

L. Hanzalová, V. Peřina, J. Seifert:

Vliv ohně na biologickou složku půdy.

Jednou z hlavních překážek, na kterou naráží přeměna smrkových monokultur, je degradace půdy, která se projevuje v počátečních stadiích převládáním nepříznivých pochodů v humusové vrstvě a později menšími nebo většími poruchami v celém profilu. Trvalé pěstování monokultur téhož druhu má na půdu vždy nepříznivý vliv. U smrčin je tento vliv zvláště silný a rychlost působení zvýšena. Je to způsobeno tím, že pěstební technika smrčin vede k vytváření nepříznivých podmínek mikroklimatu, jejichž následek je hromadění opadu a tvorba surového humusu v míře daleko větší než u jiných dřevin. Surový humus brání přirozenému i umělému zmlazení lesa a je nutno hledat cesty k jeho odstranění. Nejjednodušší cestou je prosvětlení lesa. Avšak tam, kde je nebezpečí zabuření třtinou, je tento způsob nevhodný, protože třtina je horší překážkou zmlazování než surový humus. Mechanické odstranění humusu je poněkud vhodnější, ale vede obvykle ke ztrátě živin. Přesto bude nutno tomuto způsobu v budoucnu věnovat velkou pozornost.

V praxi existuje jeden způsob odstraňování humusu, který zabezpečuje využití téměř všech živin obsažených v surovém humusu, a to spalování. Na severu Evropy, v Sovětském svazu a ve Švédsku, jsou vypracovány způsoby, jak odstranit humus ohněm bez nebezpečí vyvolání lesního požáru. I u nás jsou v tomto směru konány pokusy. Před mechanickým odstraňováním surového humusu má tu přednost, že vede zároveň ke zmenšení půdní kyselosti a provádí částečnou sterilisaci půdy.

Hodnota půdy je závislá na mikrobiologických pochodech v ní probíhajících. V půdách smrčin je směr těchto pochodů nepříznivý půdní úrodnosti. Působíme-li na půdu ohněm, půda se částečně sterilisuje a většina mikrobiologických pochodů se na čas zastaví. Jejich obnova však začne za úplně nových podmínek výživy a za nových podmínek mikroklimatických. To vede k stoupání životní činnosti mikroorganismů a tím i k zvýšení půdní úrodnosti. Údobí klidu, vyvolané částečnou sterilisací, je různě dlouhé. Lesník však za účelem stanovení vhodné doby pro setbu potřebuje znát dobu, kdy toto stadium končí a nastává údobí zvýšené mikrobiální činnosti. Cesta k stanovení obou údobí je dána mikrobiologickou analýsou.

Za účelem stanovení základních pochodů v půdě, na níž byl spálen surový humus, byla v ústavu prof. K l i k y (geobotanické odd. katedry botaniky přír. fak. Karlovy university) provedena řada mikrobiologických rozborů, a to v půdách, ze kterých byl odstraněn surový humus požárem. První stanovení bylo provedeno začátkem května asi měsíc po požáru. Další stanovení byla provedena v srpnu a začátkem října.

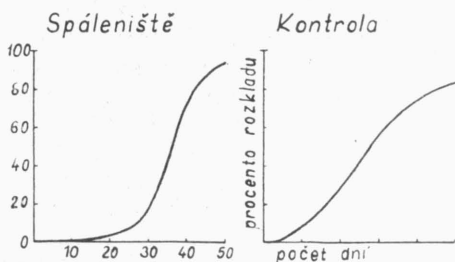
Vzorky k mikrobiologickému studiu byly odebírány jednak na ploše zasažené požárem, jednak ve zbytcích smrčiny, která přímo se spáleništěm sousedí. Vzhledem k tomu, že pás lesa, ze kterého byly kontrolní vzorky odebrány, byl později vykácen, přibráli jsme ještě vzorky z míst, která leží dále od spále-

niště, ale pod stromovým pokryvem. Při prvním odběru byly odebrány též vzorky z doubravy, která sousedí přímo se spáleništěm a byla též požárem zasažena. Později jsme od pozorování v doubravě upustili, protože se ukázalo, že nemáme k dispozici vhodnou kontrolní plochu. Původně vybraná kontrolní plocha se ukázala po vytvoření podrostu zcela odlišnou od typu zasaženého požárem.

