycení mohou sloučeniny Al přejít do disociovaného stavu a působit na rostlinstvo toxicky.

Železo (Fe_2O_3) je ve výsypkových zemínách obsaženo ve formě silikátů (i koloidních), kyslíčků nebo hydrátů (limonit, goethit, hematit), uhličitánů nebo sirníků (pyrit). Rozhodující pro půdní dynamiku jsou zejména koloidní formy trojmocného železa. Zamokřením (převážně u těžkých jíílů) může dojít k redukčním pochodům, tj. k přeměně trojmocného železa na dvojmocné, které potom působí na rostlinstvo toxicky.

Vápník a hořčík (CaO a MgO) mají ve výsypkových zemínách dvě funkce: za prvé činí zeminy sorpčně nasycenými a způsobují koagulaci půdních koloidů a

tím i vznik příznivé půdní reakce a struktury, a za druhé jsou důležitými živinami pro vegetaci na výsypkách. Obsah CaO ve výluhu 20 % HCl hodnotí autoři takto: Pelíšek (12) udává množství 0,5 % za dostatečné, Bieler (3) hodnotí obsah CaO ve výluhu 20 % HCl takto:

V jílových půdách v %	V písčitých půdách v %	Označení obsahu
0,1	0,05	chudý
0,1 – 0,25	0,05 – 0,10	malý
0,25 – 0,50	0,10 – 0,20	normální
0,50 – 1,00	0,20	dobry
1,00	více	bohatý

Heinrich (3) udává jako dobrý obsah 0,25–0,50 % CaO .

Draslík (K_2O) je důležitou živinou. Ve výsypkových zeminách se vyskytuje ve formě křemičitanů, síranů a uhličitanů a dále je poután v sorpčním komplexu. Obsah K_2O rozpustného v 20 % HCl je hodnocen podle Pelíška (12) takto:

Obsah K_2O v %	Označení zásoby
0,25	půdy s nedostatkem draslíku
0,25 – 0,50	půdy draslíkem dobře zásobené
0,50	půdy draslíkem bohaté

Weitbull (3) udává tyto dostatečné zásoby draslíku:

u jílových půd	0,25 %
u středně těžkých půd	0,20 %
u lehkých až písčitých půd	0,12 %

Kyselina fosforečná (P_2O_5) je velmi důležitým prvkem pro potřebu rostlin. Ve výsypkových zeminách, které jsou sterilní a biologicky mrtvé, je jí ve směsi nedostatek. Výjimku tvoří pouze některé zeminy s vyšším obsahem organických látek. Pelíšek udává za dostatečnou zásobu obsah 0,1 % P_2O_5 rozpustné v 20 % HCl (12).

7. Výluh v 1 % kyselině citrónové:

Byl proveden podle běžné metodiky předepsané pro analýzy půd (13). Ve výluhu byl stanoven obsah K_2O , CaO , MgO , P_2O_5 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 a SO_4 .

Zhodnocení výsledků analýz ve výluhu 1 % kyselinou citrónovou:

Tato metoda stanovení obsahu základních živin přístupných pro potřebu rostlin je pro posouzení stupně zvětrávacího procesu ve výsypkových lokalitách velmi důležitá, protože nás informuje o rozpustnosti a přístupnosti živin pro potřeby vegetace. Údaje o optimálním obsahu jednotlivých prvků v tomto výluhu v literatuře chybí. Duchon (2) udává pro obsah P_2O_5 a K_2O toto kritérium:

Údaje v mg/kg zeminy						
půdy těžší	P_2O_5 K_2O	nad 350 nad 250	250–300 200–250	200–250 160–180	150–180 100–140	pod 130 pod 100
půdy lehčí	P_2O_5 K_2O	nad 300 nad 230	230–300 200–230	180–200 140–160	130–150 80–100	pod 130 pod 80
označení obsahu		velmi dobrý	dobry	střední	nizký	velmi nizký

Při hodnocení je zejména důležitý obsah síranů (SO_4), které při větších koncentracích a nedostatku alkalií působí toxicky.

8. Stanovení dusíku:

Dusík byl stanoven modifikací metody Kjeldahlovy (13). Stanovení dusíku ve výsypkových zeminách je důležité, jelikož se však jedná většinou o dusík uhelné substance, nelze z jeho výše odvozovat závěry o zásobě tohoto prvku, když dosud nevíme, do jaké míry mohou být tyto formy dusíku mineralizovány, tj. uvolněny až na nitrátovou formu N .

9. Stanovení celkového obsahu uhlíku (C):

Obsah uhlíku byl stanoven oxydimetricky — odměrně metodou Alten-Wandrowski-Knipenbergovou (13). Z obsahu uhlíku nemůžeme (stejně jako u obsahu dusíku) odvozovat předčasné uzávěry, protože nevíme, do jaké míry je uhlík uhelné substance uvolnitelný jako energetický materiál pro mikroorganismy. Z těchto důvodů musí být dále stanoveny huminové kyseliny, abychom se přesvědčili o tom, v jaké formě se v zeminách obsažený uhlík nalézá, a to zejména v šedých jílech, které obsahují uhlíku někdy i značné množství. Tyto údaje budou zhodnoceny u jednotlivých výsypkových lokalit.

Část experimentální

V části metodické jsou uvedena kritéria potřebná pro zhodnocení výsledků chemických analýz platných pro normální půdy. V této kapitole je uvedeno zhodnocení zemin navrstvených na různých výsypkách.

Rekultivovaná vnitřní výsypka v Ervěnicích

Výsledky chemických a fyzikálně-chemických analýz jsou uvedeny v tabulce I a II. Z tabulky II vyplývá, že v profilu I. až III. je reakce mírně kyselá, v profilu II. neutrální a v profilu IV. slabě alkalická. Hodnocením výměnné reakce v n KCl zjistíme, že v profilu I. až III. jde o zeminy náchylné k dalšímu zvyšování acidity. Profil IV. se zeminou jílovitě texturální charakteristiky bude vůči změnám reakce odolnější. Se zvyšující se aciditou, zvyšuje se i titrační spotřeba $0,1$ n $NaOH$, tj. hydrolytická acidita, jejíž hodnoty jsou vždy nejvyšší v povrchové vrstvě. To by se dalo částečně vysvětlit působením zplodin ervěnické elektrárny a dále i intenzivními zvětrávacími a humifikačními procesy v této vrstvě. Okamžitý obsah výměnných bází (S meq) hodnotíme v profilu I. až III. jako střední, v profilu IV. jako vysoký. Maximální sorpční kapacita je ve všech případech hodnocena jako střední. Stupeň sorpčního nasycení je v profilu III. střední, v profilu I. až II. vysoký a v profilu IV. velmi vysoký.

Zhodnotíme-li údaje o sorpčních vlastnostech zemin v jednotlivých profilech, dojdeme k závěru, že sorpční vlastnosti jsou ovlivněny elektrárenským popílkem, který má za následek podstatné zvýšení obsahu uhlíku. Ve vertikálním sledu sorpčních vlastností pozorujeme také pravidelnou závislost maximální sorpční kapacity na obsahu uhlikatých látek a částic I. kategorie pod $0,01$ mm v jednotlivých vrstvách profilu (5).

Hodnotíme-li obsah uhlíku a dusíku, zjistíme, že na obsah těchto prvků má vliv soustavné ukládání popílků, vedle uhlikatých látek vznikajících při humifikačních procesech hrabanky a jiného odpadového materiálu rostlinného původu. Můžeme pozorovat, že směrem do hloubky obou prvků ubývá. Nejpriznivější poměr $C : N$ je v profilu IV. v důsledku již primárně větší organické příměsi, která je nedílnou součástí tohoto jílu (již z období jeho sedimentace).

I. Obsah živin ve výluhu 20% HCl a 1% kyselině citrónové — Ervěnice

Vrstva v cm	Výluh v 20% HCl — údaje v %								
	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	SiO ₂	SiO ₂ zeol.
Profil I									
0–8	0,54	1,12	0,32	0,15	4,80	8,42	13,37	5,71	5,51
8–20	0,56	0,31	0,31	0,12	5,50	5,08	10,70	8,46	8,20
20–50	0,36	0,48	0,43	0,14	3,50	1,30	4,90	3,26	3,09
Ø 0–50	0,44	0,54	0,38	0,14	4,19	3,35	7,68	5,71	5,51
Profil II									
0–5	0,56	1,50	0,37	0,20	4,90	5,73	10,83	9,32	9,09
5–20	0,50	1,87	0,41	0,16	4,30	3,51	7,97	9,13	9,00
20–50	0,44	0,75	0,65	0,22	5,50	3,35	9,07	12,64	12,43
50–80	0,39	0,63	0,78	0,20	5,70	13,36	19,26	7,61	7,34
Ø 0–80	0,44	0,96	0,64	0,20	5,31	7,28	12,79	9,88	9,75
Profil III									
0–5	0,32	0,97	0,47	0,09	5,05	4,18	9,32	9,96	9,64
5–20	0,64	0,29	0,59	0,08	4,80	12,05	16,93	8,41	8,21
20–50	0,57	0,47	0,34	0,06	7,25	3,43	10,74	7,42	7,00
Ø 0–50	0,57	0,47	0,43	0,07	6,29	6,09	12,45	7,97	7,63
Profil IV									
0–5	0,57	0,80	0,38	0,20	4,30	5,52	10,02	10,06	9,82
5–80	0,34	0,56	0,87	0,20	8,50	2,11	10,81	7,35	7,09
Ø 0–80	0,35	0,57	0,84	0,20	8,24	2,32	10,76	7,52	7,26
Výluh v 1% kys. citrónové — údaje v mg/kg zeminy									
	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₄	
Profil I									
0–8	817	3.968	339	564	2.137	7.516	3.876	460	
8–20	220	1.831	603	316	1.550	759	815	263	
20–50	120	743	268	106	390	334	226	68	
Ø 0–50	255	1.520	215	229	948	1.585	951	177	
Profil II									
0–5	695	2.668	318	468	1.600	5.200	2.650	201	
5–20	260	1.700	402	109	1.703	812	660	100	
20–50	212	2.100	544	201	1.625	967	781	160	
50–80	127	2.362	754	60	1.875	639	656	156	
Ø 0–80	219	2.159	582	147	1.732	1.079	828	150	
Profil III									
0–5	585	2.425	189	390	1.406	5.146	4.491	267	
5–20	290	1.675	422	139	2.515	1.314	1.051	124	
20–50	192	1.487	560	53	1.600	974	940	432	
Ø 0–50	261	1.637	481	112	1.855	1.491	1.328	323	
Profil IV									
0–5	1.250	4.993	1.360	301	2.218	6.773	3.025	336	
5–80	305	2.656	2.339	31	8.225	1.550	661	214	
Ø 0–80	364	2.802	2.278	48	7.849	1.876	809	222	

II. Chemické vlastnosti zemin rekultivované vnitřní výsypky v Ervěnicích

Vrstva profilu	pH		Hydrolyt. acid.	Sorpce meq/100g		V %	C %	N %	C : N
	v H_2O	n KCl		S	T				
Profil I									
0—8	6,25	5,35	23,60	16,11	31,45	51,22	9,16	0,416	22,01
8—20	6,35	5,85	8,58	14,35	19,92	72,03	1,48	0,059	25,—
20—50	6,35	5,70	5,06	5,96	9,24	64,50	0,18	0,007	25,70
Ø 0—50	6,33	5,68	8,87	9,59	15,35	64,18	1,83	0,085	24,94
Profil II									
0—5	6,10	5,25	22,64	16,30	31,01	52,56	4,64	0,258	17,98
5—20	6,40	5,40	13,26	14,06	22,67	62,02	1,40	0,063	22,20
20—50	6,75	5,65	12,68	15,03	23,27	64,58	0,60	0,024	29,10
50—80	7,05	6,45	5,46	12,40	15,94	77,79	0,64	stopy	Ø
Ø 0—80	6,75	5,87	10,70	13,94	20,87	68,30	1,02	0,037	—
Profil III									
0—5	5,75	4,75	40,98	13,67	40,30	33,92	7,20	0,347	20,74
5—20	5,90	5,10	26,98	13,08	30,56	42,90	1,00	0,027	37,00
20—50	6,05	5,35	10,92	12,89	19,98	64,61	0	0	—
Ø 0—50	5,97	5,21	18,74	13,02	25,18	54,96	1,02	0,043	—
Profil IV									
0—5	6,80	6,25	9,36	19,23	25,31	75,97	6,56	0,444	14,77
5—80	7,75	6,95	1,95	23,53	24,79	94,91	1,20	0,073	16,40
Ø 0—80	7,69	6,90	2,41	23,26	24,82	93,71	1,53	0,096	16,29

