

JTI-rapport
Lantbruk & Industri

366

Salttillsats i hö vid slåtter

– effekter på tillväxt av mögelsvampar
under lagringen

Martin Sundberg



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

2008

Salttillsats i hö vid slåtter

– effekter på tillväxt av mögelsvampar under lagringen

*Application of Salt in Hay during Mowing
– Effects on Mould Growth during Storage*

Martin Sundberg

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning	7
Summary	8
Bakgrund.....	9
Syfte	9
Tidigare studier	10
Genomförande	10
Appliceringsutrusning och preparat	10
Slåtter och bärgning	11
Provtagning under lagringen	12
Resultat och diskussion.....	14
Vattenhalt och saltinnehåll	14
Luftfuktighet och temperatur i uteluft.....	15
Luftfuktighet och vattenaktivitet i hö.....	16
Mikroflora i hö	17
Slutsats	20
Referenser	21

Förord

Hö är ett viktigt fodermedel inom svensk hästhållning. För att inte utgöra hälso-mässiga risker, är det av stor betydelse att inte höet är av undermålig hygienisk kvalitet. Att skador på grund av mögeltillväxt kan ske under vinterlagringen är dock ett från praktiken välkänt faktum.

I denna rapport redovisas en studie där effekten av salttillsats på mögeltillväxten undersökts. Studien har utförts på uppdrag av Hanson & Möhring som en del i ett större projekt, där fuktförhållanden och mögeltillväxt under vinterlagringen undersökts på tre gårdar under två år. Detta projekt finns redovisat i JTI-rapport 363 med titeln "*Mögeltillväxt i hö under vinterlagring*".

Studien har planerats av forskare Martin Sundberg, JTI, som också författat denna rapport. Forskarna Cecilia Lindahl och Gunnar Lundin, båda vid JTI, har varit till stor hjälp i det praktiska genomförandet.

Till alla som på olika sätt bidragit till studiens genomförande framförs ett varmt tack. Ett särskilt tack riktas till lantbrukarfamiljen på Tibble Gård för ett mycket gott samarbete under den tid som studien pågått.

Uppsala i juni 2008

Lennart Nelson

VD för JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Sammanfattning

Hos hästägare kommer det alltid att finnas intresse att ha tillgång till ett hö med god hygienisk kvalitet, där innehållet av mikroorganismer är lågt. Under vinterlagringen är det emellertid mycket vanligt att kvaliteten försämras avsevärt, speciellt i ytskiktet. Detta beror på att fukt i omgivningsluften absorberas i höet, där vattenhalten ökar till en nivå som gör att mikroorganismer, främst mögelsvampar, har möjlighet att växa till. Ett i praktiken vanligt sätt att undvika mögeltillväxt i höet är att täcka ytlagret med halm i balar eller i lös form. Denna metod anses dock av många vara arbetskrävande och otymplig. Alternativa metoder för att undvika mögeltillväxt skulle därför vara av stort praktiskt intresse.

Syftet med detta projekt var att undersöka om salt i vattenlösning som tillsätts grödan i samband med slått, kan ha en hämmande effekt på tillväxten av mögelsvampar under vinterlagringen.

En doseringsutrustning för saltlösningen monterades på en slåtterkross. I början av juli slogs parceller på en gräsvall till två försöksled: *med* respektive *utan* tillsats av saltlösning. Den saltlösning som användes bestod viktsmässigt till ungefär lika stora delar av natrium- och magnesiumklorid (NaCl och MgCl_2). Den önskade doseringen i försöket var 10 kg salt per ton hö, motsvarande 35 liter saltlösning per ton hö. Enligt de mätningar som gjordes i samband med slått, borde den tillsatta mängden salt ha legat ganska nära denna dos. I senare analyser av salthalten i det behandlade försöksledet återfanns emellertid endast ca 6 kg salt per ton hö. Efter förtorkning på fält pressades höet i småbalar och sluttorkades på hötork. Två stackar med balar från de båda försöksleden märktes och lades upp i samma lagerlokal.

Under efterföljande höst-vinter-vår dokumenterades vid sju tillfällen höets uppfuktning och hygieniska kvalitet genom provtagning på tre djup: i ytan av första, andra och tredje ballagret. På dessa ställen registrerades också temperatur och luftfuktighet under hela lagringen. Höproverna analyserades med avseende på vattenaktivitet och halten av specifika släkter av mögelsvampar bestämdes. Utöver detta gjordes direktutlägg (utan haltbestämning) för att få en bild av vilken flora av mögelsvampar som funnits närvarande under lagringen.

Resultaten visade att fuktigheten i höets ytskikt steg snabbt under hösten. Detta skapade förutsättningar för mikrobiell tillväxt, och ett stort antal mögelsvampar kunde konstateras redan vid provtagningen i mitten av november. Antalet lagringsvampar ökade sedan ytterligare något under vintern och återfanns i störst mängd under januari-februari. Även i de två undre lagren skedde under hela lagringsperioden en viss uppfuktning, men denna blev aldrig så kraftig att någon omfattande tillväxt av mögelsvampar ägde rum. I försöket kunde ingen skillnad i tillväxt av lagerskadesvampar mellan det saltbehandlade och obehandlade försöksledet påvisas.

Summary

There is always demand from horse owners for high quality hay with a low micro-organism content. During winter storage however, substantial quality deterioration is commonplace, especially in the surface layer. This is due to the fact that moisture in the surrounding air is absorbed by the hay, causing the hay's moisture content to increase to a level that makes growth of micro-organisms possible, especially moulds. It is common to prevent mould growth in hay by covering exposed hay surfaces with straw, either in bale form or loose. This method is however generally considered to be labour-intensive and impractical. Therefore there is considerable interest in the development of alternative methods for prevention of mould growth in hay.

The aim of this project was to study whether adding a salt solution to hay during mowing could inhibit mould growth during winter storage.

Equipment for applying salt solution to hay was mounted on a mower conditioner. At the beginning of July, two treatments were cut in a grass field: one *with* and one *without* the addition of salt solution. The salt solution used consisted of approximately equal parts sodium chloride and magnesium chloride (NaCl and MgCl₂) on a weight basis. The desired dose rate for the experiment was 10 kg salt per ton of hay, equivalent to 35 litres of salt solution per ton of hay. According to estimates made at the time of mowing, the actual dose rate of salt was very close to this desired dose rate. However, in subsequent chemical analysis of the treated hay, only 6 kg salt per ton of hay was recovered. After field wilting, the hay was baled in small rectangular bales and placed on a hay-drier. Two bale stacks, one for each treatment were labelled and set up in the same storage barn.