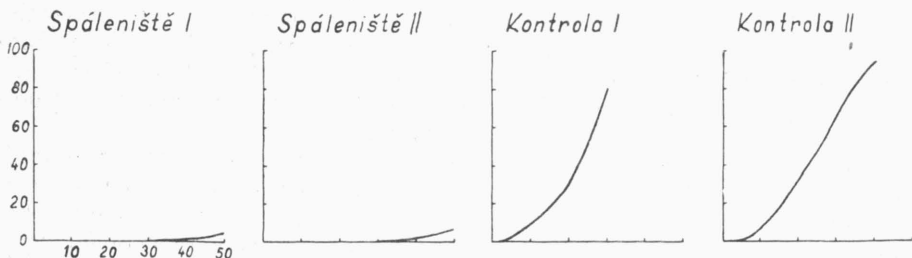
Stupeň rozkladu celulosy.

v doubravě

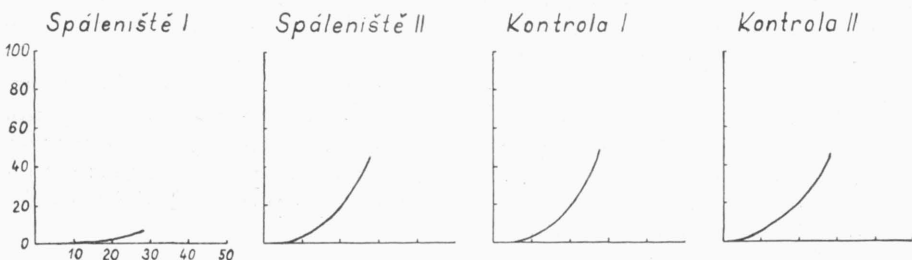
Vzorky odebrány začátkem května



ve smrčíně a na spáleništi



Vzorky odebrány začátkem října



Prvních 6 grafů zachycuje průběh rozkladu celulosy v půdě odebrané na jaře. Poslední 4 grafy ukazují rozklad celulosy na spáleništi a ve smrčíně v půdě odebrané na podzim. Na ose x je doba pozorování (počet dní) a na ose y množství rozložené celulosy (v procentech).

V odebraných vzorcích jsme stanovili počet mikroorganismů rostoucích na masopeptonovém agaru (MPA) a počet sporulujících forem. Při druhém a třetím odběru vzorků jsme použili V i n o g r a d s k é h o přímé metody ke stanovení celkového počtu mikrobů v půdě. V závěrečných fázích bylo složení mikroflory studováno C h o l o d n y h o metodou otisků. Rozklad celulosy, který se projevil jako dobrý ukazovatel biologické aktivity, byl sledován na proužcích filtračního papíru a půdních deskách, a stupeň rozkladu byl určován v desíti až čtrnáctidenních lhůtách.

Uhlík byl stanoven metodou W a l k e y - B l a c k o v o u modif. N o v á k e m a P e l í š k e m. Koncentrace vodíkových iontů byla stanovena potenciometricky ve vodním roztoku 1:2,5 s pomocí chinhydronové elektrody. Uhlíčitaný byly určeny volumetricky.

Výsledky rozborů jsou zachyceny v tabulkách.

Tabulka 1

Plocha	% CaCO ₃	% C	% N	C: N	pH	Počet bakterií na MPA (v 1 g půdy)	Počet bacilů v 1 g půdy	Množství bakterií a bacilů převedeno na 1 g uhlíku	
								Bakterie na MPA	Bacily
Smrk:									
Spáleniště ...	0,71	8,8	0,72	12,4	4,0	18 · 10 ³	6 · 10 ³	222 · 10 ³	68 · 10 ³
Kontrola	0,84	2,6	0,2	13	4,0	58 · 10 ³	15 · 10 ³	2240 · 10 ³	578 · 10 ³
Dub:									
Spáleniště 0—3	0,84	0,9	0,07	12,5	4,5	115 · 10 ³	12 · 10 ³	12 800 · 10 ³	1 330 · 10 ³
Spáleniště 3—10	0,50	1,2	0,1	12	4,0	270 · 10 ³	25 · 10 ³	22 800 · 10 ³	2 920 · 10 ³
Kontrola	0,66	2,8	0,28	10	4,3	1 120 · 10 ³	235 · 10 ³	40 000 · 10 ³	8 400 · 10 ³

V tabulce č. 1 jsou zachyceny výsledky rozborů vzorků odebraných začátkem května. Vidíme z nich, že požár značně snížil množství mikroorganismů rostoucích na MPA, a to jak forem nesporulujících, tak i sporulujících. Koncentrace vodíkových iontů (pH) zůstává stejná na spáleništi smrčiny i na kontrolní ploše. Největší rozdíl mezi půdou zasaženou požárem a kontrolou se jeví v obsahu uhlíku, který po opálení prudce stoupl. Stejně se zvedl i obsah dusíku. Ježto jde jak u plochy požárem zasažené tak i u kontroly o stejný horizont, je možno hledat vysvětlení v tom, že během požáru došlo k destilaci organických látek a prosycení jimi hlubších vrstev půdy.