Z údajů o obsahu živin ve výluhu 20 % HCl a 1 % kyselinou citrónovou vyplývá (viz tabulku I), že obsah K_2O ve všech případech lze pokládat za dobrou zásobu, která je do určité míry ovlivněna popílkem. Stejně hodnotíme i obsah CaO a MgO . Obsah P_2O_5 je dobrý v profilech I., II. a IV. a nedostatečná zásoba v profilu III. V celkovém obsahu seskvioxydů pouze v profilu II. převládá Al_2O_3 nad Fe_2O_3 . Toxicky může železo působit v profilu IV., kde vlivem soustavného zamokření může dojít až k redukčním pochodům, kdy se mění trojmocná forma železa na dvojmocnou, která působí na rostlinstvo toxicky. To může také vedle nepříznivých fyzikálních vlastností a vodního režimu spolupůsobit na neúspěchu při zalesnění podobných ploch. Obsah koloidní formy kyseliny křemičité je nejvyšší v profilu II., III. a IV. a nejnižší v profilu I. K vertikálnímu pohybu koloidní kyseliny křemičité by mohlo dojít tehdy, kdyby se i nadále zvyšovala acidita a sorpční nedosycenost. Lesní porost však vykazuje velmi dobrý vzrůst, z čehož lze snadno odvodit, že zde nedochází k toxickému působení. Pokud se týká zásoby přístupných živin ve výluhu 1 % kyselinou citrónovou, hodnotíme zásobu u K_2O jako dobrou až velmi dobrou. U P_2O_5 se pohybuje obsah kolem hodnot pokládaných u polních půd za nízké, střední až velmi dobré zásoby. Z profilového rozdělení obsahu K_2O a P_2O_5 v přístupné formě vidíme výrazné ovlivnění působením elektrárenského popílku, který působí na jejich obsah velmi příznivě. Z tabulky I také vidíme, že k největší koncentraci K_2O v povrchové vrstvě dochází v profilu IV. (jíl), což je způsobeno zejména nepropustností, která zamezuje vyplavování draslíku do spodnějších vrstev. Tyto dobré zásoby přístupnějších živin mají také vliv na velmi dobrý vzrůst porostu, který byl založen na sterilních výsypkových zeminách. Obsah síranů je na bez-

prostřední blízkost tepelné elektrárny překvapivě nízký, což vede nezbytně k závěru, že škodlivé zplodiny spalování uhlí (SO_2) jsou odnášeny vzdušnými proudy.

Celkové zhodnocení rekultivované vnitřní výsypky v Ervěnicích

Chemické analýzy dokázaly, že zeminy navrstvené v povrchové vrstvě výsypky vykazují v podstatě příznivé fyzikálně-chemické vlastnosti a obsah živin, které mají (vedle příznivých fyzikálních vlastností a vodního režimu) za následek dobrý vzrůst lesnických výsadeb. Pozoruhodný je nízký obsah síranů, ačkoliv se plocha nachází v těsné blízkosti tepelné elektrárny. Popílek ovlivňuje profilový chemismus, zejména obsah C , P_2O_5 a K_2O v přístupné formě. Z příkladu profilu IV. vidíme, že přes celkem normální chemické vlastnosti zde o výsledku rekultivace rozhodly fyzikální vlastnosti a vodní režim, takže provedené výsadby na zemině zmíněných vlastností postupem doby odumřely. Je přirozené, že profilový chemismus bude již ovlivněn lesními výsadbami, tedy cestou biologic-kou (zeminy v profilech I. až III.).

Závěrem je nutno konstatovat, že podle zjištěných fyzikálních vlastností a vodního režimu (5, 7) jakož i celkového chemismu vytváří se na zeminách popsaných v profilu I. až III. příznivé půdotvorné pochody, což plně dosvědčuje vzrůst a zdar vysázeného porostu.

Výsypka dolu Vrbenský v Souši u Mostu

Vzorky k chemickým analýzám byly odebrány celkem ze čtyř profilů, charakterizujících chemické vlastnosti a zásoby živin v zeminách navrstvených na povrchu této výsypky. Profilový chemismus je velmi výrazně ovlivněn příměsí organogenních látek uhelné substance (moury a oxyhumolity). Přítomnost těchto látek se projevuje zejména na zvýšené aciditě a sorpčních vlastnostech tam, kde

III. Chemické vlastnosti zemín výsypky dolu Vrbenský v Souši u Mostu

Vrstva profilu	pH		Hydroli- tická acidita	Sorpce meq/100 g		V %	C %	N %	C : N
	v H_2O	n KCl		S	T				
Profil I									
0—20	4,55	4,20	140,54	12,79	104,14	12,28	8,56	0,360	23,77
20—40	6,85	6,40	5,84	12,59	16,38	76,86	0,42	0,016	26,20
Ø 0—40	5,70	5,30	73,19	12,69	60,26	44,57	4,49	0,188	24,98
Profil II									
0—20	5,00	4,45	113,60	21,18	95,02	22,29	10,04	0,334	30,00
20—50	5,30	4,90	89,00	26,75	84,53	31,64	8,58	0,280	30,64
50—100	6,35	5,70	7,40	10,45	15,26	68,47	0,08	0	0
Ø 0—100	5,76	5,21	53,12	17,49	43,54	40,14	4,62	0,151	—
Profil III									
0—50	5,10	4,55	56,02	18,55	54,96	33,75	3,24	0,083	39,00
Profil IV									
0—40	5,45	4,90	108,32	45,10	115,49	39,05	17,44	0,490	35,50
40—50	7,35	6,65	6,44	13,77	17,97	76,62	1,26	0,027	46,60
Ø 0—50	5,83	5,25	87,94	39,67	95,98	41,30	14,20	0,397	37,72

IV. Obsah živin ve výluhu 20% HCl a 1% kyseliny citrónové, výsypka dolu Vrbenský v Souši u Mostu

Vrstva v cm	Výluh v horké 20% HCl – údaje v %							SiO_2	zeol. SiO_2
	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3	Al_2O_3	R_2O_3		
Profil I									
0 – 20	0,36	0,60	0,44	0,12	2,30	4,26	6,68	3,29	3,09
20 – 40	0,48	0,64	0,47	0,06	3,60	3,68	7,34	7,42	7,11
∅ 0 – 40	0,42	0,62	0,45	0,09	2,95	3,97	7,01	5,35	5,10
Profil II									
0 – 20	0,30	0,85	0,36	0,09	2,75	3,00	5,84	3,82	3,59
20 – 50	0,41	1,28	0,52	0,08	3,45	3,34	6,87	5,01	4,70
50 – 100	0,40	0,10	0,40	0,06	4,10	2,44	6,60	6,08	5,97
∅ 0 – 100	0,38	0,60	0,43	0,07	3,63	2,82	6,52	5,31	5,11
Profil III									
0 – 50	0,66	0,75	0,76	0,07	6,90	9,85	16,82	8,69	8,43
Profil IV									
0 – 40	0,21	1,04	0,40	0,04	3,05	3,75	6,84	4,17	3,94
40 – 50	0,47	0,24	0,35	0,11	7,25	2,67	10,03	7,35	7,21
∅ 0 – 50	0,26	0,88	0,39	0,05	3,89	3,53	7,47	4,81	4,59
Výluh v 1% kyselině citrónové v mg/kg zeminy									
	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	SO_4	
Profil I									
0 – 20	102	2.818	454	32	1.805	2.593	371	1.963	
20 – 40	272	2.143	320	14	281	879	550	947	
∅ 0 – 40	196	2.480	387	23	1.043	1.736	460	1.455	
Profil II									
0 – 20	160	3.662	440	45	2.750	4.292	856	1.313	
20 – 50	367	5.468	366	78	2.750	6.221	922	1.603	
50 – 100	112	1.337	300	60	603	879	778	107	
∅ 0 – 100	198	3.041	348	62	2.501	3.164	837	797	
Profil III									
0 – 50	122	2.531	431	29	843	1.476	683	724	
Profil IV									
0 – 40	85	7.968	852	19	4.437	3.642	276	398	
40 – 50	102	1.737	350	57	734	676	918	306	
∅ 0 – 50	88	6.722	752	27	3.696	3.049	404	380	

jsou obsaženy ve větším množství. Aktivní pH v profilu I., II. a IV. hodnotíme jako reakci mírně kyselou a v profilu III. jako kyselou. Z tabulky III dále vidíme, že zemina, jejíž chemismus není ovlivněn příměsí organogenních látek, vykazuje reakci neutrální, slabě alkalickou a pouze v jednom případě slabě kyselou. Obsah uhelnatých látek se ve zvýšené míře projevuje na hydrolitickou aciditu, která se podstatně zvyšuje. To se přirozeně projevuje i na okamžitý obsah výměnnýchází (S), který lze hodnotit v profilu I. jako střední, v profilu

II. a III. jako vysoký a v profilu IV. jako velmi vysoký. Maximální sorpční kapacitu lze ve všech případech hodnotit jako velmi vysokou, způsobenou příměsí mouru a kapucínu. Poněkud jinak je tomu však u stupně nasycení ($V\%$), který lze hodnotit jako nízký až střední v důsledku značné sorpční nedosycenosti látek uhelné substance (mouru a kapucínu).

Obsah uhlíku v povrchových vrstvách je z uvedených důvodů značný. Nižší je obsah dusíku. Poměr $C:N$ se pohybuje kolem 30. Do jaké míry jsou tyto uhlíkaté látky vedle ovlivnění vlastností fyzikálních a vodního režimu a fyzikálně-chemických vlastností vhodné a využitelné pro půdní dynamiku (zejména mikroorganismy) musí být předmětem výzkumu. Jejich nesporný účinek je však patrný na fyzikálních vlastnostech zemin, jsou-li k nim přimíšeny ve vhodném poměru.

Obsah CaO , MgO a K_2O lze ve všech případech považovat za dobrý a P_2O_5 za nedostatečný (pod $0,1\%$). Nejvyšší obsah Fe_2O_3 a Al_2O_3 vykazuje profil III., který se také vyznačuje kyselou reakcí a nejvyšším obsahem koloidní kyseliny křemičité a nízkým stupněm sorpčního nasycení. To vše nasvědčuje tomu, že může dojít k přechodu Al do disociovaného stavu a k vertikálnímu pohybu koloidní kyseliny křemičité, což se může na vegetaci projevit toxicky.

Z obsahu živin ve výluhu $20\% HCl$ a ostatních chemických vlastností můžeme odvodit, že v profilech jsou vytvořeny předpoklady pro zvyšující se aciditu, proto by se jevilo jako účelné hnojit vápnem. Přístupné živiny ve výluhu 1% kyselinou citrónovou lze hodnotit u K_2O jako nízké až dobré zásoby normálních půd. Zásobu přístupného CaO bylo by možné považovat za dostatečnou, ale slabě kyselá až kyselá reakce nás poučuje o tom, že obsah vápna nestačí k neutralizaci kyselých působících látek. V profilech I. až III. pozorujeme zvýšený obsah rozpustných síranů, které ovlivňují půdní reakci. Tyto toxické přímíšeniny jsou obsaženy v mouru a oxyhumolitech, protože v čisté minerální zemině jsou sírany obsaženy v minimu. Zemina ve všech profilech vykazuje nedostatek přístupné kyseliny fosforečné.

Celkové zhodnocení výsypky dolu Vrbenský v Souši u Mostu

Zeminy navrstvené na povrchu této výsypky obsahují v některých vrstvách i značné množství uhlíkatých látek (mour, oxyhumolit). Tyto látky také ovlivňují profilový chemismus zejména tím, že zvyšují aciditu a způsobují značnou sorpční nedosycenost. Zeminy jsou poměrně dobře zásobeny draslem a vápníkem a vykazují nedostatek kyseliny fosforečné. Zvýšený obsah uhelnatých látek způsobil i zvýšený obsah síranů.

Z popsanych chemických vlastností a již dříve publikovaných vlastností fyzikálních a vodního režimu (5, 7) vyplývá, že tato lokalita může položit nejvýše základy k lesnickému způsobu rekultivace, což bylo také skutečně provedeno při použití ornice jako melioračního materiálu do předem připravených jamek, do nichž byly vysázeny okrasné dřeviny a keře budoucího lesního parku.