On seven occasions during the following storage season (autumn-winter-spring), hay was sampled to determine moisture content and quality. Samples were taken from three depths in the bale stacks: at the surface of the uppermost layer of bales and at the surface of the next two bale layers, corresponding to approximately 25 and 50 cm depth respectively. During the entire storage period, temperature and humidity were recorded at the same levels. Hay samples were analysed for water activity, and the quantity of certain genera of moulds was determined.

Results showed that the moisture content in the surface layer of hay increased quickly during the autumn. This created conditions suitable for microbial growth, and a significant mould growth was observed already by the middle of November. After that, the quantity of moulds increased somewhat further during winter, reaching a maximum during January – February. Rehydration was also observed to occur during the entire storage season in the two lower layers in the bale stacks, though it did not occur to the extent that any significant mould growth was supported. No difference in mould growth was observed between the bales that had been treated with salt and those not treated with salt.

Bakgrund

Det finns ett påtagligt ökat intresse för hästar, inte minst i Sverige där SCB för några år sedan beräknade att antalet uppgår till nästan 300 000. Ett bra grovfoder är basen i all utfodring av hästar. Traditionellt utgörs detta av hö, men på senare år har användningen av ensilage ökat i omfattning. Att man i vissa fall vill ersätta höet med ett fuktigare grovfoder, beror på problem med dammigt och möjligt hö som ofta leder till allergier och kroniska respiratoriska åkommor hos hästarna. Ett hygieniskt friskt hö av god kvalitet kommer emellertid alltid att vara efterfrågat inom hästsektorn.

Stallmiljön anses vara den största riskfaktorn för att hästar utvecklar icke-infektiösa inflammatoriska luftvägssjukdomar (RAO - Recurrent Airway Obstruction och IAD - Inflammatory Airway Disease). Astmaliknande sjukdom (RAO) eller lindrigare inflammation med nedsatt prestation (IAD) är de vanligaste orsakerna till nedsatt prestation och långvariga hostproblem. Inhalering av organiskt damm, framför allt mögelsporer och endotoxiner, kan orsaka inflammation i hästens luftvägar (Hoffman et al., 2002). De små luftrören i lungorna drar ihop sig och slem bildas, vilket kan göra att hästen utvecklar hosta. Följden blir att hästen får svårare att andas och att ta upp syre. Även de människor som hanterar foder med nedsatt hygienisk kvalitet kan drabbas av allergier och överkänslighet. Upprepad exponering av damm som innehåller stora mängder mögelsporer kan ge upphov till den kroniska lungsjukdomen allergisk alveolit, som är en allvarlig sjukdom med lång varaktighet (AFS, 1994).

För att undvika mikrobiell tillväxt i höet bör vattenhalten inte någon gång under lagringen överstiga 15 %. Tidigare studier tyder på att även väl nedtorkade höpartier riskerar att ta skada under lagringen på grund av uppfuktning i de övre skikten (Nilsson et al., 1986). Uppfuktningen kan orsakas av längre perioder med hög luftfuktighet eller kondensutfällning vid temperaturomslag. Speciellt under hösten och vintern kan fuktigheten i uteluften vara hög under långa perioder, vilket gör att vattenhalten i lagrets ytskikt kan stiga över det gränsvärde då mikroorganismerna börjar växa.

Ett i praktiken vanligt sätt att undvika mögeltillväxt i höet är att täcka ytlagret med halm i balar eller i lös form. Denna metod anses dock av många vara arbetskrävande och otymplig. Alternativa metoder för att undvika mögeltillväxt skulle därför vara av stort praktiskt intresse.

Syfte

Syftet med denna studie har varit att undersöka om salt i vattenlösning som tillsätts i samband med slåttern, kan ha en hämmande effekt på tillväxten av mögelsvampar under vinterlagringen.

Tidigare studier

I Sverige var det tidigare vanligt att man för hand strödde ut salt på höet i samband med att det lagrades in. Såvitt känt gjordes emellertid då aldrig några regelrätta studier av vilken effekt detta skulle kunna ha på höets hygieniska kvalitet och/eller smaklighet.

Att mängden mikroorganismer förändras under vinterlagringen har visats i en fransk studie där prover från 15 gårdar togs vid tre tillfällen under utfodrings-säsongen (november, januari och mars). De mikroorganismer som anses medverka vid uppkomsten av allergisk alveolit återfanns i störst antal vid provtagningen i januari (Roussel et al., 2004).

I en annan fransk studie (Roussel et al., 2005) undersöktes om tillsats av salt kan förhindra mögeltillväxt och värmebildning i hö. Studien genomfördes i den franska regionen Doubs, där 30 procent av lantbruken uppges tillämpa metoden med saltning av hö. Fjorton mjölkgårdar ingick i studien, där 51 par av balar med saltat respektive osaltat hö producerades under perioden mars-juli, för att sedan lagras inomhus. Saltet (fint havssalt) tillsattes i fast form på gräset i fält, antingen 3 dagar före bärgning i en dos om 80 kg/ha, eller vid bärgningen i en dos motsvarande 40 kg/ha. Dessa mängder motsvarar ungefär 20 respektive 10 kg salt per ton hö (Roussel, pers. medd., 2007). Provtagning för mikrobiell analys gjordes efterföljande vinter under perioden januari-februari. Resultaten från studien visade att tillsatsen av salt inte gav någon reduktion av vare sig den totala mängden mögelsvampar i höet eller de specifika mögelsvampar som anses vara inblandade i uppkomsten av allergisk alveolit.

Genomförande

En doseringsutrustning monterades på en slåtterkross. På ett fält med vallgröda slogs gräs till två försöksled: *med* respektive *utan* tillsats av saltlösning. Efter förtorkning på fält pressades materialet i småbalar och sluttorkades på hötork. Två stackar med balar från de båda försöksleden lades upp i samma lagerlokal. Under kommande höst-vinter-vår dokumenterades höets uppfuktning och hygieniska kvalitet på tre djup genom provtagning och analys.

Appliceringsutrusning och preparat

Den doseringsutrustning som användes i försöket bestod av en sprutramp med munstycken, doseringspump och manöverenhet, bild 1. Rampen med fyra munstycken (cc 50 cm) monterades på en slåtterkross (JF 210) så att saltlösningen applicerades i den oslagna grödan precis framför krossen. Tanken med att tillsätta saltlösningen i den stående grödan på hela slåtterkrossens arbetsbredd, var att detta bör ge de bästa förutsättningarna för en jämn inblandning och god fördelning av saltet i växtmaterialet. Höjden på rampen justerades så att munstyckena gick i jämnhöjd med axen i grödan. Pumpen tillsammans med behållaren med saltlösning placerades i fronten på den traktor som användes.



