

Halmafbrændingens mikrobiologiske virkninger

Effects of straw burning on soil microflora

T. Vincents Nissen

Resumé

Virkningen af halmafbrænding på jordbundens mikroflora er i årene 1973–75 undersøgt, dels i markforsøg ved Rønhave og Roskilde forsøgsstationer, dels i forsøg ved Bakteriologisk afdeling, Statens Planteavls-Laboratorium, Lyngby.

Halmafbrændingen har forårsaget ændringer i jordens temperatur, vandindhold og pH.

De mikrobiologiske analyser viser en tydelig, men kortvarig reduktion i skimmelsvampefloraen og en mindre reduktion i bakteriefloraen under halmstrengene, men ikke mellem disse. Reduktionerne udlignedes efter 14 dages forløb, formentlig på grund af indvandring af mikroorganismer fra arealet mellem halmstrengene, fra dybere jordlag og fra mulige »øer« i de afbrændte arealer.

Det konkluderes, at sandsynligheden for varig skade på jordbundens mikroflora som følge af halmafbrænding er ringe.

Nøgleord: Halmafbrænding, jordbundsmikroflora.

Summary

The effect of straw burning on the microflora of agricultural soils in Denmark in the years 1973–1975 has been estimated by plate counts of bacteria and fungi. A distinct reduction in the number of fungi and a smaller reduction in the number of bacteria has been seen in the field soil, but the reductions had a transient character. It is concluded, that straw burning does no permanent damage to the soil microflora.

Key-words: Straw burning, soil microflora.

Indledning

Som følge af en forespørgsel i Folketinget 1972 om de mulige skadelige virkninger af halmafbrændingen efter høsten på danske marker, indkaldte Miljøstyrelsen sagkyndige fra forskellige side til drøftelser af problemerne. Der udarbejdedes derpå i 1973 et notat om den hidtil kendte viden om forholdet.

Ved studiet af litteraturen viste det sig, at der kun forelå sparsomme oplysninger om halm-

afbrændingens indflydelse på jordbundens mikroorganismer og lavere dyreliv. Ved Bakteriologisk afdeling, Statens Planteavls-Laboratorium, Lyngby, besluttede man derfor at optage undersøgelser over afbrændingens virkning på mikroorganismene. Et tilsvarende studium af halmafbrændingens mulige skader på det lavere dyreliv påbegyndtes ved Zoologisk afdeling, Statens plantepatologiske Forsøg, Lyngby.

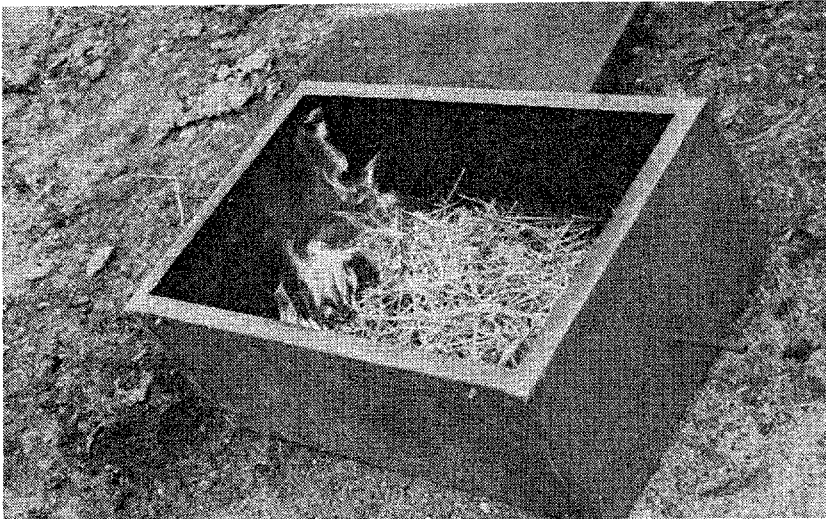


Fig. 1. Halmafbrændingsforsøg i åben jernkasse. 1975.