Výsypka dolu Jan Šverma, Hořany

Celkem jsou hodnoceny vzorky zemin odebraných ze dvou profilů umístěných v blízkosti komořanské elektrárny. Vrstvení zemin na povrch výsypek bylo skončeno v roce 1952, takže elektrárenský popílek mohl ovlivnit jen chemismus povrchové vrstvičky vegetačního profilu. Z tabulky V vidíme, že zeminy v obou profilech vykazují neutrální reakci. Okamžitý obsah výměnných bází (S) lze

V. Chemické vlastnosti zemin výsypky dolu Jan Šverma, Hořany

Vrstva profilu	pH		Hydroly- tická acidita	Sorpce meq/100 g		V %	C %	N %	C : N
	v H_2O	n KCl		S	T				
Profil I									
0— 4	5,90	5,05	23,60	13,38	28,72	46,58	6,06	0,268	22,61
4— 30	7,00	6,30	5,66	17,96	21,63	83,03	1,46	0,101	14,45
30— 40	7,40	6,70	4,48	19,24	22,15	86,86	1,96	0,123	15,93
40—100	7,50	6,65	4,68	20,79	23,83	87,24	1,28	0,123	10,40
∅ 0—100	7,15	6,37	5,55	19,24	22,85	84,24	1,59	0,123	12,49
Profil II									
0— 5	6,30	5,20	19,52	15,03	27,71	54,24	2,48	0,120	20,60
5— 20	6,60	6,25	6,82	19,62	24,05	81,58	1,62	0,106	15,28
20— 50	6,85	6,45	4,48	8,69	11,60	74,31	1,54	0,120	12,83
∅ 0— 50	6,72	6,22	6,68	12,20	16,94	74,84	1,66	0,116	14,34

VI. Obsah živin ve výluhu 20% HCl a 1% kyseliny citrónové, výsypka dolu Jan Šverma, Hořany

Vrstva v cm	Výluh v horké 20% HCl — údaje v %							celk. SiO_2	zeol. SiO_2
	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3	Al_2O_3	R_2O_3		
Profil I									
0— 4	0,37	0,94	0,16	0,08	5,25	15,52	20,85	11,02	10,76
4— 30	0,49	0,73	0,42	0,11	6,30	6,50	12,91	8,82	8,65
30— 40	0,46	0,78	0,71	0,12	7,40	3,03	10,55	8,47	8,16
40—100	0,39	0,67	0,57	0,06	0,75	7,09	7,90	6,18	5,99
∅ 0—100	0,42	0,71	0,53	0,08	3,04	6,87	8,98	7,29	7,09
Profil II									
0— 5	0,61	0,73	0,60	0,08	7,70	7,61	15,39	9,73	9,30
5— 20	0,47	0,62	0,59	0,08	4,00	4,85	8,93	6,86	6,61
20— 50	0,55	1,24	0,45	0,08	8,00	3,71	11,79	8,55	8,28
∅ 0— 50	0,53	1,00	0,51	0,08	6,77	4,44	11,29	8,16	7,88
	Výluh v 1% kyselině citrónové v mg/kg zeminy								
	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	SO_4	
Profil I									
0— 4	682	2.337	241	273	2.515	6.617	5.620	85	
4— 30	252	2.237	951	28	6.281	2.146	1.592	113	
30— 40	215	2.731	1.322	39	9.876	1.129	1.190	242	
40—100	65	1.687	840	35	3.093	414	1.002	128	
∅ 0—100	153	1.960	893	43	4.577	1.184	1.359	134	
Profil II									
0— 5	260	1.781	626	82	4.362	3.329	2.308	120	
5— 20	255	2.212	1.319	78	9.062	2.409	1.956	145	
20— 50	282	2.287	1.349	27	11.000	784	1.738	167	
∅ 0— 50	272	2.214	1.268	48	9.755	1.526	1.860	156	

v profilu I. hodnotit jako vysoký a v profilu II. jako střední. Maximální sorpční kapacita je v obou případech střední hodnoty. Stupeň sorpčního nasycení ($V\%$) lze pokládat za vysoký. Zvýšený obsah uhlíku v povrchové vrstvičce lze přičíst vlivu elektrárenského popílku. Poměrně rovnoměrný obsah uhlíku a dusíku v dalších vrstvách profilu není způsoben mechanickou příměsí uhelnatých látek, nýbrž je přímo organickou součástí této zeminy již z doby její sedimentace. Poměr $C:N$ se (s výjimkou povrchové vrstvy ovlivněné popílkem) zužuje, což by nasvědčovalo tomu (kdyby zde platily kritéria pro normální polní půdy), že uhlík a dusík v zemině obsažený by měl mít význam pro mikrobiologické pochody v nově vznikající půdě. Z těchto důvodů je také třeba, aby otázka vhodnosti těchto uhlíkatých a dusíkatých látek pro mineralizaci byla podrobena výzkumu.

Obsah K_2O lze v obou výluzích hodnotit jako dobrý, stejně je tomu tak s CaO a MgO (viz tabulku III). Výjimku zde tvoří kyselina fosforečná, které je nedostatek, z čehož vyplývá, že analyzované zeminy jsou fosforem chudé. Škodlivé působení železa, hliníku a koloidní kyseliny křemičité můžeme vyloučit, protože jde o zeminy vykazující neutrální reakci a sorpční nasycenost. Obsah síranů ve výluhu 1% kyselinou citrónovou lze hodnotit jako nízký, takže zde není nebezpečí toxického působení.

Celkové zhodnocení zemin na výsypce Šverma (Hořany)

Z popsaných chemických vlastností zemin zde navrstvených vyplývá, že chemismus povrchové vrstvy je ovlivněn elektrárenským popílkem, který působí příznivě na obsah přístupného drasla a kyseliny fosforečné, jejichž obsah se v popílkem ovlivněné vrstvě zvyšuje. Obsah základních živin je s výjimkou kyseliny fosforečné dobrý. Pozoruhodné výsledky byly dosaženy v obsahu uhlíku a dusíku. Jejich vzájemný poměr se přibližuje hodnotám normálních půd. K tomu je třeba podotknout, že nejde o mechanickou příměs uhelnatých látek, nýbrž že tento obsah je součástí zeminy již z období sedimentace v miocénu. Je třeba se zabývat otázkou využitelnosti těchto zdrojů uhlíku a dusíku pro mikrobiální pochody v půdotvorném procesu.

Závěrem je třeba konstatovat, že zeminy, které byly analyzovány, by svými chemickými vlastnostmi, obsahem živin, mechanickou skladbou, fyzikálními vlastnostmi a vodním režimem mohly poskytnout půdotvorný materiál pro zemědělskou rekultivaci. Jejich použití k zemědělské rekultivaci je však předem nutno prověřit výzkumem.

Výsypka dolu Jan Šverma Bylany

Zeminy navrstvené na povrchu této výsypky mají podobné fyzikální i chemické vlastnosti jako na hořanské výsypce, pouze s tím rozdílem, že jejich chemismus není sekundárně ovlivněn zplodinami spalování uhlí — popílky. Z údajů o jejich reakci (viz tabulku VII a VIII) vidíme, že v povrchové vrstvičce se stejně jako na výsypce hořanské zvyšuje acidita, což můžeme odůvodnit intenzivnějšími zvětrávacími procesy. Reakce je v profilovém průměru neutrální. Okamžitý obsah výměnnýchází (S) je velmi vysoký, stejně tak i maximální sorpční kapacita (T) a stupeň nasycení ($V\%$). Obsah C a N , jakož i jejich vzájemný poměr, přibližně odpovídá normálním půdám. Otázka přístupnosti pro rostliny musí být předmětem výzkumu (stejně jako na výsypce hořanské).

VII. Obsah živin ve výluhu 20 % HCl a 1 % kyseliny citrónové, výsypka dolu Jan Šverma, Bylany

Vrstva v cm	Výluh v horké 20 % HCl údaje v %							Celk. SiO_2	Zeol. SiO_2
	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3	Al_2O_3	R_2O_3		
0—5	0,50	0,41	0,68	0,12	4,50	3,27	7,89	2,97	2,76
5—20	0,55	0,56	0,29	0,13	4,80	3,79	8,72	8,29	8,05
20—50	0,48	0,71	0,70	0,12	5,20	4,10	9,42	8,44	8,28
Ø 0—50	0,50	0,63	0,57	0,12	5,01	3,92	9,05	7,85	7,64
	Výluh v 1 % kyselině citrónové v mg/kg zeminy								
	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	SO_4	
0—5	280	1.837	928	34	4.397	350	827	364	
5—20	292	2.143	734	42	6.255	1.102	1.195	212	
20—50	322	2.193	637	29	6.568	1.901	1.141	220	
Ø 0—50	309	2.142	695	33	6.257	1.506	1.126	232	

VIII. Chemické vlastnosti zemín výsypky dolu Jan Šverma, Bylany

Vrstva profilu	pH		Hydrol. acidita	Sorpce v meq/100 g		V %	C %	N %	C : N
	v H_2O	n KCl		S	T				
0—5	6,10	5,70	17,16	16,99	27,64	61,46	1,78	0,156	11,40
5—20	6,65	6,45	6,24	21,87	25,92	84,37	1,94	0,148	11,40
20—50	7,00	6,90	7,02	26,45	31,01	85,24	1,23	0,092	13,36
Ø 0—50	6,80	6,64	7,80	24,13	29,14	82,60	1,50	0,115	12,58

Obsah základních živin v obou výluzích (20 % HCl a 1 % kyselinou citrónovou) je analogický jako v zemínách na hořanské výsypce pouze s tím rozdílem, že obsah kyseliny fosforečné ve výluhu 20 % HCl je vyšší a lze jej podle P e l í š k a (12) považovat za dostatečný.

Celkové zhodnocení zemín na výsypce dolu
Jan Šverma (Bylany)

Zeminy navrstvené na povrchu této výsypky vykazují příznivé fyzikálně-chemické vlastnosti a vyznačují se dobrou zásobou základních živin. Jejich chemismus není ovlivněn elektrárenským popílkem. Vykazují příznivý obsah C a N.

Závěrem je nutno konstatovat, že chemismus je příznivý natolik, že je možno uvažovat i o náročnějších způsobech rekultivace, tj. že vedle lesnického způsobu může být použito i zemědělského. Z těchto důvodů je třeba otázku využitelnosti těchto zemín pro zemědělské účely řešit výzkumem.

Výsypka dolu Lotta—Marie v Hostomicích

Již z popsaných fyzikálních vlastností a vodního režimu (5, 7) vyplývá, že na této výsypce jsou navrstveny zeminy vyznačující se příznivými vlastnostmi (charakterizované profilem I.), který byl umístěn pod zapojeným olšovým porostem. Hodnotíme-li jejich chemismus (viz tabulku IX a X), vidíme, že zemina v profilu I. vykazuje slabě alkalickou reakci ve vodním výluhu a neutrální v n KCl . Hydrolitická acidita je minimální. Okamžitý obsah výměnných kationtů (S) lze označit jako vysoký, maximální sorpční kapacitu jako střední a stupeň

IX. Chemické vlastnosti výsypky dolu Lotta-Marie v Hostomicích

Vrstva profilu	pH		Hydrolytická acidita	Sorpce meq/100g			C %	N %	C : N
	v H_2O	in KCl		S	T	V %			
Profil I									
0–5	7,65	6,90	3,90	31,33	33,77	94,16	0,86	0,055	15,63
5–20	7,60	6,95	2,92	36,51	38,40	95,07	0,44	0,036	12,22
20–50	7,60	6,75	3,50	17,28	19,52	88,57	0,19	0,008	22,50
50–80	7,55	6,65	2,72	14,64	16,40	89,26	0,06	—	—
∅ 0–80	7,58	6,75	3,12	20,77	22,77	90,39	0,21	0,013	—
Profil II									
0–10	5,85	5,30	8,59	1,76	6,33	27,80	0,08	—	—
10–20	5,55	4,60	13,46	2,05	10,84	18,91	0,64	0,016	40,00
20–30	7,20	6,60	5,06	8,98	12,26	73,24	0,10	—	—
30–80	7,50	6,85	3,90	25,97	28,50	91,12	0,05	—	—
∅ 0–80	7,01	6,34	5,82	17,83	21,49	71,94	0,13	—	—

X. Obsah živin ve výluhu 20 % HCl a 1 % kyseliny citrónové, výsypka dolu Lotta-Marie, Hostomice

Vrstva v cm	Výluh v horké 20 % HCl údaje v %							Celk. SiO_2	Zeol. SiO_2
	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3	Al_2O_3	R_2O_3		
Profil I									
0–5	0,41	1,09	0,72	0,12	4,50	8,20	12,82	6,04	5,66
5–20	0,44	1,07	0,43	0,16	4,40	3,51	8,07	7,10	6,96
20–50	0,39	0,67	0,56	0,13	4,80	3,78	8,71	3,45	3,03
50–80	0,43	0,62	0,60	0,14	4,80	4,48	9,42	8,59	8,37
∅ 0–80	0,41	0,75	0,56	0,14	4,71	4,27	9,12	6,22	5,98
Profil II									
0–10	0,22	0,06	0,72	0,03	1,20	0,74	1,97	3,20	3,06
10–20	0,21	0,16	0,38	0,04	1,00	0,81	1,85	1,30	1,17
20–30	0,30	0,17	0,75	0,08	2,50	3,62	6,20	4,65	4,43
30–80	0,43	0,68	0,83	0,16	4,50	3,50	8,15	7,50	7,32
∅ 0–80	0,36	0,47	0,75	0,12	3,40	2,83	6,35	5,83	5,66
Výluh v 1 % kyselině citrónové v mg/kg zeminy									
	K_2O	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	SO_4	
Profil I									
0–5	102	5.862	343	57	384	1.570	683	184	
5–20	67	7.250	481	60	353	1.555	566	182	
20–50	57	2.331	307	87	344	1.037	692	177	
50–80	72	1.850	296	84	303	924	645	180	
∅ 0–80	67	3.294	339	79	333	1.125	650	179	
Profil II									
0–10	107	462	126	26	102	295	111	259	
10–20	65	468	162	26	134	395	106	184	
20–30	117	1.425	388	43	138	449	385	169	
30–80	117	4.550	687	29	214	655	462	207	
∅ 0–80	109	3.138	514	30	180	552	364	206	

nasyčení jako velmi vysoký. Obsah C a N v profilu I. musíme hodnotit již z hlediska vlivu olšového porostu. Vidíme zde přímé působení zapojeného olšového porostu na obsah organických látek využitelných pro mikrobiologické pochody ve vytvářejícím se půdotvorném procesu, které mají vliv na vznik aktivního humusu. Poměr $C : N$ je příznivý, což svědčí o tom, že půdotvorné procesy se ubírají správným směrem, a že osázení olšovým porostem lze hodnotit jako správný biologický zásah.