Bild 1. Doseringsutrustningen som användes i försöken bestod av en spruttramp med munstycken, doseringspump samt manöverenhet.

Den saltlösning som användes bestod av natrium- och magnesiumklorid (NaCl och MgCl_2) med viktmässigt ungefär lika stora delar av de båda salterna. Den önskade doseringen i försöket var 10 kg salt per ton hö, motsvarande 35 liter saltlösning per ton hö.

Slätter och bärgning

Försöket genomfördes hos en lantbrukare utanför Grillby, ca 10 km öster om Enköping. På ett tidigare slaget fält med jämnt bestånd hade en oslagen parcell (ca 25 x 125 m) sparats för försöket.

För att ställa in appliceringsutrustningen så att önskad mängd salt kunde doseras, klipptes innan slåttern fyra rutor om $0,25 \text{ m}^2$ med häcksax på olika ställen i försöksrutan. Utifrån vikten på det klippta materialet och en uppskattning av vattenhalten, beräknades vallens avkastning uppgå till ca 6 ton torrt hö (15 % vh) per hektar. Önskad dosering beräknades kunna uppnås genom att ställa in ett pumpflöde på 3,5 liter per minut och hålla en körhastighet vid slätter på 5 km/h.

Slätter av försöket utfördes på eftermiddagen den 3 juli 2006 i anslutning till lantbrukarens ordinarie höskörd. Vallarna var en ren gräsvall med ängssvingel och timotej, båda gräsen var vid slättertids punkten utblommade. Grödan var helt fri från ytfukt och i stort sett upprätt, där höjden på timotejen var ca 100 cm och ängssvingeln ca 90 cm.

Kontrollledet slogs först för att inte riskera att få in restsalt från maskinen i detta led. Slätter av försöksledet med saltbehandling påbörjades ca 15 minuter efter avslutad slätter av den obehandlade grödan. De båda försöksleden slogs utmed var sin långsida av parcellen, vilket innebar att en skyddszon med oslagen gröda lämnades kvar som avgränsning mellan försöksleden.

För att fastställa vilken saltmängd som applicerats utfördes provtagning för kemiska analyser, där halterna av magnesium och natrium i fodret bestämdes. Eftersom grödan i sig som regel innehåller små mängder av dessa mineraler naturligt, gjordes bestämningar även på fodret i det obehandlade försöksledet. Cirka tre timmar efter slätter togs fyra prover per försöksled från slumpvis valda ställen i strängarna. Dessa prover torkades i ventilerat torkskåp under natt vid

55 °C och lämnades senare till Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) i Uppsala för analys.

Gynnsam väderlek rådde under hela fälttorkningsperioden, från slåtter ända fram till bärgningen. Lufttemperatur och relativ luftfuktighet under denna period visas grafiskt i bild 2. Dessa registreringar gjordes med en väderstation som ställts upp på försöksgården. Höet vändes vid fyra tillfällen under förtorkningen innan det strängades och pressades med småbalspress (Claas Markant 40) på kvällen den 5 juli, efter drygt två dygn på slag. Balarna från de två försöksleden pressades i var sin balvagn, där de märktes med olikfärgade plastband innan de placerades på hötork för sluttorkning till lagringsduglig vattenhalt.

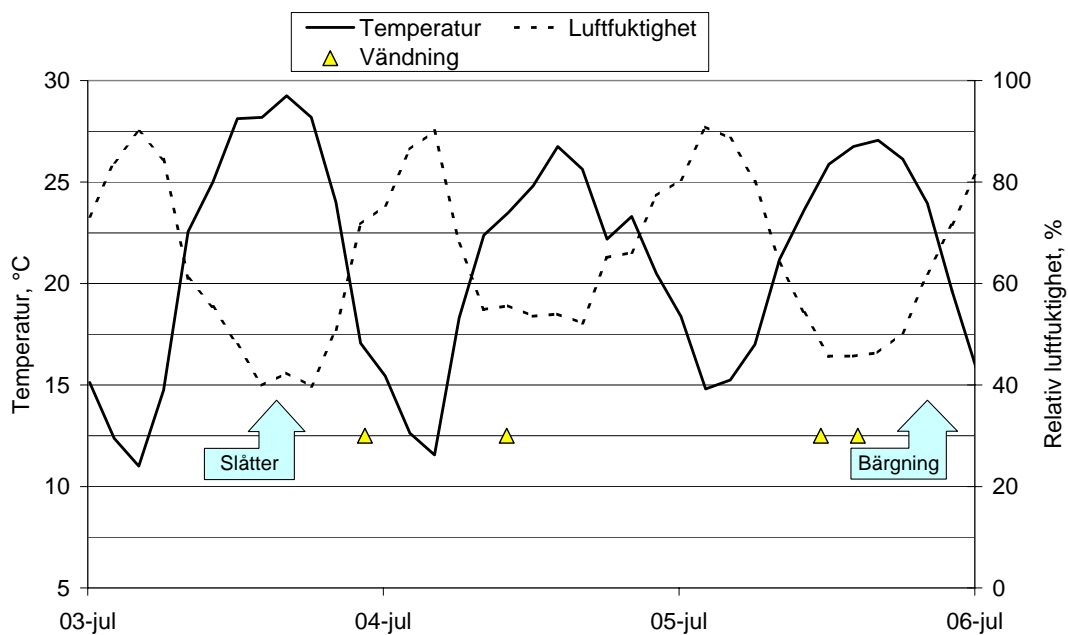


Bild 2. Temperatur och luftfuktighet under förtorkningsperioden.

För att kontrollera att den mekaniska bearbetningen i form av vändningar m.m. under förtorkningen inte förorsakat någon förlust av salt, togs efter pressningen ytterligare fyra prover för saltanalys från olika balar i det behandlade ledet. Dessutom togs prov ur fyra balar per försöksled för bestämning av vattenhalten innan torkning.

Provtagning under lagringen

I början av augusti riggades försöket på gården. De märkta balarna sorterades upp och placerades i två stackar, där de staplades på ett sätt som var anpassat för de kommande provtagningarna. Givare för temperatur och luftfuktighet placerades på tre nivåer i vardera stack; i ytskiktet samt i ytan av de två underliggande baskikten, de sistnämnda motsvarande ca 25 och 50 cm djup. Alla givarna var via kabel anslutna till loggrar vilka programmerats att lagra mätdata varannan timme. En likadan givare monterades hängande ca 80 cm ovanför balstapeln för att mäta omgivningsklimatet i lagringsutrymmet.