Experiments with straw burning in an open iron box. 1975

Materialer og metoder

Materialer

Første orienterende forsøg over virkningen af halmafbrænding på jordbundens mikroflora blev foretaget i samarbejde med Roskilde forsøgsstation i høsten 1973. Et større anlagt forsøg udførtes i samarbejde med Rønhave forsøgsstation i høsten 1974. Yderligere er der ved Statens Planteavls-Laboratorium, Lyngby, i efteråret 1975 foretaget en række undersøgelser over halmafbrænding.

Temperaturmålinger

Måling af temperaturen i jordbunden ved halmafbrændingen foretoges i 1973 med maksimumtermometre af glas, nedgravet, resp. 2–5–10 cm.

Temperaturmålinger i 1974 foretoges i samarbejde med Zoologisk afdeling, S.p.F. Der anvendtes elektriske termometre, hvis følere blev anbragt i 2–5–10 cm dybde. Temperaturforløbet blev derefter registreret med elektrisk måleapparat.

Ved forsøgene 1975 anvendtes maksimumtermometre og kun i dybden 2 cm.

Prøveudtagninger

Alle jordprøver er udtaget indenfor øverste 5 cm jordlag. Snarest gørligt efter halmens udbrænding udtoges prøverne sterilt og bragtes til laboratoriet. Jordprøver ved forsøgene i 1973 og 1974 toges fra prøvefelter både i skår (under halmstreng) og mellem skår. Prøvefelterne fulgtes derefter med nye prøveudtagninger i 2 uger i 1973 og i 4 uger i 1974. Ved laboratorieforsøg 1975 udførtes halmafbrændingen i en åben jernkasse (75×50×30 cm) i fri luft med 3 cm markjord i bunden. Herover lagdes 200 g byghalm (tørstofprocent 85,2) som en halmstreng – svarende til prøvefelter i skår – ovenpå jorden. Dette forsøg gentoges i alt fire gange. Fig. 1.

Jordprøverne blev på laboratoriet underkastet en mikrobiologisk analyse, og der foretoges målinger af pH og vandindhold.

Mikrobiologiske analyser

Ved den mikrobiologiske analyse i samtlige forsøg i denne undersøgelse er anvendt følgende substrater:

BAKTERIER

Jordekstraktagar: Glucose 1 g, pepton 1 g, gær-ekstrakt 1 g, jordekstrakt 400 ml, K_2HPO_4 1 g, agar 20 g, ledningsvand 600 ml, pH 6,8.

Glucose-pepton-agar med Bengal Rosa: Glucose 10 g, pepton, mykologisk 5 g, KH_2PO_4 1 g, $MgSO_4$ 0,5 g, Bengal Rosa 0,3 g, agar 20 g, ledningsvand 1000 ml, pH 5,7.

SVAMPE

Den mikrobiologiske analyse udførtes som spredninger fra bedst egnede fortyndinger. Tælling af bakterier og svampe foretoges efter 3 og 6 dages inkubation ved 25°C. Resultaterne af de større forsøg (fra 1974 og 1975) er statistisk vurderet for signifikans ved Dataanalytisk Laboratorium, Lyngby.

Resultater

Temperaturmålinger

1973. Roskilde forsøgsstation

Under afbrændingen målt ved jordoverfladen i halmstrengen 167°C og mellem strengene 243°C. I 2 cm dybde målt under strengen en temperaturstigning på 2,5°C, og mellem strengene knap 3°C.

Som det ses af kurverne, var stigningen i jordtemperatur i 5 cm dybde mindre, og i 10 cm dybde var stigningen højst 1°C. Som følge af isoleringseffekt falder jordtemperaturen kun langsomt igen. Fig. 2.

Vejrforholdene indtil afbrændingen i 1973 var præget af sommertørke, men om morgenen på selve afbrændingsdagen var der faldet ca. 2 mm regn.