Profil II. charakterizuje neosázenou plochu, porostlou pouze různými druhy plevelů. Strídá se zde zemina písčitá s příměsí jílovitohlinité zeminy. To je také příčinou náhlých změn v reakci ve vrstvách písčitých a hlinitých. To znamená, že písčité vrstvy jsou náchylné ke kyselé reakci, což plně dosvědčuje i hydroli-tická acidita, což je způsobeno nenasyceností sorpčního komplexu v důsledku nízké sorpční kapacity a okamžitého obsahu výměnnýchází (S) v důsledku převahy písčitých částí IV. kategorie (0,1 až 2,0 mm). Zemina obsahuje nepatrnou příměs C a N , zejména ve vrstvě 10 až 20 cm, mající původ v příměsí uhelnatých látek, o čemž svědčí i poměr $C : N$.

Zásoba K_2O , CaO a MgO je dobrá, P_2O_5 dostatečná. Obsah přístupných forem K_2O a P_2O_5 lze pokládat za nízký a pro potřeby zemědělských plodin nevyhovující a vyžadující fosforečné a draselné hnojení ve větších dávkách.

Celkové zhodnocení zemín na výsypce Lotta-Marie

Zeminy, které byly analyzovány v profilu I., vykazují nejen příznivé fyzikální vlastnosti a vodní režim, ale i příznivý chemismus, z čehož je možné vyvodit, že jsou vhodné i pro zemědělský způsob rekultivace, který je také na této výsypce vedle lesnického využití použit. Z přibývajících obsahu C a N vzniklého biologickým obhospodařováním (olšový porost) vyplývá, že půdotvorné procesy se zde vytvářejí příznivě a jsou tak vytvořeny všechny předpoklady pro vznik nového půdního typu.

Zeminy v profilu II., a to zejména v jeho povrchové vrstvě, jsou pro zemědělský způsob rekultivace již nevhodné, a proto není také žádoucí jejich povrchové vrstvení.

Diskuse

Z popsaného chemismu a obsahu základních živin uvolnitelných v horké 20 % HCl a 1 % kyselině citrónové vyplývá, že většina původních minerálních zemín navrstvených na popsaných výsypkových lokalitách vykazuje poměrně příznivé chemické vlastnosti, které jsou zhoršovány příměsí látek uhelné substance — ať již mouro, zemitého uhlí nebo oxyhumolitů. Tyto uhlikaté látky většinou ovlivňují reakci tím, že zvyšují aciditu a sorpční nedosycenost. Při směsi s těžkými jílovitými zemínami s alkalickou reakcí a při vhodném poměru mají příznivý vliv na fyzikální vlastnosti, vzdušnost a vodní režim. Šedé jíly se vyznačují příznivým poměrem uhlíku a dusíku, není však dosud známo, do jaké míry mohou být využity pro mikrobiologické pochody v nově vznikající půdě. Převážně jde o zeminy dobře zásobené vápnem a draslem a zpravidla s nižším obsahem kyseliny fosforečné (ve výluhu v horké 20 % HCl). V některých případech (při vyšším obsahu uhelnatých látek) obsahují větší množství rozpustných síranů, které ovlivňují jejich využitelnost k rekultivaci. Z popsaného základního chemismu vyplývá, že z pouhé znalosti chemických vlastností bychom nemohli ještě usuzovat na vhodnost různých zemín k rekultivaci. Proto při určení jejich využitelnosti pro účely rekultivace se musíme opírat i o znalost fyzi-

kálních vlastností, disperzní skladby a vodního režimu. Z toho vyplývá, že otázka posouzení vhodnosti zemin k rekultivaci musí být chápána komplexně, protože vytržením některého z působících faktorů bychom mohli způsobit značné finanční ztráty při prováděné rekultivaci.

Souhrn

Dosažené výsledky lze shrnout takto:

1. Různé druhy nadložních zemin navrstvených na povrchu výsypek vyznačují se nejen různými fyzikálními vlastnostmi, disperzní skladbou, ale i odlišným chemismem.

2. Příměs uhelnatých látek (moury, oxyhumolity, zemité uhlí apod.) výrazně ovlivňuje chemismus minerálních zemin, zejména jejich aciditu, sorpční vlastnosti a obsah síry, vedle obsahu N a C.

3. Zeminy hlinité, jílovitohlinité až jíly bez cizí příměsi jsou vesměs neutrální reakce a sorpčně nasycené.

4. Maximální sorpční kapacita je ve většině případů vysoká a její výše závisí jednak na druhu jílových minerálů ve fyzikálním jílu a příměsi organogenních látek.

5. Chemismus zemin nacházejících se v těsné blízkosti elektráren je (zejména v povrchových vrstvách) ovlivněn zplodinami spalování uhlí — popílky, které zde po stránce fyzikální i chemické působí příznivě tím, že se zvyšuje obsah přípustného fosforu a drasla. Je zajímavé, že nedochází ke zvýšené koncentraci rozpustných síranů, což by nasvědčovalo tomu, že k toxickému vlivu po bližší zdrojů nedochází, protože zplodiny SO_2 jsou odnášeny vzdušnými proudy do vzdálenějších oblastí. Tomu nasvědčuje i to, že porost vysázený v těsné blízkosti elektrárny nevykazuje příznaky kouřových škod.

6. Vysázené lesní porosty na různých zeminách příznivě ovlivňují obsah organických látek a tím i mikrobiologické pochody v půdě, které mají za následek vznik aktivního humusu a příznivý vývoj půdotvorných procesů.

7. Analýzy dokázaly, že většina druhů zemin ve srovnání s normálními půdami obsahuje dostatečné zásoby CaO , MgO , K_2O a zpravidla nižší obsah P_2O_5 (ve výluhu 20 % HCl), což znamená, že tvoří prakticky spojovací článek mezi podloží (matečnou horninou) dnes známých půdních typů.

8. Analyzované šedé jíly se vyznačují nejen příznivými chemickými vlastnostmi, ale i poměrně příznivým obsahem uhlíku a dusíku a jejich vzájemným poměrem blízcím se hodnotám polních půd. Nebyla však vyřešena otázka, do jaké míry jsou tyto organické látky schopné mineralizace a v jaké se nacházejí formě. Tato otázka musí být předmětem dalšího výzkumu.

9. Je třeba poukázat na to, že otázce využití šedých nadložních jílů — zejména šupinkovité odlučnosti — je třeba věnovat výzkumem mimořádnou pozornost, protože se dá předpokládat možnost jejich využití pro zemědělské účely.

10. V závěru je nutno konstatovat, že při posuzování vhodnosti zemin k rekultivaci musíme otázku jejich využití chápat komplexně. To předpokládá dokonalou znalost jejich fyzikálních vlastností, disperzní skladby, vodního režimu, chemismu a biologických vlastností než se rozhodneme pro určitá rekultivační opatření.

Literatura

1. Buch M. W. und M. Haardt: Untersuchung über Aufforstungsmöglichkeiten einer Alautonhalde, Braunkohle, Wärme und Energie 56, s. 104-108, 1955. —
2. Duchoň F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských, Praha 1948. —

3. Handbuch der Bodenlehre Sv. 1-8, Springer Verlag, Berlin 1931. — 4. Heide G.: Grundlagen der Landwirtschaftlichen Rekultivierung im rheinischen Braunkohlenrevier, Braunkohle, Wärme und Energie H. 5/6 1957. — 5. Jonáš F.: Příspěvek k poznání fyzikálních vlastností a mechanické skladby zemín na některých výsypkách v oblasti SHD (I. sdělení), Sborník Lesnictví, r. 6, č. 1, 1960. — 6. Jonáš F.: Rekultivace převýšených výsypků v oblasti SHD, Za socialistické zemědělství, r. IX, č. 10, 1959. — 7. Jonáš F.: Příspěvek k poznání vodního režimu zemín na některých výsypkách v oblasti SHD, Sborník lesnictví r. 6, č. 4, 1960. — 8. Jonáš - Semotán: Klasifikace nadložních zemín pro účely rekultivace v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve (díl I—II), Závěrečná zpráva 1959. — 9. Knaube W.: Untersuchungen über die Voraussetzungen der Rekultivierung im Braunkohlenbergbau, fotokopie disertační práce, 1957. — 10. Limstrom G. A. and G. H. Deitschman: Reclaiming Illinois strip coal lands by forest planting, University of Illinois, Agr. Expt. Sta. - Urbana Illinois Bulletin 547, 1951. — 11. Metson A. J.: Methods of chemical analysis for soil survey samples, New Zeland 1956. — 12. Pelíšek J.: Lesnické půdoznalství, Praha 1957. — 13. Klika, Novák, Gregor: Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství, Praha 1954. — 14. Skawina T., Janiczek S., Greczta J.: Wyniki badań nad rozwojem gleb na haldach kopalnialnych, Zakład ochrony Przyrody PAN, Warszawa 1956, Biuletin Nr. 1. — 15. Skawina T.: Gleby zwalów kopalnictwa węgłowego, Biuletin Nr. 12., Warszawa 1957. — 16. Skawina T.: Procesy zniekształcania gleb w okęgach górniczych i przemysłowych, separátní výtisk, 1958. — 17. Stejskal-Pelíšek: Lesnická geologie, Praha 1956. — 18. Smolík L.: Pedologie, Praha 1957.

К вопросу определения химических свойств почв на некоторых терриконах в области Северочешского бурогоугольного бассейна

Достигнутые результаты можно подытожить следующим образом:

1. Было доказано, что разные виды почв на материнской породе, наслоенных на поверхности терриконов, отличаются не только разными физическими свойствами, дисперсионным составом, но и различным химизмом.
2. Было доказано, что примеси угольных веществ (угольная пыль, оксигумолиты, земляной уголь и т. п.) оказывают существенное влияние на химизм минеральных почвенных пород, прежде всего на их кислотность, сорбционные свойства и содержание серы наряду с содержанием N и C.
3. Было доказано, что суглиносупеси, тяжелые суглинки и даже илы без посторонней примеси, как правило, имеют нейтральную реакцию и являются сорбционно насыщенными.
4. Максимальная сорбционная мощность в большинстве случаев высокая и ее уровень зависит как от вида илистых минералов в физическом иле, так и от примеси органогенных веществ.
5. Было доказано, что химизм почв в непосредственной близости электростанций (главным образом в поверхностных слоях) находится под влиянием продуктов выплавки угля — промышленной пыли, которые здесь в физическом и химическом отношении действуют благоприятно в том отношении, что повышается содержание доступного фосфора и калия. Интересно, что не происходит повышенной концентрации растворимых сернокислых солей, а это свидетельствует о том, что токсическое влияние вблизи источников не проявляется, так как продукты SO_2 уносятся воздушными потоками в более отдаленные области. Это подтверждает факт, что деревьев, высаженных в непосредственной близости электростанции, не подает признаков вредного влияния дыма.
6. Было доказано, что высаженные лесные деревья на разных породах почв оказывают благоприятное влияние на содержание органических веществ и, таким образом, на микробиологические процессы в почве, которые в качестве последствия вызывают образование активного гумуса и благоприятное развитие почвообразовательных процессов.
7. Результаты анализов доказали, что большинство видов почв по сравнению с нормальными почвами содержит достаточные запасы CaO , MgO , K_2O и, как правило, более низкое содержание P_2O_5 (в вытяжке 20% HCl); это означает, что они в общем представляют собой соединительное звено в материнской горной породе в настоящее время известных почвенных типов.
8. Было доказано, что анализируемые серые илы отличаются хорошими химическими свойствами, а также относительно благоприятным содержанием углерода и калия и их взаимоотношением, приближающимся к показателям полевых

почв. Однако не был решен вопрос, до какой степени эти органические вещества способны минерализоваться и в какой они форме. Этот вопрос должен быть темой дальнейшего исследования.

9. Необходимо указать на то, что вопросу использования серых илов, находящихся над материнской почвенной породой, следует при научном исследовании уделить чрезвычайное внимание, так как не исключена возможность их использования для сельскохозяйственных целей.