Z výsledků rozborů z doubravy neděláme závěry z důvodů uvedených výše.

Snížení biologické aktivity na opálené půdě je zřejmé též z rozkladu celulosy (viz graf). Zde je vidět, jak rozklad celulosy na zasažené ploše téměř neprobíhá, zatím co na kontrole je docela normální a značně intenzivní.

Při odebrání vzorků v polovici srpna byly poměry na spáleništi smrčiny značně změněné. Většina plochy zůstala sice bez vegetace, ale na některých místech již došlo k obnově vegetačního pokryvu. Ve větším množství se vyskytl šťovík a třtina. Proto byly vzorky odebrány i z rhizosféry těchto rostlin. Výsledky rozboru jsou uvedeny v tabulce č. 2 a č. 3. Tabulka č. 3 obsahuje výsledky mikrobiologických rozborů přepočtené (podobně jak tomu bylo i v části tabulky č. 1) na 1 gram uhlíku jako základ. Tohoto způsobu

užíváme v tom případě, kdy porovnáváme zastoupení mikroorganismů v půdách o různém obsahu uhlíku. Činíme tak proto, že činnost mikrobů je přímo na uhlík vázána a převedením výsledků analys na uhlíkovou jednotku nás přesněji seznámí s intenzitou mikrobiálních pochodů.

Tabulka 2

Plocha	pH	% C	Počet bakterií na MAP (v 1 g půdy)	Počet bacilů v 1 g půdy	Celkové množství mikroorganismů určených metodou Vinogradského		
					tyčinky	kokky	celkem
Spáleniště (volná plocha)	4,9	1,3	120 . 10 ³	15 . 10 ³	73,5 . 10 ⁶	95,0 . 10 ⁶	168,5 . 10 ⁶
Kontrola	3,9	2,5	85 . 10 ³	16 . 10 ³	76,5 . 10 ⁶	37,6 . 10 ⁶	113,1 . 10 ⁶
Spáleniště s <i>Rumex</i> sp.	4,2	2,1	150 . 10 ³	12 . 10 ³	100,0 . 10 ⁶	98,0 . 10 ⁶	198,0 . 10 ⁶
Spáleniště s <i>Calamagrostis</i>	4,8	2,0	230 . 10 ³	14 . 10 ³	56,0 . 10 ⁶	30,5 . 10 ⁶	86,5 . 10 ⁶
Kontrola	4,1	2,6	80 . 10 ³	16 . 10 ³	28,8 . 10 ⁶	55,0 . 10 ⁶	83,8 . 10 ⁶

Tabulka 3

Plocha	Počet bakterií na MPA	Počet bacilů	Celkové množství mikroorganismů určených metodou Vinogradského		
			tyčinky	kokky	celkem
Spáleniště (volná plocha)	9 240 . 10 ³	1 153 . 10 ³	5 650 . 10 ⁶	7 300 . 10 ⁶	12 950 . 10 ⁶
Kontrola	3 400 . 10 ³	640 . 10 ³	3 060 . 10 ⁶	1 504 . 10 ⁶	4 564 . 10 ⁶
Spáleniště s <i>Rumex</i> sp.	7 125 . 10 ³	570 . 10 ³	4 700 . 10 ⁶	4 640 . 10 ⁶	9 340 . 10 ⁶
Spáleniště s <i>Calamagrostis</i>	11 500 . 10 ³	700 . 10 ³	2 800 . 10 ⁶	1 525 . 10 ⁶	4 325 . 10 ⁶
Kontrola	3 080 . 10 ³	616 . 10 ³	1 109 . 10 ⁶	2 059 . 10 ⁶	3 168 . 10 ⁶