Uttagning av prover för mikrobiell analys gjordes genom att med en provbör borra ut minst 100 gram hö från ytan (ned till ca 5 cm djup) ur tre balar per stack på samma nivåer som där temperatur och relativ luftfuktighet registrerades. Borren desinficerades genom avflamning med etanol innan provtagning av varje ny bal.

Den första provtagningen gjordes i direkt anslutning till riggningen i augusti. Avsikten med dessa prover var att kvantifiera vilken initial halt av mögelsvampar och fukt som fanns i höet. Med start i början av oktober gjordes sedan ytterligare 6 provtagningar med ca 1,5 månads intervall, vilket innebar att den sista provtagningen inföll i början på maj.

I höproverna bestämdes även vattenaktiviteten, som är ett mått på vattnets tillgänglighet för mikroorganismer i materialet. För att hämma en tillväxt av mögelsvampar bör vattenaktiviteten i höet helst ligga under värdet 0,7. Vattenaktiviteten bestämdes med ett instrument som använder kyld-spegel-teknik för att finna daggpunktstemperaturen (AquaLab Series 3).

De mikrobiella analyserna omfattade bestämning av totalantal mögelsvampar samt haltbestämning av mögelsvampar av släktena *Cladosporium* spp, *Fusarium* spp, *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Eurotium* spp samt arterna *Wallemia sebi* och *Aspergillus fumigatus*. Haltbestämning gjordes genom ytspridning av homogeniserat prov i 10-spädningar (w/w) i 0,1 % peptonsaltvatten på DG18-plattor (Oxoid, Basingstoke, England) i 25°C under 5 dygn. Antalet kolonibildande enheter räknades och koncentrationen mögel i ursprungsprovet bestämdes. Släkt- resp. artbestämning skedde vid lämpliga spädningar. Specifik växt av *Aspergillus fumigatus* undersöktes genom spädningar på Czapek dox-medium (Oxoid) 37°C i 5 dagar samt av *Fusarium* spp på CZID-medium (Oxoid) 25°C i UV-ljus 5 dagar. Med denna metod blir den lägsta halt som kan bestämmas 100 kolonibildande enheter per gram prov.

Utöver detta gjordes direktutlägg (utan haltbestämning), där man i princip hittar alla svampar, även de som finns i mycket liten mängd. Prover undersöktes genom direktodling på DG18 25°C, Czapek dox 37°C och CZID 25°C, samtliga inkuberades i 5 dagar. Identifiering av mögelsvampar gjordes på motsvarande sätt som vid haltbestämningarna.

Såväl de mikrobiologiska analyserna som bestämningen av vattenaktivitet utfördes av Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) i Uppsala.

I mikrobiologiska undersökningar bestäms antalet kolonibildande enheter (CFU) av olika mikroorganismer. Eftersom mikroorganismer ofta förekommer i riklig mängd brukar antalet som regel anges i logaritmisk form (log CFU). Sambandet mellan faktiskt antal och logaritm värden framgår nedan.

10	100	1000	10 000	100 000	1 milj	<i>faktiskt</i>
						<i>antal</i>
1	2	3	4	5	6	<i>logaritm</i>

Resultat och diskussion

Vattenhalt och saltinnehåll

Efter pressningen av balarna var vattenhalten något lägre i det obehandlade försöksledet än i det som behandlats med saltlösning, i medeltal 17,9 respektive 19,1 procent (n=4). En statistisk analys av mätvärdena i Minitab, visade dock att skillnaden mellan försöksleden inte var statistiskt signifikant.

Resultaten från saltanalyserna finns sammanställt i tabell 1. Här framgår att grödans naturliga innehåll av natrium var försumbar och låg under detektionsgränsen för analysen (0,0013 %). Däremot fanns ett naturligt innehåll av magnesium på ca 0,9 procent. Analysen av de prover som tagits i saltbehandlade balar efter pressning indikerar att halterna av såväl natrium som magnesium skulle ha minskat något under fältperioden. Inte för något av mineralerna var dock skillnaden statistiskt signifikant.

Tabell 1. Analyserat innehåll av natrium och magnesium, viktprocent. Medelvärden för fyra prover, standardavvikelse inom parentes.

	Na	Mg
Kontroll (naturligt i grödan) -efter slåtter	<0,0013 ^a (0,0)	0,089 ^a (0,008)
Saltbehandlat -efter slåtter	0,129 ^b (0,005)	0,164 ^b (0,007)
Saltbehandlat -efter pressning	0,122 ^b (0,009)	0,150 ^b (0,010)

Värden med olika bokstav inom samma kolumn är signifikant skilda ($p < 0,05$).

Med utgångspunkt i analysresultaten, molvikter för salterna samt att magnesiumkloriden även innehöll 53 procent bundet vatten, har innehållet av tillsatt salt i höet beräknats till 0,59 procent vilket motsvarar knappt 6 kg salt per ton hö. Detta är betydligt lägre än den önskade dosen på 10 kg per ton hö. Proportionerna mellan halterna av natrium och magnesium som erhållits i analyserna stämmer dock mycket väl överens med de uppgifter som erhållits från tillverkaren Hanson & Möhring om saltlösningens sammansättning. Enligt de mätningar och registreringar som gjordes i samband med slåttern (bland annat uppskattades hur mycket saltlösning som applicerats i försöket genom att markera vätskenivån på dunkarna) borde den tillsatta mängden salt ha legat ganska nära den önskade dosen på 10 kg per ton.

Den stora skillnaden mellan önskad och enligt analyserna erhållen dos var något förvånande och någon entydig förklaring kan inte ges. Att en viss del av den applicerade saltlösningen, på grund av bland annat vindavdrift, inte träffar grödan är uppenbart, men kan knappast förklara hela skillnaden. En annan möjlig orsak skulle kunna vara att saltet vid provberedningen (malning) på analyslaboratoriet i viss mån separerat från växtmaterialet. Denna hypotes provades genom att låta SVA:s laboratorium göra en saltanalys med annan metodik, där saltet istället lakades ut i vatten varefter koncentrationen av natrium bestämdes, se bilaga 1. Analysen visade på en natriumhalt på 0,12 procent, vilket är exakt samma värde som det medelvärde av fyra prov som erhöles tidigare med annan analysmetodik (tabell 1). Detta visar att det vid de tidigare analyserna inte förelegat något metodfel där salt skulle ha separerat ifrån vid provberedningen.