10. В заключение следует констатировать, что при оценке пригодности почв к рекультивации необходимо вопрос их использования рассматривать и понимать комплексно. Это предполагает точное знание их физических свойств, дисперсионного состава, водного режима, химизма и биологических свойств, на основании которого можно приступить к соответствующим мероприятиям по рекультивации.

Beitrag zur Erkenntnis von chemischen Bodeneigenschaften einiger Kippen im Nordböhmischem Braunkohlenrevier

Die erzielten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Es wurde erwiesen, daß verschiedene Oberschichtarten nicht nur verschiedene physikalische Eigenschaften und disperse Zusammensetzung sondern auch einen abweichenden Chemismus aufweisen.

2. Es wurde erwiesen, daß die Beimengung kohlenhaltiger Stoffe (Lösche, Oxyhumolithen, erdige Kohle u. ä.) den Chemismus der Mineralböden und vor allem ihre Azidität, Sorptionseigenschaften und Schwefel-, Stickstoff- und Kohlenstoffgehalt signifikant beeinflussen.

3. Es wurde erwiesen, daß lehmige, tonlehmige bis Tonböden ohne fremde Beimengung durchwegs neutral reagieren und sorptionsgesättigt sind.

4. Die maximale Sorptionskapazität ist in meisten Fällen hoch und ihre Höhe hängt teils von der Natur der Tonminerale, die im physikalischen Ton enthalten sind, teils von Beimischungen organogener Substanzen ab.

5. Es wurde erwiesen, daß der Chemismus von Erden, die sich in unmittelbarer Nähe von Elektrokraftwerken befinden vor allem in den Oberflächenschichten durch die Produkte der Kohlenverbrennung (Flugasche) beeinflusst werden, die physikalisch und chemisch günstig wirken indem sie den Inhalt an zugänglichen Phosphat und Kali steigern. Interessant ist, daß es zu keiner erhöhten Konzentration lösbarer Sulphate kommt, was dafür zeugen würde, daß sich in der Nähe der SO_2 -Quelle keine toxische Wirkung geltend macht, weil die SO_2 -Produkte durch Luftströmungen in entferntere Gebiete gebracht werden. Dafür spricht auch der Umstand, daß die in der Nähe der Kraftwerke ausgepflanzten Bestände keine Rauchschäden aufweisen.

6. Es wurde erwiesen, daß auf verschiedenen Erden aufgepflanzte Bestände den Gehalt an organischen Stoffen und somit auch die mikrobiologischen Bodenprozesse günstig beeinflussen, und dadurch das Entstehen von aktiven Humus und die günstige Entwicklung bodenbildender Prozesse fördern.

7. Analysen haben erwiesen, daß die meisten Erdarten im Vergleich mit normalen Böden ausreichende Vorräte an CaO , MgO , K_2O und in der Regel etwas weniger P_2O_5 (im Auszug 20 % HCl) enthalten, was zu bedeuten hat, daß sie praktisch ein Verbindungsglied zwischen der Sohle (Muttergestein) der heute bekannten Bodentypen darstellen.

8. Es wurde erwiesen, daß die analysierten grauen Tonerden nicht nur günstige chemische Eigenschaften besitzen, sondern auch einen verhältnismäßig günstigen Gehalt an Kohlenstoff und Kali aufweisen, deren gegenseitiges Verhältnis den Werten der Ackerböden nahe steht. Die Frage jedoch, inwieweit diese organischen Stoffe mineralisierungsfähig sind und welche ihre Form ist, wurde nicht gelöst und muß den Gegenstand weiterer Forschung bilden.

9. Es ist darauf hinzuweisen, daß der Frage der Ausnutzung von hangenden grauen Tonen und vor allem der schuppenartigen Trennbarkeit eine außerordentliche Aufmerksamkeit zu widmen ist, weil ihre Verwendung für landwirtschaftliche Aufgaben sich voraussetzen läßt.

10. Schließlich ist zu konstatieren, daß die Eignung der Erden zur Rekultivierung komplex zu beurteilen ist. Dies setzt allerdings eine vollkommene Kenntnis ihrer physikalischen Eigenschaften, der Dispersionszusammensetzung, des Wasserregimes, des Chemismus und der biologischen Eigenschaften voraus, bevor wir uns für bestimmte Rekultivierungsmaßnahmen entscheiden.

Vliv skladby lesních porostů na teplotu vzduchu a půdy v porostu

Влияние состава лесонасаждений на температуру воздуха и почвы
в насаждении

Einfluß der Holzartenzusammensetzung auf die Luft- und Bodentemperatur der
Waldbestände

Inž. Vlastimil PASÁK, kandidát zemědělských věd
Výzkumný ústav zemědělsko-lesnických meliorací ČSAZV, Praha

Došlo dne 30. III. 1960

Úvod

Teplota vzduchu a půdy jsou činitelé, kteří určují veškerou biologickou a chemickou činnost, k níž dochází v přesně vymezených teplotních hranicích. Teplota půdy se značně mění působením teploty vzduchu a sama ovlivňuje opět teplotu vzduchu lepším příjmem a vydáváním tepla. Podle P. A. K o s t y č e v a (1900) se vyšší teplotou půdy snižuje síla spojení mezi tvrdými částicemi a vodou, jímavost pro vodu se snižuje a rostliny mohou snadněji přijímat vodu z půdy. Při snížení teploty půdy zmenšuje se naopak prostupnost rostlinné plazmy (L. C. G a v r i l o v, 1923).

Pohlcováním slunečního záření korunami stromů dochází ke snížení maximálních teplot uvnitř porostů, zahřívání lesní půdy je menší, čímž se oslabuje i konvekční vzestupný proud vzduchu. Největší teplota vzduchu v lese je většinou uvnitř korun, vytvářející aktivní povrch (účinný). Pod korunami a nad nimi se teplota vzduchu snižuje. Při vyzařování bývá opět nejnižší teplota v prostoru korun.

Schopnost pohlcovat sluneční záření se mění podle hustoty korunového prostoru. Určitá část slunečního záření je pohlcována porostem v různých výškách (podle mocnosti korunové vrstvy), což brání vytvoření výrazného teplotního maxima, typického pro holou půdu, kde je aktivním povrchem pouze slabá vrstva povrchu půdy. V hustém lese s plným korunovým zápojem je aktivní povrch omezen na poměrně úzký prostor korun a dovnitř porostu vniká jen nepatrné množství záření. V řídkém porostu však část slunečních paprsků proniká i k lesní půdě, takže se zde může vytvořit podružný aktivní povrch.

Každé rostlinné společenstvo vytváří si své vlastní porostové podnebí, poněkud odlišné od okolního podnebí. Les jako nejvýše organizované rostlinné společenstvo je složitý, na sebe vzájemně působící komplex rostlinstva, fauny, atmosféry a půdy se všemi jejími vlastnostmi, určujícími její úrodnost. Lidskými

zásahy porušují se však přirozené vzájemné vztahy mezi organismem a prostředím, které pak mají vliv na celkovou produkci lesa. Lesník má proti zemědělcům ztížené poměry ještě dlouhodobým působením těchto vztahů. Jestliže se poruší dynamika přirozených sil v lese, je zapotřebí často i více rostlinných generací, aby se opět vyrovnala.

Jednotlivé způsoby hospodaření v lesích přinášejí s sebou i změnu životního prostředí. Na jedné straně zavádění stejnověkových monokultur, zvláště smrkových, působí velký zástin vnitřku porostu, na druhé straně opět výběrový způsob hospodaření má za následek prořezávání porostů.

Cílem výzkumu je přispět k objasnění a zpřesnění některých otázek o vlivu druhové skladby porostu na prostředí uvnitř porostu. V této stati se omezíme na otázky teploty vzduchu a půdy v porostu.

Metodika výzkumu a popis pokusných ploch

Výzkumné plochy ke studiu mikroklimatických poměrů lesních porostů různé druhové skladby jsme zvolili v účelovém lese Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti ČSAZV v poleší Jíloviště — na Baních, jižně od Prahy. Tyto porosty leží na vltavské terase nad Zbraslaví, ohraničené zaříznutým údolím Vltavy a Berounky, v nadmořské výšce asi 350 m, podél státní silnice Praha-Dobříš.

Území tvoří nejzazší severovýchodní výběžek Brdských hřebenů. Geologický podklad je tvořen hrubozrnným porfyrem, překrytým vrstvou spraše o mocnosti kolem jednoho metru. Terén je rovinatý.

Podnebí této oblasti je poměrně suché a teplé s normálem srážek kolem 575 mm a normálem teploty 7,8° C. Klimaticky zařazujeme tuto oblast do pásma přechodného mezi oblastí středně suchou až mírně vlhkou. Langův dešťový faktor je 73 a Minářova vláhová jistota 16. Nejvíce srážek spadne v červenci, nejméně v únoru. Nejteplejším měsícem je červenec, nejchladnější únor. Převládají větry západních směrů.

Mikroklimatické stanice jsou umístěny jednak ve dvou smrkových porostech, lišících se hlavně skladbou porostu, jednak ve smíšeném světlém porostu dubu s borovicí.

Porost 16 b₁ je smrkový porost velmi pěkného vzrůstu na ploše 2,16 ha, starý 107 let, střední výšky 25 m a zakmenění 9. Zastoupení dřevin: sm 8, bor 2, md 2, db, s podrostem jeřábu, dosahující úrovně spodní etáže. Půda je hlinitá, hluboká, pokrytá smrkovým humusem, místy se objevují trávy, konvalinka, malina a ostružina. Objevuje se i hojně nálet smrku a byla provedena podsadba buku. Mikroklimatická stanice je umístěna uprostřed prořídlejší menší plochy v porostu silně zarostlé jeřábem, dosahující výšky 3—5 m.

Porost 16 b₂ je nesmíšený, stejnověký smrkový porost velmi pěkného vzrůstu na ploše 2,37 ha, starý 92 let, střední výšky 22 m a plného zakmenění 10. Půda je hlinitá, hluboká, pokrytá pouze smrkovým humusem. Smrky obou porostů jsou hojně napadeny červenou hnilobou a místy se vyskytuje ojediněle i václavka.

Porost 11 a₁ je jednotlivě smíšená kmenovina dubová s borovicí na ploše 5,24 ha, stará 107 let, střední výšky 18 m a zakmenění 9. Půda je hlinitá, šterkovitá s hojným dubovým náletem a s bujnou přizemní vegetací.

V tomto výběžku Brdských hřebenů vyznívá již rozšíření kyselých dubo-bukových lesů (*Querceto-Fagetum luzuletosum*) silně zastoupených v oblasti Brd a značnou měrou se uplatňují svěží a teplé habrové doubravy. Můžeme tedy porost 11 a₁ považovat za porost stanovišti vyhovující, ovšem při doplnění dřevin melioračních a chránících půdu.

Mikrometeorologická stanice v bezleší je umístěna uprostřed velké lesní školky s půdou porostlou nízkou bylinnou vegetací, pravidelně sežínanou.

Mikrometeorologické poměry uvnitř popsaných porostů měřili jsme dvojím způsobem:

1. pravidelným měřením na stálých stanicích,
2. příležitostným (ambulantním) měřením za výrazných synoptických situací.

Ad 1). Na stálých mikrometeorologických stanicích jsme instalovali rtuťové teploměry chráněné proti oslunění dvojítm plechovým stínítkem ve 30 a 150 cm nad

zemí. Teplotu půdy jsme měřili na půdních rtuťových teploměrech trvale zapuštěných v půdě v hloubce 10, 50, 100 cm a v povrchové půdní vrstvě.

Ad 2). Pravidelná každodenní termínová měření jsme doplnili několikrát opakovaným ambulantním měřením po celý den, převážně za insolačního typu počasí, kdy se vytvářejí nejvýraznější mikrometeorologické stavy. Teploměry jsme umísťovali na duralovém rozkládacím stojánu a jejich teploměrné rtuťové kuličky jsme stínili bílým tuhým papírem z výškové čtvrtky. Přístroje jsme odečítali na všech stanicích současně v hodinových intervalech. Přesně jsme dodržovali synchronnost měření, jako základní podmínku srovnání všech získaných hodnot.

Vertikální zvrstvení teploty vzduchu v porostech jsme měřili elektrickým aspiracním psychrometrem s termistorem, jehož čidlo jsme vytahovali do různých stromových pater pomocí provázku, zavěšeného přes větev stromu v horní části koruny.

Použitím běžných rtuťových teploměrů se přesnost absolutních hodnot částečně snižuje. Je jasné, že již poměrně velká objemnost celé sady půdních a vzdušných teploměrů, které mimo to musí být ještě stíněny objemnějším stínítkem — i když jsme se snažili omezit jeho objem na nejmenší míru — vytváří uvnitř porostu jiné těleso s odlišnými tepelnými poměry. Největší nepříznivou vlastností použité aparatury je stálý příchod pozorovatele, který nejenže mění mikrometeorologické stavy svou přítomností, ale porušuje i trvale stav podrostu právě v nejbližším okolí měřicí aparatury.