1974. Rønhave forsøgsstation

Ved temperaturmålingerne i sommeren 1974, der blev foretaget med elektriske termometre, sås (i modsætning til resultaterne fra 1973) den største temperaturstigning på ca. 9°C under selve halmstrengen i 2 cm dybde. Mellem strengene steg temperaturen kun ca. 1°C. I 5 cm dybde var stigningen under strengen 4°C og i 10 cm dybde under strengen godt 3°C. Mellem strenge sås i de to sidstnævnte dybder kun

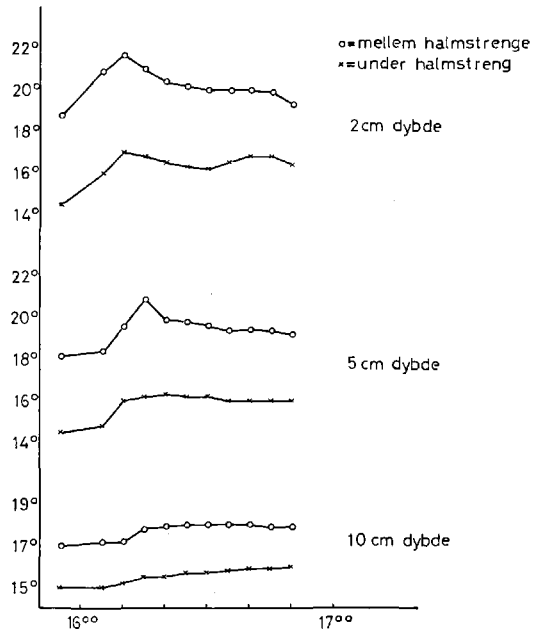


Fig. 2. Temperaturforløb ved halmafbrændingsforsøg.

Temperature curves in experiments with straw burning.

Roskilde forsøgsstation. 1973

meget lille temperaturstigning (omkring 0,7°C), også her ses isoleringseffekten i jordbunden. Fig. 3.

Vejrforholdene forud for afbrændingen 1974 var anderledes end i 1973. I tre uger før afbrændingsdagen faldt der i alt 69 mm regn. Jordbunden var derfor fugtig ved afbrændingen.

1975. Statens Planteavlslaboratorium

Ved afbrændingsforsøg i metalkasse ved laboratoriet undersøgte forhold nogenlunde svarende til markforsøg med halmstreng. Varmefledningen ved sådanne kasseforsøg har dog formentlig været ringere end i markforsøg. Der blev udført tre forsøg med særdeles tør jord (svarende til årets sommertørke). I disse forsøg aflæstes temperaturstigninger i 2 cm dybde fra 12,9°C–21,1°C. I det fjerde forsøg med fugtig jord (efter tørkens ophør) var temperaturstigningen kun 3,7°C–7,6°C i 2 cm dybde.

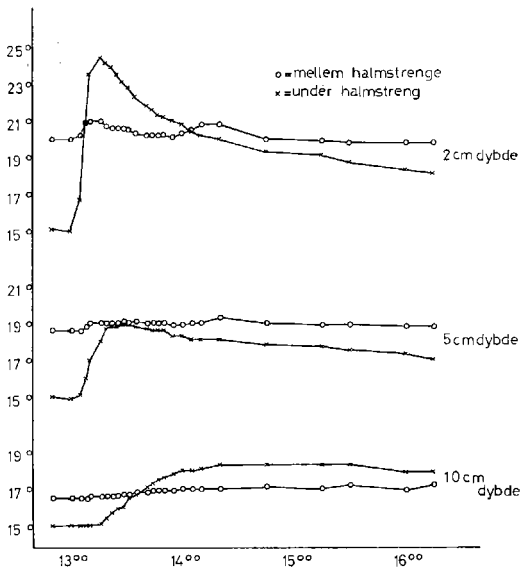


Fig. 3. Temperaturforløb ved halmafbrændingsforsøg.