Luftfuktighet och temperatur i uteluft

Hur uteluftens temperatur och relativa fuktighet varierat under lagringsperioden illustreras i diagrammet, bild 3.

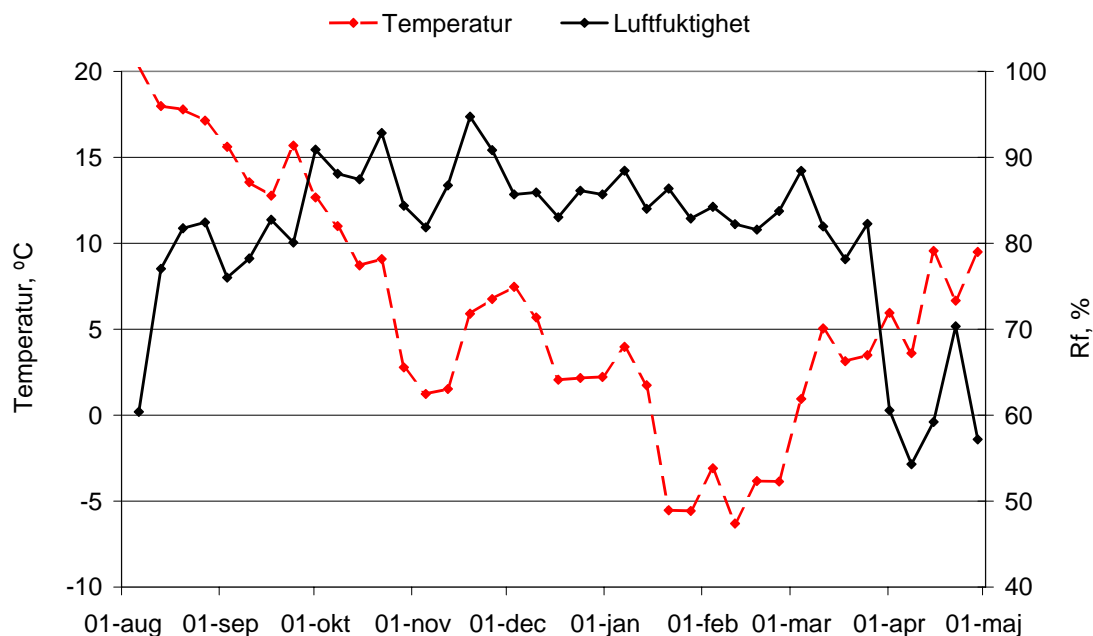


Bild 3. Veckomedelvärden för uteluftens temperatur och relativa fuktighet (rf) under lagringsperioden.

En jämförelse mellan i försöket registrerade och normala månadsmedelvärden för temperatur och luftfuktighet, tabell 2, visar att luftfuktigheten understeg den normala med mer än två procentenheter i december, januari och april. På motsvarande sätt var luftfuktigheten *över* den normala i oktober och mars.

Tabell 2. Månadsmedelvärden på luftfuktighet och temperatur under försöksperioden augusti 2006 – april 2007.

Månad	Relativ luftfuktighet, %		Temperatur, °C	
	Försöksgård	Normal ^a	Försöksgård	Normal ^a
Augusti	75,4	74	18,2	15,8
September	80,3	81	14,3	11,2
Oktober	89,1	84	8,7	5,9
November	88,1	89	3,4	1,6
December	85,6	89	3,9	-1,3
Januari	85,3	88	-1,0	-4,4
Februari	83,0	84	-4,5	-4,5
Mars	80,8	78	3,5	-1,7
April	59,9	70	7,1	3,9

a) Normalvärden för Uppsala 1931-1960 (Taesler, 1972).

Luftfuktighet och vattenaktivitet i hö

Hur veckomedelvärden för luftfuktighet och vattenaktivitet i de tre ballagren varierade under lagringsperioden redovisas grafiskt i bild 4 respektive 5. Värdena på vattenaktivitet redovisas även i tabellform i bilaga 2.

Luftfuktigheten i omgivningen steg stadigt under hösten och låg under en stor del av vintern på runt 90 %. Man kan också se att när försöket startade var luftfuktigheten mycket likartad i de tre balarna på olika djup. Detta indikerar en initial låg och enhetlig vattenhalt i höbalarna. I ytskiktet steg luftfuktigheten snabbt under hösten fram till början av december då kurvorna planade ut. I de två underliggande nivåerna ökade luftfuktighet i långsammare takt, men ökningen pågick under hela lagringen.

Av bild 4 framgår att det verkar finnas en liten men ändå konsekvent skillnad mellan försöksleden, där luftfuktigheten i saltbehandlade balar legat något lägre än i obehandlade. I april, när luftfuktigheten i omgivningsluften sjönk, blev emellertid förhållandet mellan försöksleden det omvända.

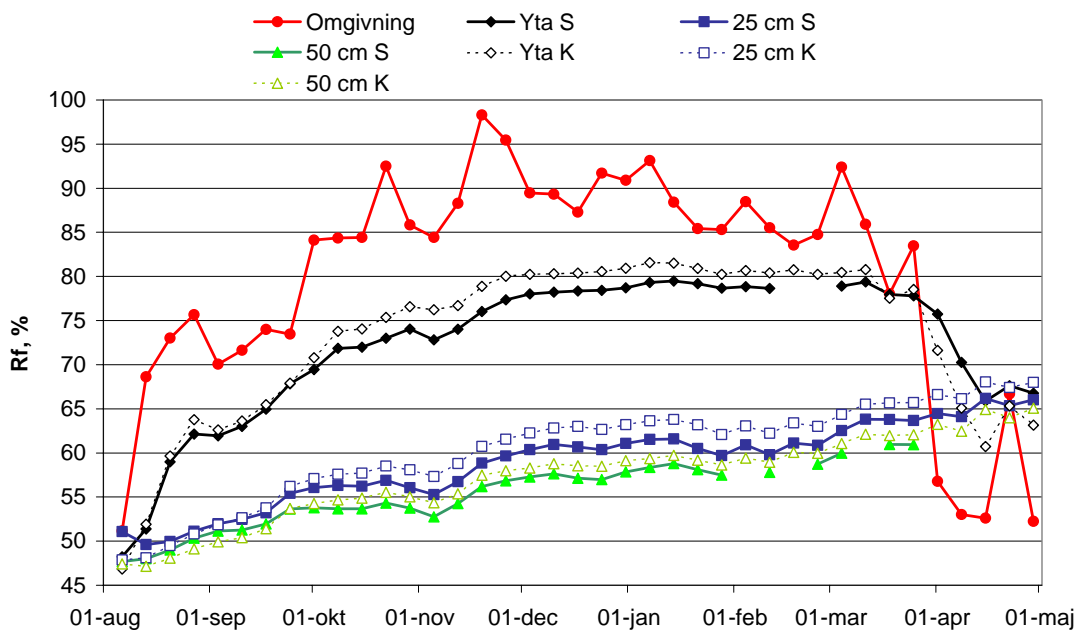


Bild 4. Veckomedelvärden för relativ luftfuktighet (rf) i omgivningsluft och i balar på tre olika djup. Fyllda markeringar avser det saltbehandlat försöksledet (S) och ofyllda markeringar controlledet (K).