Ovšem tyto nedostatky aparatury se částečně eliminují vzájemným srovnáváním získaných údajů.

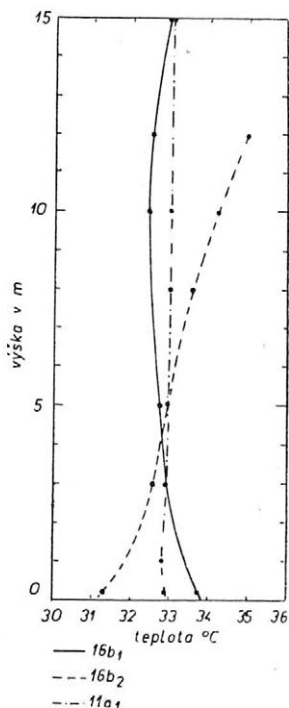
Výsledky výzkumu

Pro praktického lesníka, pro výzkum lesního stanoviště (prostředí) i pro samotnou lesnickou mikroklimatologii má velký význam teplota přízemního vzduchu a její gradient. I teplota lesní půdy nemá jen velký význam ekologický pro vzrůst kořenů, stromů a ostatní vegetace, ale ovlivňuje také ve velké míře edafon, humusojilovitý komplex a vlastní průběh zvětrávání.

Při měření teplotních poměrů v porostu věnovali jsme největší pozornost přízemní vrstvě vzduchu a půdy. Tyto vrstvy také nejvíce zajímají praktického lesníka. Největší teplotní rozdíl mezi jednotlivými stanovišti se také vytvářejí těsně nad půdou následkem malého pohybu vzduchu.

Mikroklimatické poměry v jednotlivých vertikálních vrstvách spolu úzce souvisejí. Maximální rozdíly teplot mezi korunovým prostorem jsou ráno a večer. Geiger (3) podává jednotlivé typy vertikálního rozdělení vzdušných teplot v lese během dne. Ráno, při šikmém dopadu slunečních paprsků, oddělují koruny stromů vrstvu studeného a vlhkého nočního vzduchu uvnitř lesa od vnější vrstvy, která se již počíná zahřívat. Přibývajícím slunečním zářením a vyšším postavením slunce pronikají sluneční paprsky i dovnitř porostu a rozdíl vertikálního zvrstvení teplot se v podstatě vyrovnávají. Závislost vzdušných teplot v jednotlivých vertikálních patrech porostů jsme zjišťovali v době maximálního slunečního svitu a vyjádřili v diagramu 1.

Ve stejnověkové nesmíšené smrkčině nastává následkem hustého zápoje korun přehřívání v korunovém prostoru, v kmenovém prostoru teplota vzduchu ubývá postupně k půdnímu povrchu. Ve smrkovém porostu s při-



1. Vertikální zvrstvení teploty vzduchu v porostech

měsí listnáčů nenastává přehřívání korunového prostoru, menší ochlazení pak pozorujeme v prostoru korun listnatého podrostu (jeřábu) a při povrchu půdy nastává pak větší zahřívání vzduchu. V porostu dubu s borovicí vytváří se i během intenzivního slunečního svitu izotermie.

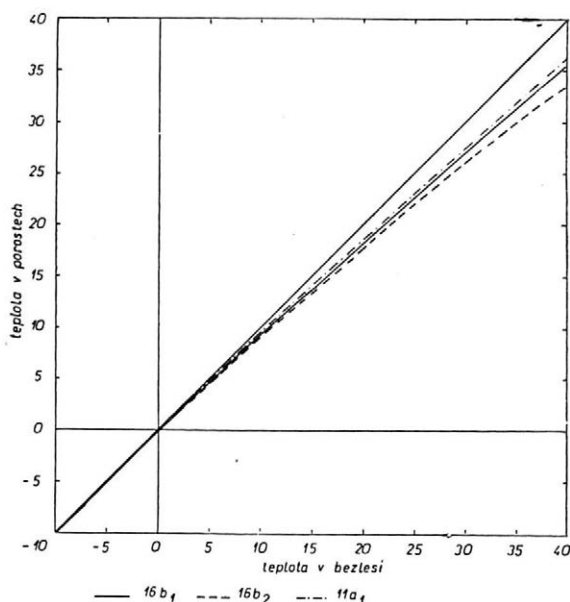
Bylo již mnohokrát dokázáno, že všeobecně s přibývajícím prosvětlením porostu jsou mikroklimatické poměry více kontinuální s holou plochou. Je to způsobeno změnou poměrů záření a výměny vzduchu v závislosti na zápoji. Všeobecně se říká: „Les snižuje extrémy.“ Takové zevšeobecnování však není přípustné a platí pouze pro dobře zapojený lesní porost. Na základě měření A. Baumgartnera (1) v přípravném řídkém porostu břízy byl vzduch ve výšce 1 m v průměru ve vegetační periodě a v teplých dnech přes den teplejší než ve volnu a přes noc o něco chladnější. V pošmourých deštivých dnech byla na obou místech teplota přibližně stejná. Je to vertikální členitost příjmu energie, která ve dne způsobuje, že je v přípravném řídkém porostu v průměru korunový i kmenový prostor teplejší než ve stejné výši vzduch v bezlesí. Stejně tak zjistili G ö h r e a L ü t z k e (4), že ačkoliv je v mezernatém porostu záření menší než na volné ploše, mohou být mezernaté části porostu za poledne teplejší než volné plochy.

Naproti tomu H. A m a n n vyšetřoval extrémní teploty v ochranném porostu břízy, ovšem s dosti plným zápojem, a zjistil, že ochranný porost snižuje maximální teploty a naopak zvyšuje mrazové teploty.

Na jaře a v létě zůstává vzduch uvnitř porostu na Baních chladnější, při čemž nejchladnější je v nesmíšené stejnověkové smrčíně plně zapojené. Maximální teploty nevystupují v porostech nad maximální teploty v bezlesí, pouze v jarním období v dubovém porostu, když jsou stromy neolistné, mohou se zde vytvořit vyšší maximální teploty vzduchu následkem volného přístupu slunečních paprsků a klidu ovzduší. Největší odchylky maximálních teplot vzduchu v lese a v bezlesí jsou samozřejmě v letních měsících. V září 1955 byla maximální teplota

vzduchu v nesmíšené smrčíně o 6° C nižší než v bezlesí. Minimální teploty jsou naopak v lesních porostech vyšší. Jsou tedy i amplitudy extrémních teplot v lese menší než v bezlesí, při čemž nejmenší rozkyv extrémních teplot je v nesmíšeném a stejnověkovém smrkovém porostu. Největší amplituda teploty je ve světlém porostu dubu s borovicí, kde v období bez olistění dubu dosahuje stejných hodnot jako v bezlesí.

Průměrné teploty vzduchu v zimních měsících v kmenovém prostoru porostů jsou téměř stejné jako v bezlesí. Ovšem v období s trvalými mrazy zůstává teplota vzduchu v kmenovém prostoru porostů značně



2. Teploty vzduchu v porostech ve srovnání s teplotami v bezlesí

4. Extrémní teploty vzduchu v kmenovém prostoru porostů

Rok:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954												
<i>Maximum</i>												
šk	7,4	7,8	17,6	16,8	25,8	31,8	26,4	31,2	29,6	24,4	11,6	8,4
16 b ₁	6,0	7,2	13,8	15,4	22,4	29,2	23,6	28,2	27,0	22,4	10,2	7,6
16 b ₂	6,0	6,4	13,4	13,2	22,4	28,8	22,4	27,6	27,0	22,2	10,4	7,4
11 a ₂	6,4	7,6	14,8	16,6	24,2	30,6	25,4	28,8	28,8	22,4	10,8	7,8
<i>Minimum</i>												
šk	-22,4	-22,4	-5,8	-4,6	0,2	6,2	6,8	6,8	2,4	-4,0	-10,0	-6,4
16 b ₁	-21,4	-20,6	-5,6	-3,0	1,2	8,5	9,0	7,2	3,0	-2,8	-8,8	-5,2
16 b ₂	-21,2	-21,2	-5,0	-3,0	1,4	8,0	8,8	7,0	2,8	-3,0	-8,8	-5,0
11 a ₂	-22,2	-21,0	-5,6	-4,0	0,8	7,5	8,2	6,8	2,6	-3,6	-9,8	-5,4
1955												
<i>Maximum</i>												
šk	9,4	7,0	19,4	29,0	26,8	31,0	32,2	28,7	29,0	21,7	21,1	10,6
16 b ₁	8,0	6,2	18,5	27,2	26,5	26,0	27,7	24,7	24,7	19,3	10,8	10,5
16 b ₂	8,6	6,6	17,5	25,4	23,8	28,0	27,2	24,0	23,0	18,9	10,0	10,4
11 a ₁		5,8	19,7	28,2	27,0	28,8	28,0	25,2	24,2	20,0	10,4	10,6
<i>Minimum</i>												
šk	-15,8	-17,8	-14,7	-4,6	0,6	2,2	6,3	8,3	1,6	-3,7	-9,0	-13,3
16 b ₁	-13,6	-16,0	-13,8	-2,8	1,3	4,0	8,9	9,3	1,4	-2,6	-7,8	-11,6
16 b ₂	-13,8	-15,6	-12,8	-2,8	1,2	4,0	8,7	9,0	2,2	-2,7	-7,8	-10,8
11 a ₁	-16,0	-16,0	-15,2	-4,0	0,6	3,5	8,3	8,8	2,2	-3,4	-8,8	-12,8
1956												
<i>Maximum</i>												
šk	10,3	3,2	19,6	19,2	30,0	30,5	30,7	30,1	30,7	27,0	7,5	10,5
16 b ₁	9,1	2,9	15,4	18,2	27,0	26,3	26,2	26,6	26,6	23,6	7,2	10,2
16 b ₂	8,2	3,0	13,3	16,2	26,4	25,7	26,8	25,6	25,4	23,7	7,0	9,0
11 a ₁	9,2	3,0	16,0	19,2	26,7	26,3	26,8	25,6	25,2	23,6	7,4	10,1
<i>Minimum</i>												
šk	-22,3	-32,5	-11,2	-12,0	0,7	5,7	7,2	4,4	-0,8	-1,5	-13,6	-10,0
16 b ₁	-19,0	-29,6	-8,5	-5,6	3,2	7,0	8,6	6,0	1,0	-0,9	-10,7	-9,6
16 b ₂	-19,4	-29,2	-8,8	-6,4	1,6	6,9	8,7	6,0	1,3	-0,8	-10,9	-9,4
11 a ₁	-19,8	-30,1	-10,0	-6,8	1,6	6,5	8,3	6,0	1,2	-1,2	-11,0	-9,2
1957												
<i>Maximum</i>												
šk	9,8	14,3	16,8	25,4	27,4	33,7	39,6	29,4	31,6	23,1	15,5	7,7
16 b ₁	10,2	13,9	18,6	22,4	24,9	30,0	36,8	25,6	26,4	18,3	13,2	6,1
16 b ₂	9,6	13,0	16,1	21,2	23,7	29,4	35,2	24,2	24,6	16,2	12,3	6,3
11 a ₁	9,7	14,5	17,3	24,1	25,7	30,3	35,4	26,6	26,3	17,9	14,0	6,5
<i>Minimum</i>												
šk	-16,9	-6,3	-8,2	-5,6	-3,8	5,3	9,1	5,7	0,9	-0,4	-9,3	-12,1
16 b ₁	-14,2	-5,3	-6,9	-4,1	-2,4	6,3	9,9	5,9	2,1	-0,2	-8,5	-8,9
16 b ₂	-14,4	-5,0	-7,0	-3,9	-1,4	6,1	10,3	5,7	2,1	-0,1	-8,3	-9,8
11 a ₁	-15,3	-6,3	-7,9	-4,8	-3,0	5,7	10,2	6,0	2,0	-0,1	-8,6	-10,3
1958												
<i>Maximum</i>												
šk	5,7	17,9	11,3	19,2	31,9	30,4	34,3	32,7	33,3	25,8	14,0	11,2
16 b ₁	5,7	16,2	8,2	17,4	28,4	26,4	29,7	28,3	29,0	20,8	13,1	9,5
16 b ₂	5,3	13,6	6,2	16,4	26,2	25,5	28,7	27,8	27,2	19,8	12,8	9,1
11 a ₁	5,5	16,7	10,7	18,2	28,6	27,3	29,8	28,6	29,2	21,2	13,1	10,4
<i>Minimum</i>												
šk	-16,8	-10,3	-14,4	-7,9	-1,7	3,8	5,4	7,7	1,2	-1,5	-2,0	-9,3
16 b ₁	-14,6	-8,7	-12,5	-6,7	-0,8	4,8	6,5	7,9	1,4	-1,4	-1,4	-10,9
16 b ₂	-15,1	-9,0	-12,6	-6,4	-0,6	5,1	6,8	8,1	2,7	-1,3	-0,6	-10,6
11 a ₁	-15,1	-9,7	-13,2	-6,3	-0,8	4,5	6,7	7,8	2,2	-1,3	-1,2	-10,8