Temperature curves in experiments with straw burning.

Rønhave forsøgsstation, 1974

Vandindhold og pH

Vandbestemmelsen er foretaget ved tørring (105°C). Det fremgår af skemaet, at der kun

sker mindre forskydninger i jordbundens vandindhold som følge af halmafbrænding i fri luft. I kasseforsøgene ses et noget større fald i jordens vandindhold.

Skemaet viser for friluftsforsøgene en tendens til stigende pH efter afbrænding. Denne tendens er endnu mere udtalt i kasseforsøgene ved laboratoriet. Det er kendt, at aske efter halmafbrænding er alkalisk. For at undgå påvirkning af pH-målingerne blev asken skrabet bort før prøveudtagningen.

Resultater af den mikrobiologiske analyse

1973. Roskilde forsøgsstation

Det mikrobiologiske forsøgsmateriale var i 1973 ikke så stort, at det egnede sig til statistisk bearbejdelse, idet der alene var tale om orienterende undersøgelser. Man fik dog et tydeligt indtryk af en væsentlig reduktion i jordbundens *svampeflora* som følge af halmafbrændingen, men alene i halmstrengene. Mellem halmstrengene fandtes ikke reduktion. Efter 14 dages forløb var reduktionen på vej til udligning.

Det blev bemærket, at reduktionen ikke omfattede tal alene, men også den enkelte svampokoloni vækstintensitet og i nogen grad sammensætningen af svampefloraen. Fig. 4.

Jordbundens vandindhold (* afbrændingsdato)

Dato	Før afbrænding		Efter afbrænding	
	I skår	Mellem skår	I skår	Mellem skår
Roskilde				
* 20- 8-1973	12,2 %	11,4 %	12,3 %	11,8 %
27- 8-1973			10,0 %	8,4 %
3- 9-1973			12,2 %	10,4 %
Rønhave				
* 28- 8-1974	17,2 %	9,9 %	17,0 %	10,9 %
11- 9-1974			18,4 %	18,8 %
25- 9-1974			10,6 %	19,8 %
S. P. L. Lyngby				
* 1- 9-1975	4,4 %		0,7 %	
* 5- 9-1975	2,7 %		1,9 %	
* 9- 9-1975	4,7 %		1,2 %	
* 3-10-1975	16,3 %		14,8 %	

Jordbundens pH (H₂O)
(* afbrændingsdato)

Dato	Før afbrænding		Efter afbrænding	
	I skår	Mellem skår	I skår	Mellem skår
Roskilde				
* 20- 8-1973	6,2	6,2	6,5	6,3
27- 8-1973			6,3	6,2
3- 9-1973			7,0	6,2
Rønhave				
* 28- 8-1974	6,5	6,3	6,8	6,6
11- 9-1974			7,1	6,8
25- 9-1974			7,1	6,7
S. P. L. Lyngby				
* 1- 9-1975	6,8		7,7	
* 5- 9-1975	7,0		7,3	
* 9- 9-1975	6,8		7,8	
* 3-10-1975	7,6		7,7	