De uppmätta värdena på vattenaktivitet, bild 5, uppvisar ett förlopp som överensstämmer väl med registrerade luftfuktigheter på de olika nivåerna. För att hämma en tillväxt av mögelsvampar bör vattenaktiviteten i höet helst ligga under värdet 0,7.

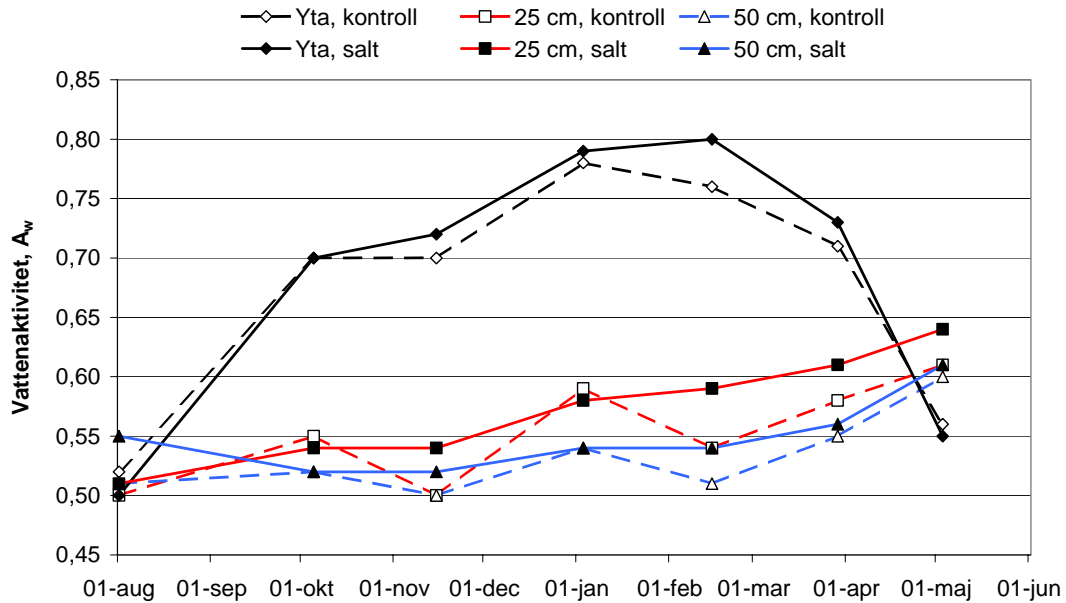


Bild 5. Vattenaktivitet i prover från saltbehandlade (heldragna linjer) respektive obehandlade höbalar (streckade linjer) på tre olika djup.

Mikroflora i hö

Resultaten från bestämningarna av antalet mögelsvampar återfinns i diagramform i bild 6 a-f, samt i tabulerad form i bilaga 3-5.

De två första släktena i diagrammen, *Cladosporium* och *Fusarium*, tillhör den så kallade fältfloran, vilket innebär att de trivs under de förhållanden som råder i växtmaterialet på fält. I den miljö som finns i det torra höet när det ligger i lagret sker normalt ingen tillväxt av dessa mögelsvampar. Av diagrammen framgår att både *Cladosporium* och *Fusarium* funnits med initialt i växtmaterialet på alla nivåer i höet, men sedan har mängderna minskat eller legat kvar på samma nivå under lagringsperioden.

De övriga fyra släktena av mögelsvampar tillhör lagringsfloran, och är sådana som om förutsättningarna är de rätta kan växa till under lagringen. Varken vid den första provtagningen i början av augusti eller vid nästkommande provtagning i oktober kunde något av dessa släkten påvisas i nämnvärd mängd. I mitten av november däremot hade en betydande tillväxt av *Wallemia* skett i ytskiktet, där halterna i båda försöksleden låg runt en miljon CFU/g. Vid nästa provtagning i början av januari kan man se att även övriga lagringssvampar växt till. Förutom *Penicillium*, som påvisades i måttliga mängder, var halterna genomgående höga. Halterna låg sedan i stort sett på samma nivåer ända fram till den sista provtagningen i maj.

Man kan se en tydlig skillnad i hur stor tillväxt av mögelsvampar som skett på de olika djupen i hölagret. I det andra ballagret har en viss tillväxt skett, men den är inte alls lika kraftig som i ytlagret. I det tredje ballagret var halterna ytterligare något lägre.