II. Průměrná měsíční teplota vzduchu (za pět let 1954 až 1958)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
150 cm												
školka	-2,2	-2,9	2,4	7,2	14,1	18,0	19,7	18,3	15,6	9,4	3,1	1,0
16 b ₁	-2,3	-2,9	2,1	6,4	12,4	16,5	17,9	16,8	14,3	8,5	3,1	0,7
16 b ₂	-2,3	-2,8	1,8	6,0	12,6	16,0	17,6	16,5	13,9	8,4	2,8	0,8
11 a ₁	-2,4	-2,5	2,3	6,6	13,2	16,7	17,9	17,0	14,3	8,6	3,1	0,8
30 cm												
školka	-2,5	-3,2	2,5	7,0	14,4	18,3	19,1	18,3	15,5	9,1	2,9	0,6
16 b ₁	-2,7	-3,3	1,9	6,1	12,5	15,9	17,5	16,5	13,9	8,2	2,8	0,6
16 b ₂	-2,7	-3,4	1,9	5,7	12,2	15,6	17,1	16,3	13,6	8,0	2,6	0,4
11 a ₁	-2,7	-3,3	2,0	6,3	13,1	16,2	17,5	16,5	13,9	8,5	2,5	0,4

III. Průměrná teplota vzduchu v ročních obdobích za pět let (1954 až 1958)

	XII—II	III—V	VI—VIII	IX—XI
ve výšce 150 cm nad zemí				
školka	-1,4	7,9	18,7	9,4
16 b ₁	-1,6	7,0	17,1	8,6
16 b ₂	-1,4	6,8	16,7	8,4
11 a ₁	-1,4	7,4	17,2	8,7
ve výšce 30 cm nad zemí				
školka	-1,7	8,0	18,6	9,2
16 b ₁	-1,8	6,8	16,6	8,3
16 b ₂	-1,9	6,5	16,3	8,1
11 a ₁	-1,9	7,1	16,7	8,3

teplejší než v bezlesí. V únoru 1954, kdy panovalo mrazivé suché počasí, byla průměrná měsíční teplota vzduchu uvnitř porostu dubu s borovicí vyšší o 1,0° C, ve smrčině s listnatým podrostem o 0,7° C a v nesmíšené smrčině o 1,3° C než v bezlesí.

V období jarním, letním i podzimním je teplota vzduchu v kmenovém prostoru porostů mnohem nižší než v bezlesí, při čemž při povrchu půdy je v průměru v porostech chladnější než ve větší výšce.

Následkem menšího zahřívání lesního vzduchu vyskytuje se uvnitř lesních porostů více dnů ledových než v bezlesí, což se projevuje především v jarním období. Následkem toho nastává uvnitř porostu i pomalejší tání sněhu. Naproti tomu menší radiace z porostu snižuje počet dnů mrazových proti bezlesí. Na jaře se ve smrkových porostech udržuje více dní s průměrnou denní teplotou pod bodem mrazu, na podzim nastává pak pozvolnější ochlazování vzduchu uvnitř smrkových porostů než v bezlesí. V celoročním úhrnu je však ve smrkových porostech větší počet dnů s průměrnou denní teplotou pod bodem mrazu.

Teplotní suma ve velkém vegetačním období, tj. od vegetační nuly 5° C +, byla v roce 1955 v nesmíšené stejnověkové smrčině menší o 260° C (2521° C), tj. o 10 %, ve smrčině s jeřábem o 176° C (2605° C), tj. o 7 %, a ve smíšeném porostu dubu s borovicí o 152° C (2629° C) tj. o 6 %, než v bezlesí (2719° C).

Rozdílný klimatický charakter uvnitř kmenového prostoru porostů projevuje se více v denním chodu a teplotních extrémech než v průměrných teplotách. Také i rostlinná fyziologie používá více extrémních hodnot při výzkumu vlivu prostředí na vzrůst a vývoj rostlin.

IV. Průměrný počet dnů ledových, mrazových, letních a tropických za pět let (1954 až 1958)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	S
Dny ledové													
školka	15	12	2								2	7	38
16 b ₁	17	13	5								3	8	46
16 b ₂	16	14	5								3	8	46
11 a ₁	15	12	3								3	8	41
Dny mrazové													
školka	28	24	22	13	2					3	11	22	125
16 b ₁	25	23	17	9	1					3	10	20	108
16 b ₂	25	23	17	10	1					3	10	20	108
11 a ₁	27	24	18	11	1					3	10	21	115
Dny letní													
školka				1	5	11	12	11	7				47
16 b ₁					2	5	6	4	1				18
16 b ₂					2	4	4	2	1				13
11 a ₁					3	5	7	4	2				21
Dny tropické													
školka					1	2	2	1	1				7
16 b ₁							1						1
16 b ₂							1						1
11 a ₁							1						1

V. Průměrné měsíční teploty půdy za pět let (1954 až 1958)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
povrch půdy												
školka	-1,2	-1,8	1,4	6,5	13,7	17,8	19,3	17,8	15,3	9,1	3,7	0,8
16 b ₁	-1,0	-1,7	1,2	4,7	10,1	13,3	15,4	15,0	13,4	8,5	3,9	1,5
16 b ₂	-0,8	-1,5	1,1	4,5	9,8	13,3	15,3	14,8	12,9	8,3	3,7	1,4
11 a ₁	-0,8	-1,2	1,2	4,8	10,0	13,9	16,5	15,7	14,5	8,9	4,2	1,9
v půdě 50 cm												
školka	-0,6	-2,0	-1,1	2,9	9,1	13,3	15,7	15,5	13,6	8,9	4,2	0,6
16 b ₁	0,6	-0,8	0,3	2,3	6,3	9,3	11,8	12,8	11,7	8,4	5,3	2,6
16 b ₂	0,0	-1,6	0,5	1,6	5,8	8,8	11,4	12,2	10,9	8,2	4,8	2,0
11 a ₁	0,6	-0,2	-0,7	3,5	8,1	11,4	13,5	13,8	12,9	9,4	5,9	3,1
v půdě 100 cm												
školka	1,2	-0,3	0,1	2,9	8,1	12,3	14,9	15,3	14,2	10,9	7,2	3,8
16 b ₁	0,1	-1,4	-1,1	0,6	4,4	7,7	10,2	11,1	10,5	8,3	5,3	2,3
16 b ₂	1,2	-0,5	-0,2	1,5	5,1	8,5	10,8	11,7	11,3	9,3	6,2	3,3
11 a ₁	2,2	0,8	0,8	2,7	6,4	9,8	12,0	13,5	12,4	10,9	7,4	4,6

Největší teplotní rozdíly mezi lesem a bezlesem i mezi porosty různé druhové skladby jsou samozřejmě na povrchu půdy. Půdní povrch na mikroklimatické stanici v bezlesí tvoří nekypřená půda, porostlá řídké bylinnou vegetací, která jakmile povyroste je vždy sežnuta. Ve smrkových porostech je půdní povrch pokryt vrstvou surového humusu a ve smíšeném porostu dubu s borovicí je porostlý ne-sežínanou vegetací, stejně jako na ostatní ploše porostu.

VI. Průměrné teploty půdy v ročním období za pět let (1954 až 1958)

	XII—II	III—V	VI—VIII	IX—XI
povrch půdy				
školka	-0,7	7,2	18,3	9,4
16 b ₁	-0,7	5,3	14,6	8,6
16 b ₂	-0,3	5,1	14,5	8,3
11 a ₁	-0,0	5,7	15,4	9,2
v půdě 50 cm				
školka	-0,7	3,8	14,8	8,9
16 b ₁	0,8	3,0	11,2	8,5
16 b ₂	0,1	2,3	10,8	8,0
11 a ₁	1,2	4,1	12,9	9,4
v půdě 100 cm				
školka	1,6	3,7	14,2	10,8
16 b ₁	0,3	1,3	9,7	8,0
16 b ₂	1,3	2,1	10,3	8,9
11 a ₁	2,5	3,3	11,8	10,2

V zimních měsících zejména v lednu a v únoru bývá teplota půdního povrchu v porostech teplejší než v bezlesí, při intenzivnějším slunečním záření v tepelném období roku nastává větší zahřívání půdy v bezlesí a půda lesních porostů zůstává chladnější.

Odchyly teplot půdy mezi lesem a bezlesím jsou patrné i v hlubší půdní vrstvě. Ve větších půdních hloubkách zůstává však teplota půdy v porostech většinou chladnější než v bezlesí. Tak ve 100 cm byla půda teplejší v porostech v zimním období až do dubna 1954, v zimě 1955 naměřili jsme nepatrně teplejší půdu pouze ve smíšené dubině.

Rozdílný mikroklimatický charakter v porostech různé druhové skladby je závislý na hustotě zápoje jednotlivých dřevin. Větší zápoj, zejména tvořený smrkem, vždy pomaleji reaguje na vlivy počasí. Ráno je v plně zapojeném smrkovém porostu téměř úplně zachyceno šikmo dopadající sluneční záření korunami stromu. Zahřívání půdy nastává zde výhradně difúzním zářením a dlouhovlnným odraženým zářením. Přibývajícím dnem přibývá většinou oblačnosti a další přímé sluneční záření nemění již podstatně situaci na povrchu půdy.

Teplota půdy je ovlivňována ovšem také fyzikálně-tepelnými vlastnostmi půdy, které jsou, při jinak stejném druhu půdy, závislé na její vlhkosti. Voda má průměrně dvakrát větší tepelnou kapacitu než minerální součásti půdy a průměrně dvacetkrát větší tepelnou vodivost než půdní vzduch, který má tepelnou vodivost průměrně stokrát menší než pevné částice půdy. Vlhké půdy mají větší tepelnou jímavost i větší tepelnou vodivost než půdy suché. Suchá kyprá půda se silně zahřívá na svém povrchu a nepředává teplo do spodních vrstev tak rychle jako vlhká půda.

Schopnost půdy k prohřívání vyjadřuje poměr mezi tepelnou vodivostí a tepelnou kapacitou půdy, tzv. koeficient teplotní vodivosti půdy. Zvyšováním půdní vlhkosti stoupá koeficient teplotní vodivosti až do určitého bodu, pak nastává jeho pokles.

I když se k lesní půdě dostane méně srážkové vody než v bezlesí, dovede si les vodu v půdě lépe udržet. V době s převládající spotřebou vody rostlinami jsou lesní půdy vlhčí než půdy v bezlesí. Nejvlhčí půdy jsme naměřili v plně za-

pojené nesmíšené smrčíně s omezeným výparem z půdy, ale i bez přízemní vegetace, tedy i bez transpirace ve spodní vrstvě porostu.

Čím pevnější je korunový zápoj, zejména tvořený smrkem, tím menší je kolísání teploty vzduchu uvnitř porostu i na povrchu půdy. Tato skutečnost je velmi důležitá pro podsadbu pod matečným porostem.

Stimulační účinek kolísání teploty na rozvoj mnohých rostlin a zvířat je již známý. Fyziologické pochody rostlin probíhají převážně pod vlivem teploty. Poněvadž teplota rostlin je všeobecně jen málo umírněnější než teplota půdního povrchu, probíhá látková výměna rostlin v závislosti na teplotě půdního povrchu stanoviště rostliny. Látkové ztráty dýcháním v noci musí být na teplejší lesní půdě pod starým porostem větší než na chladnější volné ploše. Naopak zase asimilace musí ve dne probíhat na teplejší volné půdě intenzivněji než na chladnější půdě v lese. Na mladé kultuře pod starým porostem může nastat následkem teplotních a světelných poměrů i ta okolnost, že noční látková ztráta dýcháním může být větší než ve dne asimilací vytvořená hmota. Když pak jsou tyto poměry trvalé, nastává i smrt mladé rostliny.

Ovšem na druhé straně silně prořídle porosty jsou z mikroklimatického hlediska opět nevhodné. Podle měření prováděném Göhrem a Lützkem v Eberswaldě v mezernatém rozdílně vysokém hodně keřovitém porostu, který má charakter většiny přípravných a krycích porostů, mají tyto mezernaté porosty se stupňovitým zápojem velmi extrémní průběh teploty s vysokými maximy a nízkými minimy v přízemní vrstvě vzduchu, a to ještě extrémnější než na volné ploše. Takové porosty tedy ztrácejí jim připisovanou nejdůležitější funkci ochranného porostu.