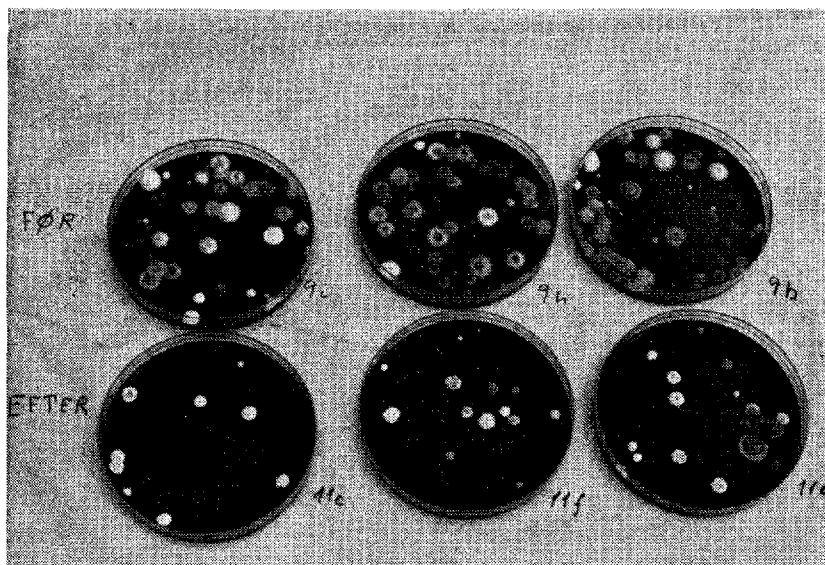


Fig. 4. Svampespredning fra øverste jordlag før halmafbrænding (øverste række) og efter afbrænding (nederste række).
Plate counts of fungi from the top soil before straw burning (upper row) and after burning (lower row). 1973

For bakteriernes vedkommende sås en mindre reduktion i halmstrengen, men ingen reduktion mellem halmstrengene. Bakteriereduktionen var udlignet efter 14 dage.

1974. Rønhave forsøgsstation. Fig. 5-6.

I 1974 udførtes mikrobiologiske analyser i tilknytning til halmafbrændingen og i 4 uger derefter, i et sådant antal, at de kunne bearbejdes og vurderes statistisk.

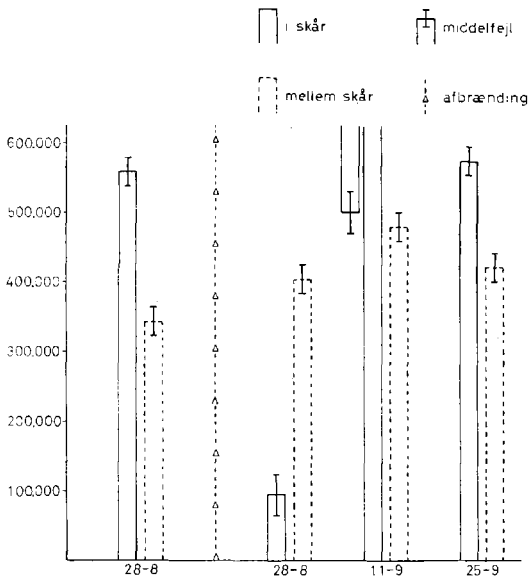


Fig. 5. Svampetal ved halmafbrændingsforsøg. Numbers of fungi in experiments with straw burning. Rønhave forsøgsstation. 1974

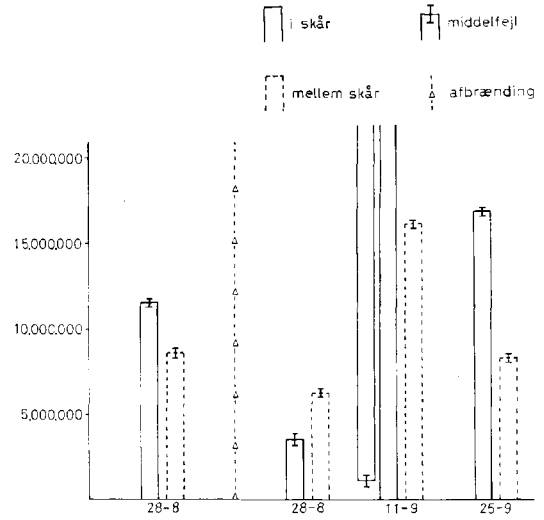


Fig. 6. Bakterietal ved halmafbrændingsforsøg. Numbers of bacteria in experiments with straw burning. Rønhave forsøgsstation. 1974

1. SVAMPE

Resultatet af analysen bekræfter indtrykket af virkningen af halmafbrænding i 1973. Man ser et væsentligt fald i svampetallet i jorden under halmstrengen, men faldet er udlignet efter 14 dages forløb. Mellem strengene ses ikke reduktion i svampetal, men snarere tendens til stigning.