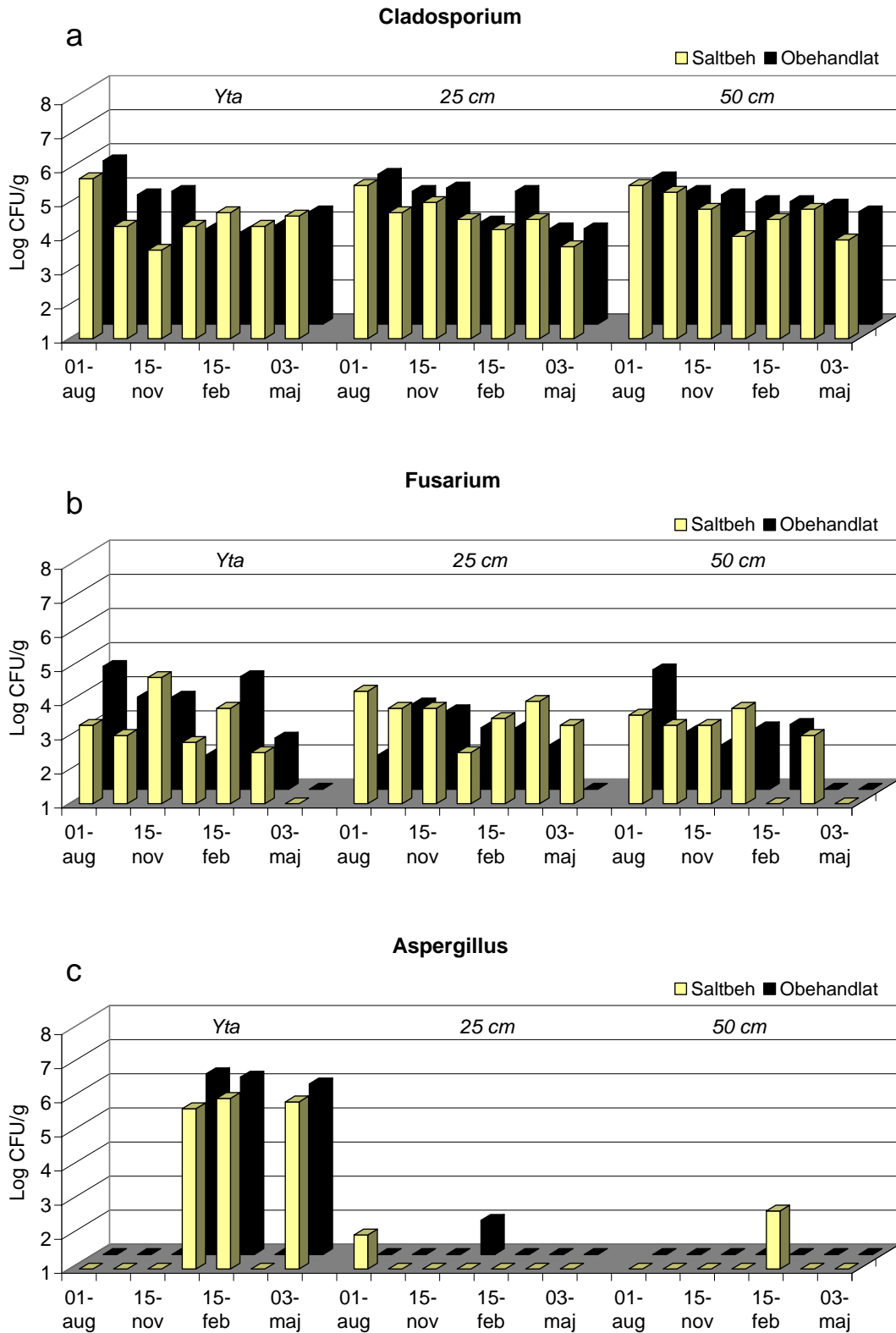


Bild 6 a-c. Halter av *Cladosporium* spp, *Fusarium* spp och *Aspergillus* spp i prover tagna på olika djup under lagringsperioden.

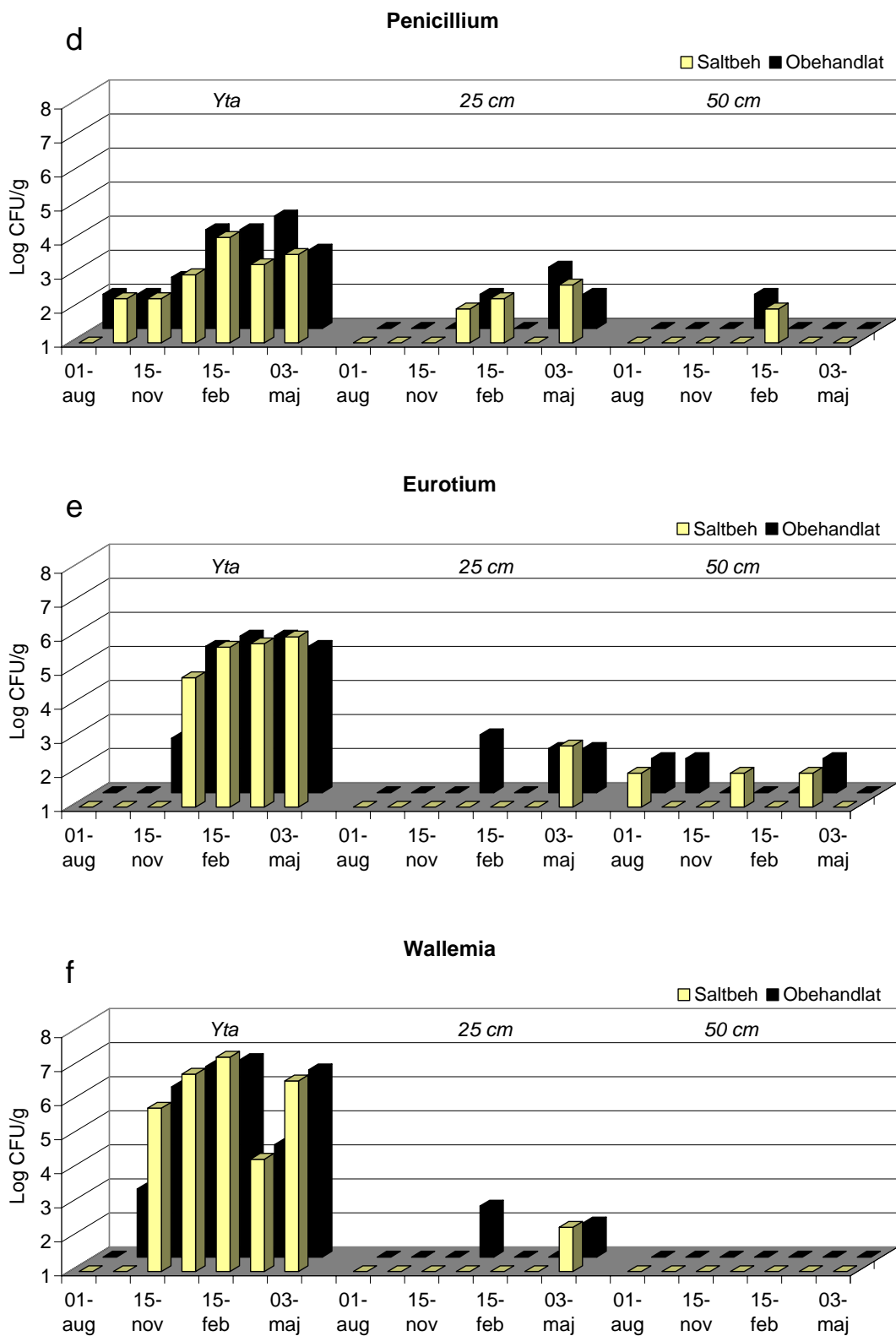


Bild 6 d-f. Halter av *Penicillium* spp, *Eurotium* spp och *Wallemia sebi* i prover tagna på olika djup under lagringsperioden.