Celkem je možno říci, že v polovině srpna, t. j. přibližně čtyři měsíce po požáru, byla již biologická aktivita půdy zasažené ohněm přibližně na stejné výši jako půdy kontrolní. Z výsledků je však patrné, že zaměření půdních procesů bylo v půdě zasažené požárem jiné než v půdě kontrolní. Vidíme to zejména ze značně většího množství bakterií rostoucích na maso-peptonovém agaru, které ukazuje na přítomnost rozkladačů bílkovin a organického dusíku. V rhizosféře šťovíku došlo k velkému zvýšení bakterií, hlavně nesporelujících. Zato zde klesl počet plísň (tabulka 4). Velkou odchylku od kontrolní půdy vykazuje půda s porostem třtiny (*Calamagrostis epigeios*). Ačkoliv celkové množství mikroorganismů v rhizosféře této rostliny je přibližně stejné jako v půdě kontrolní, je obsah bakterií rostoucích na MPA téměř trojnásobný a přepočteme-li výsledky na uhlík, tedy téměř čtyřnásobný.

Plocha	Množství plísni na Czapek-Dox
Spáleníště volná plocha	93 600
Kontrola	121 000
Spáleníště s <i>Rumex</i> sp.	37 600
Spáleníště s <i>Calamagrostis</i> sp.	510 000
Kontrola	93 000

Poslední vzorky byly odebrány začátkem října, a to jednak z holých ploch spáleníště (I), jednak z ploch zarostlých vegetací (II). Vzorky II však nepocházejí z rhizosféry, nýbrž z volné půdy. Kontrola je jednak z odlesněného pásu, jednak ze smrčiny zpod stromů. Výsledky rozborů jsou obsaženy v tabulkách č. 5 a č. 6. Z rozborů vidíme, že množství mikroorganismů na plochách zasažených požárem se zvětšilo jak relativně (přepočteno na uhlík), tak i absolutně. Je zajímavé, že i volná půda mezi vegetací obsahuje téměř dvojnásobné množství bakterií rostoucích na MPA než půda holá, při menším počtu bacilů. Z rozboru vyplývá i jiný zajímavý fakt. Totiž že mezi půdou smrčiny, která byla během léta odlesněna a okrajem smrčiny (kontrola II) není prakticky žádný rozdíl co do obsahu a zastoupení jednotlivých skupin mikroflory.

Tabulka 5

Plocha	pH	% CaCO ₃	% C	Počet bakterií v 1 g půdy (na MPA)	Počet bacilů v 1 g půdy	Celkové množství mikroorganismů určené metodou Vinogradského		
						tyčinky	kokky	celkem
Spáleníště I.	4,4	1,08	1,1	125 · 10 ³	18 · 10 ³	180 · 10 ⁶	50 · 10 ³	230 · 10 ⁶
Spáleníště II.	4,4	1,07	1,4	274 · 10 ³	12 · 10 ³	120 · 10 ⁶	90 · 10 ³	210 · 10 ⁶
Kontrola (bez stromů)	4,1	1,15	2,5	79 · 10 ³	16 · 10 ³	80 · 10 ⁶	30 · 10 ³	110 · 10 ⁶
Kontrola (pod stromy)	4,0	1,24	2,25	53 · 10 ³	19 · 10 ³	95 · 10 ⁶	25 · 10 ³	120 · 10 ⁶

Tabulka 6

Plocha	Počet bakterií v 1 g půdy (na MPA)	Počet bacilů v 1 g půdy	Celkové množství mikroorganismů určené metodou Vinogradského		
			tyčinky	kokky	celkem
Spáleníště I.	11 560 · 10 ³	1 665 · 10 ³	16 650 · 10 ⁶	4 650 · 10 ⁶	21 300 · 10 ⁶
Spáleníště II.	25 600 · 10 ³	1 120 · 10 ³	11 200 · 10 ⁶	8 400 · 10 ⁶	19 600 · 10 ⁶
Kontrola (bez stromů)	3 160 · 10 ³	640 · 10 ³	3 190 · 10 ⁶	1 200 · 10 ⁶	4 390 · 10 ⁶
Kontrola (pod stromy)	2 350 · 10 ³	843 · 10 ³	4 220 · 10 ³	1 100 · 10 ⁶	5 330 · 10 ⁶

Abychom získali přehled o rozmístění jednotlivých složek mikroflory použili jsme Cholodnyho metody otisků. Zejména nás zajímalo zastoupení plísní, které nám mohlo dát představu o tom, do jaké míry jsou zastoupeny těžko rozložitelné organické látky.

Všimněme si jednotlivých otisků blíže:

Spáleníště I.

Nápadný je velký počet plísní. Aktinomycety jsou zastoupeny méně. Bakteriální obraz je dosti složitý a bohatý. Bakterie nejsou soustředěny kolem center, ale jsou rozmístěny po celé ploše. Kokky jsou přítomny.