2. BAKTERIER

I halmstrengen sås en tydelig reduktion af bakterietal. Også denne reduktion er udlignet på 14 dage. Mellem strengene ses en mindre reduktion med kortvarig holdbarhed.

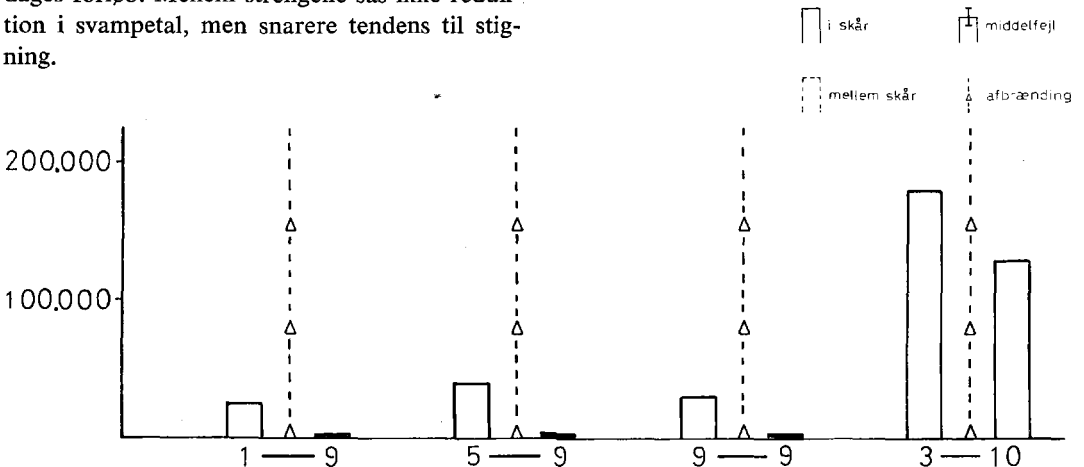


Fig. 7. Svampetal ved halmafbrændingsforsøg. Numbers of fungi in experiments with straw burning. Statens Planteavlslaboratorium, Lyngby. 1975

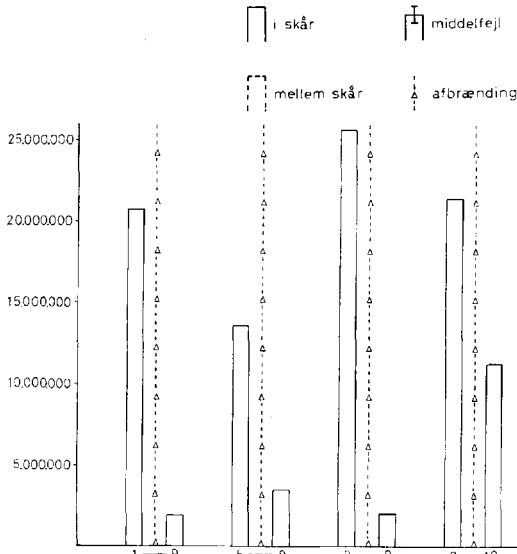


Fig. 8. Bakterietal ved halmafbrændingsforsøg. Numbers of bacteria in experiments with straw burning.

Statens Planteavlslaboratorium, Lyngby. 1975

1975. Statens Planteavlslaboratorium. Fig. 7-8.

1. SVAMPE

Ved de tre første halmafbrændinger – hvor jorden var særdeles tør, sås en betydelig reduktion i svampetal som følge af afbrænding. Det fjerde forsøg – hvor jorden var fugtig – viste en mindre reduktion i svampetal end i de tre forsøg med tør jord.