Špatný vzrůst mladé kultury pod zapojenými porosty není ovšem způsoben pouze vlivem malých teplotních amplitud. Na vzrůst kultury působí nejen poměry vlhkostní, ale i světelné. Světelné paprsky jsou korunami stromů zadržovány a pouze část jich proniká k lesní půdě. Dovnitř porostů dostává se většinou světlo rozptýlené (difuzní). Přímé světlo se dostává dovnitř porostu pouze mezerami v korunovém zápoji. Největší relativní světelný požitek (tj. poměr mezi osvětlením v porostu a na volné ploše) za přímého slunečního svitu naměřili jsme v porostu dubu s borovicí (v průměru 31 %), kde je také půda hojně porostlá bylinnou vegetací i dubovým náletem. Nejméně světla dostává půda nesmíšené stejnověkové smrčiny (v průměru 12 %). Půda zde také zůstává bez přízemní vegetace se surovým, špatně se rozkládajícím smrkovým humusem. Ve smrkovém porostu s podrostem jeřábu objevuje se s průměrným osvětlením půdy kolem 22 % ve srovnání s bezlesím již i přízemní vegetace.

Korunami stromů je však světlo i filtrováno a dovnitř porostu se dostává světlo změněné ve spektrálním složení. Listy rostlin silně absorbují z viditelného záření paprsky kolem 670 m μ , tj. v oblasti červené barvy. Mladá kultura pod porostem dostává tudíž nejen málo světla, ale i světlo ochuzené o nejúčinnější část.

Z á v ě r

Vliv porostů různé druhové skladby a různého stáří na mikroklimatické poměry studujeme v účelových porostech v polesí Jíloviště — na Baních — jižně od Prahy. Fytocenologicky náleží studovaná lokalita do oblasti svěžích a teplých doubrav. Smrkové porosty zde byly zavedeny umělou kulturou, a i když jsou

vzrůstově dobré, jsou napadány červenou hnilobou a václavkou. Mikroklimatická měření provádíme jednak ve smíšeném porostu dubu s borovicí VI. věkové třídy (11 a₁), který považujeme za stanovišti vyhovující, jednak ve stejně starém porostu smrkovém s jednotlivě vtroušenými dřevinami (bor, md, db) s hojným podrostem, zejména jeřábem, dosahujícím úrovně spodní etáže (16 b₁), dále pak v nesmíšené stejnověké a plně zapojené smrčině (16 b₂).

Nesmíšený, stejnověký smrkový porost zadržuje i ve svém vysokém věku velmi intenzivně sluneční paprsky. Dovnitř smrkového porostu se dostává pouze asi 12 % světelné intenzity. Oteplování vzduchu i půdy je zde velmi pozvolné, amplituda teploty vzduchu i půdního povrchu je zde velmi malá. Na jaře i v létě zůstává vzduch i půda mnohem chladnější. Příměsí listnáčů do smrkových porostů zvyšuje se přístup světelných i tepelných paprsků.

Ve světlém porostu dubu s borovicí se vytvářejí nejmenší rozdíly mezi tímto porostem a bezlesím. Půda je silně porostlá přízemní vegetací.

Amplituda teploty vzduchu a povrchu půdy je zejména ve smrkových porostech značně menší než v bezlesí. Malá teplotní amplituda ovlivňuje pak spolu s poměry světelnými a vlhkostními vzrůst nového porostu pod porostní ochranou.

Literatura

1. Baumgartner A.: Über die Unterschiede in den klimatischen Wuchsbedingungen einer freien und einer birkenüberstellten Wiederaufforstungsfläche. Forstwiss. Centralblatt, 1956. — 2. Dunikowski S.: Badanie nad przebiegiem skrajnych temperatur powietrza w Wielkopolskim Parku Narodowym. Roczniki Nauk Lesnych, 1956. — 3. Geiger R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1942. — 4. Göhre K., Lützke R.: Der Einfluß von Bestandesdichte und struktur auf das Kleinklima im Walde. Archiv f. Forstwesen, 1956. — 5. Kuzmin P. P.: Vlijanie lesa na snegotajanie. Trudy GGI, Leningrad 1954. — 6. Luščev A. A., Petrovskij J. S.: Svedenija o meteorologičeskom režime v lesnych nasazdenijach. Trudy VNIILCH, 1939. — 7. Mařan B.: Biologie lesa. Praha 1948. — 8. Mařan B., Kabeláčová E.: Vliv holin a lesních porostů různé druhové skladby na mikroklima a půdu ve státně vodohospodářsky důležité oblasti Beskyd. Sborník ČSAZV-Lesnictví, 1955. — 9. Obminski Z.: Badanie nad klimatem siedliskowym borow BPN. Roczniki Nauk Lesnych, 1956. — 10. Pasák V.: Příspěvek k světelnému mikroklimatu lesních porostů. Meteorologické zprávy, 1953. — 11. Pasák V.: Mikrometeorologická a hydrologická měření v kmenovém prostoru lesa. Vědecké práce VÚZLM, 1957. — 12. Polanský B.: Mikroklimatická studia v lese. Zprávy VÚZ, 1932. — 13. Sapožnikova S. A.: Mikroklima a místní klima. Praha 1952. — 14. Seybold A.: Über den Lichtfaktor photophysiologische Prozesse. Jahrbuch für wiss. Botanik, 1936. — 15. Stružka V.: Meteorologické přístroje a měření v přírodě. Praha 1956. — 16. Svoboda P.: Život lesa. Praha 1952. — 17. Tomanek J.: Badania nad przebiegiem skrajnych temperatur powietrza w biotopach lesnych BPN. Roczniki Nauk Lesnych, 1951.

Влияние состава лесонасаждений на температуру воздуха и почвы в насаждении

Изучение влияния насаждений разного видового состава и разного возраста на микроклиматические условия проводится в опытных лесонасаждениях в по- лесье Иловиште — на Баних — южнее Праги. Фитоценологически изучаемое место-

произрастание относится к области свежих и теплых дубрав. Еловые насаждения были здесь введены искусственной культурой и хотя они по своим ростовым способностям и хороши, они легко поражаются красной гнилью и опенками. Микроклиматические измерения проводятся как в смешанных насаждениях дуба и сосны VI возрастной категории (11 а), которые считаются для данного местопроизрастания подходящими, так и в еловых лесонасаждениях одинакового возраста с отдельно вкрапленными древесными породами (сосна, лиственница, дуб) с густым подлеском, особенно рябиной, достигающим уровня нижнего яруса (16 б₁), а также в несмешанном разновозрастном и полностью сомкнутом ельнике (16 б₂).

Несмешанные разновозрастные еловые насаждения и при своем высоком возрасте весьма интенсивно задерживают солнечные лучи. Внутрь елового лесонасаждения проникает только около 12 % всей интенсивности света. Согревание воздуха и почвы здесь весьма постепенно, амплитуда температуры воздуха и почвенной поверхности очень мала. Весной и летом воздух и почва остаются более холодными. Путем вкрапливания лиственных пород в еловые насаждения повышается доступ световых и тепловых лучей.

В светлом насаждении дуба с сосной создается самая небольшая разница между этим насаждением и безлесьем. Почва отличается обильной наземной вегетацией.

Амплитуда температуры воздуха и поверхности почвы особенно в еловых насаждениях значительно меньше, чем в безлесьи. Малая амплитуда температуры совместно с условиями освещенности и влажности оказывает влияние на рост нового лесонасаждения под пологом леса.

Einfluß der Holzartenzusammensetzung auf die Luft- und Bodentemperatur der Waldbestände

Das Studium des Einflusses der Waldbestände von verschiedener Holzartenzusammensetzung und von verschiedenem Alter auf die mikroklimatischen Verhältnisse wird in den Versuchsbeständen des Forstreviers Jíloviště „Na Baních“, südlich von Prag durchgeführt. Phytozoölogisch gehört die untersuchte Lokalität zum Bereich der frischen und warmen Eichenbestände. Die Fichtenbestände wurden hier künstlich angelegt, und obwohl dieselben vom Wuchsstandpunkt aus gut sind, werden sie oft durch Rotfäule und Hallimasch befallen. Mikroklimatische Messungen werden teils in einem Eichen-Kiefern-Mischbestand von VI. Altersklasse (11 a₁), der als standortsgerecht betrachtet werden kann, teils in einem gleichaltrigen Fichtenbestand mit einzeln beigemischten Holzarten (Fi, Lä, Eiche) und mit üppigem Unterwuchs, insb. Eberesche, der das Niveau der Unteretage (16 b₁) erreicht, und schließlich in einem ungemischten gleichaltrigen und vollgeschlossenen Fichtenbestande (16 b₂) durchgeführt.

Der ungemischte gleichaltrige Fichtenbestand hält auch in seinem Hochalter die Sonnenstrahlen sehr intensiv ein. In das Innere des Fichtenbestandes dringt nur eine kleine Menge von Lichtintensität (cca 12 %) ein. Die Luft- und Bodenerwärmung tritt hier nur sehr allmählich auf und die Temperaturamplitude der Luft und der Bodenoberfläche ist hier sehr gering. In Frühling und Sommer bleibt die Luft und der Boden in solchen Beständen ziemlich kühler. Durch die Beimischung von Laubhölzern in die Fichtenbestände nimmt das Eindringen der Licht- und Wärmestrahlen zu.

Im lichten Eichen-Kiefernbestande entstehen auch die kleinsten Unterschiede zwischen diesem Bestand und der Freifläche. Der Boden ist stark mit Bodenvegetation bedeckt.

Die Temperaturamplitude der Luft und der Bodenoberfläche ist insbesondere in den Fichtenbeständen ziemlich kleiner als in den Freiflächen. Die kleine Temperaturamplitude gesamt mit Licht- und Feuchtigkeitsverhältnissen beeinflussen daher das Wachstum des neuen Bestandes unter dem Bestandesschirm.

- Jonáš F.: Příspěvek k poznání chemických vlastností zemin na některých výsypkách v oblasti SHD — III. sdělení
 К вопросу определения химических свойств почв на некоторых терриконах в области Северочешского бурогоугольного бассейна
 Beitrag zur Erkenntnis von chemischen Bodeneigenschaften einiger Kippen im Nordböhmischem Braunkohlenrevier 585
- Pasák V.: Vliv skladby lesních porostů na teplotu vzduchu a půdy v porostu
 Влияние состава лесонасаждений на температуру воздуха и почвы в насаждении
 Einfluß der Holzartenzusammensetzung auf die Luft- und Bodentemperatur der Waldbestände 603

Nezapomeňte si zajistit

Sborník ČSAZV-Lesnictví č. 8-9,

který přináší tyto články na téma „Význam odrůd lesních dřevin a jejich využití v praxi“:

Doc. dr. inž. M. Vyskot: Význam odrůd lesních dřevin a jejich využití v lesnické praxi. — Úvodní příspěvek.

A. D. Bukštyňov, člen korespondent VASCHNIL, SSSR: Otázka obnovy cenných druhů dřevin v lesním hospodářství SSSR.

Doc. O. Langlet, Švédsko: Těžiště provenienčního výzkumu borovice a smrku.

Prof. P. Bouvarel, Francie: Rychlá diagnostika odolnosti proti suchu u smrku francouzských proveniencí.

Prof. T. Ruden, Norsko: Výzkum odrůd a šlechtitelské pokusy v norském lesnictví.

Prof. E. Rohmeder, NSR: Příklady převahy cizích proveniencí nad domácí stanovištní odrůdou u dřevin *Pinus silvestris* a *Picea ab.*

Dr. O. Schröck, NDR: Předpoklady a zakládání lesnických provenienčních pokusů.

Ing. K. Thümler, NDR: Introdukce borovice *Pinus contorta* — problém provenience.

Doc. A. Gančev, BLR: Využití druhů dřevin k zalesňování s ohledem na získávání velmi cenných a produktivních porostů v Bulharsku.

Doc. J. Gál, MLR: Úloha různých odrůd topolů v lesním hospodářství MLR.

Dr. G. Vincent: Výsledky provenienčních pokusů v Čechách a na Moravě.

Inž. T. Štastný: Výsledky 50ročních provenienčních pokusů s borovicou sosnou a smrekovcem na Slovensku v polesí Likavka.

Inž. L. Lehotský: Vplyv nadmorskej výšky na kvalitu semena smreku obyčajného a borovice sosny a vývoj sadeníc borovice sosny.

H. Cvrkal: Použití metody chromatografie plyn-kapalina k rozlišování fyziologických odrůd jehličnanů.

Inž. K. Kaňák: Statická diagnóza odrůd borovice lesní.

Prof. J. Kantor: Problematika hospodářsky významných odrůd lesních dřevin.

Inž. B. Vinš: Srovnávací pokusné výsadby lesních dřevin.

Inž. V. Samek: Stanovištně-typologické základy rajónizace odrůd lesních dřevin a zakládání provenienčních pokusů.

Uvedené práce našich i cizích autorů přinášejí nové vědecké poznatky se širokým zaměřením na praxi a budou jistě zajímat četné čtenáře.

Sborník ČSAZV Lesnictví č. 8-9 si můžete objednat za Kčs 24,— u:

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD, PRAHA XII,

Slezská 7,

Poštovního novinového úřadu, Brno, tř. Obránců míru 2.