Spáleníště II.

Plísně zde značně ustoupily do pozadí a na některých místech docela chybí. Převládají krátké tyčinky a kokky. Převaha autochtonní mikroflory.

Kontrola

Plísně jsou soustředěny kolem organických zbytků. Aktinomycety jsou přítomny ve větším množství než na S. I. Z ostatní mikroflory jsou nápadné dlouhé tyčinky. Bakteriální mikroflora je soustředěna kolem center rozmístěných po celé ploše.

Z otisků Ch o l o d n y h o vidíme stejně markantně rozdíl mezi plochami holými a zaujatými vegetací. Zdá se, že na těchto plochách, kterým se vegetace až dosud vyhýbá, jsou přítomny těžko rozložitelné organické látky, vzdorující bakteriálnímu rozkladu. Rozdíl by bylo možno též vysvětlit tím, že celá plocha byla během požáru vystavena různé teplotě a tím vznikají i rozdíly v nynějším stavu.

Podobný obraz jako otisky Ch o l o d n y h o nám ukazuje rozklad celulosy. Zatím co na ploše spáleníště, kterou označujeme II, dosahuje rozklad stejných hodnot jako rozklad na kontrolní půdě, zůstává plocha označená I značně pozadu. (Viz graf.)

Z á v ě r

Na ploše zasažené požárem došlo k obnovení biologické aktivity během čtyř měsíců. Obnova však nepostupovala po celé ploše rovnoměrně. Na některých místech se objevila vegetace a tato místa, jak jsme zjistili, byla bohatší mikroflorou. Směr biologických pochodů v půdě byl jiný než na ploše kontrolní. Počet mikroorganismů se na spáleníšti zvýšil a dosáhl nejvyššího čísla při podzimním odběru vzorků. Na kontrolních plochách se počet mikroorganismů téměř nezměnil.

Množství uhlíku, které po požáru značně stoupl, během léta kleslo pod úroveň uhlíku v kontrolní půdě. Tam, kde se objevila vegetace, udržela se hladina uhlíku blízká kontrole.

Koncentrace vodíkových iontů, která v kontrolní půdě nevykazovala téměř výkyvů, dosáhla na spáleníšti v polovině srpna hodnoty téměř o jeden stupeň vyšší než v kontrole. V říjnu se koncentrace vodíkových iontů poněkud snížila, ale přesto zůstala vyšší než v kontrole.

Zvýšení obsahu uhličitanu vápenatého nesouvisí s vlivem ohně na půdu. Bylo pozorováno i na kontrolních plochách, a souvisí patrně s odbouráváním organických látek bohatých na vápník.

Všechny rozborы ukazují, že se vytvořily působením ohně na půdy podmínky zvýšení půdní úrodnosti a že po biologické stránce nemůže být námitek proti použití ohně na odstraňování surového humusu, vytvořeného nesprávným hospodařením v našich lesích.

Резюме.

Влияние обжога на биологические свойства лесной почвы.

На поверхности постигнутой пожаром дошло в течение четырех месяцев к обновлению биологической активности. Обновление, однако не шло равномерно по всей поверхности. Растительность появилась на некоторых местах и эти места, как мы установили, обладали более богатой микрофлорой. Направление биологических процессов в почве было иное, чем на контрольной поверхности. Количество микроорганизмов на пожарище увеличилось и достигло наибольшего числа при осеннем взятии образцов. На контрольных плоскостях количество микроорганизмов почти не изменилось.

Количество углерода, которое после пожара значительно повысилось, в течение лета понизилось на уровень углерода в контрольной почве. Там, где появилась растительность, удержался уровень углерода близким контролю.

Концентрация водородных ионов, которые в контрольной почве не показывала почти колебаний, достигла на пожарище в половине августа прибыли почти на один градус более высокого, чем в контроле. В октябре концентрация водородных ионов понизилась, но несмотря на это осталась более высокой, чем в контроле. Повышение содержания углекислого кальция не находится в связи с действием огня на почву. Было наблюдаемо и на контрольных плоскостях и, вероятно, находится в связи с разрушением органических веществ богатых кальцием.

Все анализы показывают, что благодаря действию огня на почву образовались условия к повышению почвенной плодородности для древесных пород и что с биологической стороны не может быть возражений против применения огня для отстранения сырьевого гумуса, образованного неправильным хозяйством на наших почвах.