2. BAKTERIER

Også for bakterier var der ved de tre første halmafbrændinger med tør jord tale om betydelige talreduktioner. Med den fugtige jord i den fjerde afbrænding konstateredes en mindre reduktion i bakterietal.

Diskussion og konklusion

Litteraturen om halmafbrændingens virkninger er ret sparsom.

Jagnow og Graff (1975) citerer Mickowski (1967) for målte temperaturer under halmafbrænding på marken i jordbundens øverste 3 cm til 50–75°C, dvs. 20–35°C stigning. Samme

forfattere citerer Debruck (1969) for følgende iagttagne temperaturstigninger:

- 2 cm dybde – afbrænding i halmstreng (5 tons halm/ha) 7,6–10°C.
- 2 cm dybde – afbrænding i flade (5 tons halm/ha) 4,8°C.
- 2 cm dybde – afbrænding i flade (10 tons halm/ha) 21,3°C.
- 10 cm dybde – i alle forsøg – stigning under 2,0°C.

Norton og McGarity (1965) citeres for jordfladetemperatur, målt ved græsbrænde i nogle minutter fra 100–850°C og temperaturstigning i 0,1 cm dybde på 40°C, og under samme forhold citeres Ramsay og Innes (1963) for i 2 cm dybde at have målt en stigning på 14°C.

Svenske meddelelser (Persson 1973) anfører, at temperaturen i de øverste centimetre af jorden ved halmafbrænding kan stige til over 40°C. Det nævnes også, at temperaturstigningen bliver større ved afbrænding i streng end ved fladeafbrænding.

Om virkningerne på jordbundens mikroorganismer anfører Jagnow og Graff (1975), at markjordens mikroorganismer ved tiden for den sædvanlige halmafbrænding overvejende findes som resistente hvilestadier. Ved temperaturer fra 45°C til 55°C begynder der dog skadevirkninger på følsomme delpopulationer, og ved stigning til 80°C reduceres mikrofloraen til de egentlig varmeresistente, sporedannende bakterier. Mickowski (1967) citeres for efter halmafbrænding at have påvist en reduktion i bakterietal i de øverste 5 cm på 76 % og i laget fra 5–10 cm dybde at have målt en reduktion på 9 %. Kvælstofbindende og nitrificerende bakterier angives at have større følsomhed og derfor udsat for større reduktion, hvilket stemmer med iagttagelser af Meiklejohn (1955).

Jordbundens svampeflora i relation til græsafbrænding er undersøgt af Meiklejohn (1955). Hun viste, at der som følge af afbrænding skete en betydelig reduktion af svampefloraen, som endda på to prøvesteder blev helt elimineret. Virkningen af afbrændinger på skovbund

kan ikke direkte sammenlignes med halmafbrænding på grund af væsentlige forskelle i lokaliteters og materialers forhold. Der foreligger nyere undersøgelser over virkningerne af skovbrande (*Ahlgren 1974, Widden og Parkinson 1975*), og det nævnes bl. a. her, at der kan iagttages *kvalitative* ændringer i svampefloraens sammensætning efter afbrænding i skove. Man har også været opmærksom på den mulige plantepatologiske betydning af en eventuel ændring i jordbundens svampeflora ved halmafbrænding. For fodsyge i byg synes halmafbrænding ikke at påvirke sygdommens udbredelse, idet der ikke har kunnet påvises sikre forskelle for parceller med og uden halmafbrænding. (*Møller 1971, Dueholm og Jørgensen 1974*).

Nærværende undersøgelse ligger på linie med de ovennævnte erfaringer. Temperaturmålingernes resultater svarer til det her anførte, og de fundne variationer skyldes formentlig ændringer i fugtighed i jorden, i halmmængden og i halmens fugtighed. Der er kun set mindre forskydninger i jordens vandindhold. En tendens til stigning i jordens pH som følge af afbrænding er set i alle tilfælde.

I alle de udførte mikrobiologiske analyser er der iagttaget et særdeles tydeligt fald i tallene for skimmelsvampe i jordbunden under halmstrengene (i skår), men ikke mellem halmstrengene. Det bør her anføres, at vurdering af svampetal ved pladespredning er vanskeligere end for bakterier, fordi skimmelsvampenes fordeling i en jordprøve ikke blot beror på fysiologiske forhold, men også afhænger af deres varierende morfologiske karakterer, livscyklus og forplantningsforhold. For bakteriernes vedkommende er også set reduktioner i jordbunden under halmstrengene, men praktisk talt ikke mellem halmstrengene.

Halmafbrænding reducerer altså mikrofloraen under halmstrengene, især skimmelsvampene, men reduktionen er numerisk kortvarig, idet tallet er genoprettet efter 14 dage. Det må dog bemærkes, at de på de senere prøveudtagningstider mulige højere værdier i uberørt jord som følge af årstidssvingninger måske ikke op-

nås, således at en tilbagevenden til status quo reelt kan dække over en vis længere varende reduktion. Men det må betones, at der mellem halmstrengene ikke sker direkte reduktion som følge af afbrænding. Indvandring fra disse arealer og fra dybere jordlag og tilstedeværelse af mulige «øer» i de afbrændte arealer, vil bevirke, at reetablering af den reducerede mikroflora herfra kan foregå ved hjælp af vind, regn og mekanisk behandling. En varig skadevirkning på jordbundens mikroflora som følge af halmafbrænding er derfor ikke sandsynlig.

Tak til laborant Marianne Sørensen, Statens Planteavlslaboratorium, for dygtig teknisk assistance og til personalet ved Roskilde og Rønhave forsøgsstationer for stor beredvillighed og hjælp ved temperaturmålinger og prøveudtagninger.

Litteratur

- Ahlgren, Isabel (1974):* The effect of Fire on Soil Organisms. I: Fire and Ecosystems. Physiological Ecology. New York s. 47-72.
- Debruck, J. (1969):* Verfahren der Strohdüngung auf dem Acker. Mitteilungen der DLG, 84, s. 1053-1056.
- Dueholm, Svend, og Inge Jørgensen (1974):* Halmens indflydelse ved ensidig korn dyrkning 1967-73. Meddelelse fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur, nr. 1159.
- Jagnow, G. und O. Graff (1975):* Bodenbiologische Untersuchungsergebnisse zur Beurteilung des Einflusses der Strohverbrennung auf die Bodenmikroflora und auf die Bodenfruchtbarkeit. Ber. Ldw. 52, s. 678-681.
- Meiklejohn, Jane (1955):* The Effect of Bush Burning on the Microflora of a Kenya Upland Soil. J. Soil Science 6, s. 111-118.
- Mickowski, M. (1967):* Effect of burnt straw on the microflora of the soil. Ann. Fac. Agric. Univ. Skopje, 20, s. 55-68.
- Møller, Finn (1971):* Halmens bjergning og udnyttelsesmuligheder. Meddelelse nr. 17 fra Jordbrugsteknisk Institut, Landbohøjskolen, 140 s.
- Norton, B. E., McGarity, J. W. (1965):* The effect of burning of native pasture on soil temperatures in northern New South Wales. J. Brit. Grassland Soc. 20, s. 101-105.

Persson, J. (1973): Bränna eller bruka ned halmen?
Aktuellt från Lantbrukshögskolan, nr. 194 (Mark
Växter 48) Uppsala. 15 s.

Ramsay, J. M., Innes, R. R. (1963): Some quanti-
tative observations on the effects of fire on the
Guinea savanna vegetation of Northern Ghana

over a period of eleven years. *African Soils*,
8 s. 41–83.

Widden, P. and D. Parkinson (1975): The Effects
of a Forest Fire on Soil Microfungi. *Soil Biol.*
Biochem. 7, s. 125–138.

Manuskript modtaget den 13. april 1976.