Förekomsten av *Aspergillus fumigatus*, som är känd för att kunna orsaka luftvägs-lidanden hos både människor och djur, var överlag ringa i de insamlade proverna. Denna svamp gynnas av värme och växer oftast till i dåligt torkat hö där man fått varmgång efter inläggning. *Aspergillus fumigatus* påvisades aldrig med log CFU-värden över 2 i något prov. Den har därför inte heller medtagits i den grafiska redovisningen i bild 6.

En mer samlad bild av tillväxten under lagringsperioden återges i bild 7. Här har halterna för de fyra undersökta lagringssvamparna i ytskiktet summerats. Man kan se ett samband mellan vattenaktivitet, bild 5, och mögeltillväxtens omfattning. I ytskiktet nåddes en vattenaktivitet på 0,7 i början av oktober och överskred detta värde ända fram till april. Högsta vattenaktiviteten registrerades under januari och februari, då även en pik i antalet lagringssvampar konstaterades. Detta stämmer väl överens med resultaten från den tidigare refererade studien i Frankrike (Roussel et al., 2004). I de undre ballagren uppgick vattenaktiviteten aldrig till mer än 0,6-0,65. Där har heller ingen nämnvärd tillväxt av mögelsvampar skett.

Som framgår av bild 7 är skillnaden mellan de båda försöksleden när det gäller antal lagerskadesvampar i ytskiktet mycket marginell. Inte heller på de två djupare nivåerna finns någon konsekvent skillnad på förekomsten av mögelsvampar mellan försöksleden, bild 6.

Resultaten från odlingarna med direktutlägg finns redovisat i bilaga 6 och 7. Dessa visar vilka mögelsvampar som funnits närvarande under lagringen. Här framgår bland annat att *A. fumigatus* kunnat påvisas på samtliga djup i höet. Förutsättningarna har dock inte varit de rätta för att svampen skall kunna växa till.

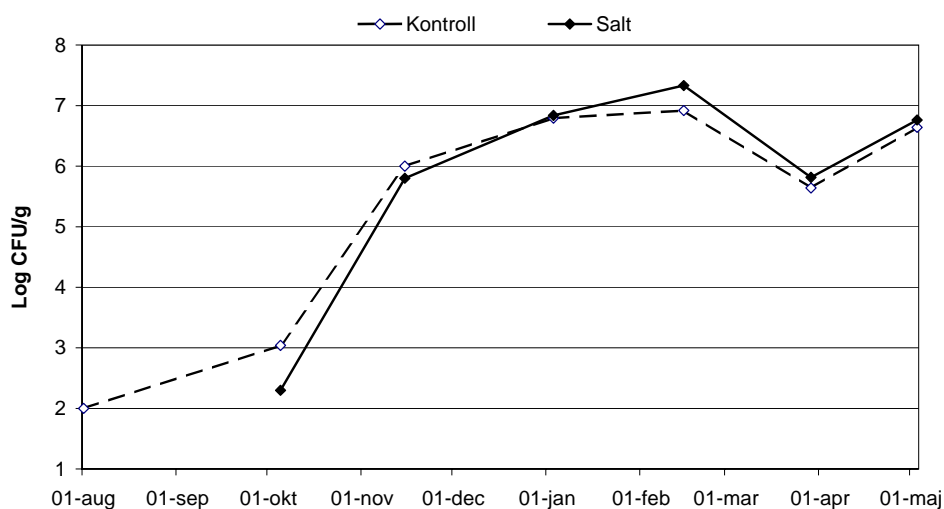


Bild 7. Summerat antal lagringssvampar (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Eurotium* och *Wallemia*) i ytskiktet. I provet från det saltbehandlade försöksledet den 1 augusti var log CFU-värdet mindre än 2 för alla svampsläktena och har därför inte ritats in i diagrammet.

Slutsats

Tillsättning av flytande saltlösning i den dos som användes i försöket hade ingen hämmande effekt på tillväxten av lagringssvampar under vinterlagringen.

Referenser

- AFS 1994:11. Organiskt damm i lantbruk. Arbetsmiljöverkets författnings-samling.
- Hoffman, A., Robinson, N.E. & Wade, J.F. 2003. Proceedings of a workshop on Inflammatory Airway Disease: Defining the syndrome. 30th September - 3rd Oct 2002, Boston, USA. Havemeyer Foundation Monograph Series No 9.
- Nilsson, E., Jonsson, C., Larsson, K. & Persson, M. 1986. Provtagning i grovfoderlager med borrh. JTI-rapport 75. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Roussel, S., Reboux, G., Dalphin, J-C., Bardonnnet, K., Millon, L. & Piarroux, R. 2004. Microbiological evolution of hay and relapse in patients with farmer's lung. *Occup. Environ. Med.* 61: e3.
- Roussel, S., Reboux, G., Dalphin, J.C., Laplante, J.J. & Piarroux, R. 2005. Evaluation of salting as a hay preservative against farmer's lung disease agents. *Ann Agric Environ Med.*12(2), 217-221.
- Taesler, R. 1972. Klimatdata för Sverige. K L Beckmans Tryckerier AB. ISBN 91-540-2012-3.

Personligt meddelande

Sandrine Roussel, Department of Mycology, University Hospital, Besançon, France. Augusti 2007.



Avdelning för kemi
Lars Petersson/lc

2006-12-19

Bilaga 1

1(1)
Uppdragsnr: U061116-0296
Lab nr:06-MBS002782

Martin Sundberg
Jordbrukstekniska Institutet
Box 7033
750 07 UPPSALA

ANALYSRESULTAT

Prov av hö märkt Tibble saltprov Bal 1 B 061005 undersöktes avseende natriumhalt. Halten natrium var 0.12 %

Metodik: Höprovet (161.7) g delades upp i tre 2 l glasbägare. Porven täcktes med Ultrarrent vatten (MQ-vatten) och fick stå över natt under omrörning med loppa och magnetomrörare. Extraktionsvolymerna hälldes ihop. Natriumhalten bestämdes med Induktivt kopplad plasma-atomemissionsteknik.

Med vänliga hälsningar

Lars Petersson
1:e kemist

STATENS VETERINÄRMEDICINSKA ANSTALT

Postadress 751 89 Uppsala

Besöksadress Ulls väg 2 B, Uppsala

Tel 018-67 40 00. Fax 018-30 91 62

e-mail sva@sva.se. Org.nr 202100-1868

Bilaga 2

Analyserade värden på vattenaktivitet, A_w

	yta	25 cm	50 cm
01-aug	0,52	0,50	0,51
	0,50	0,51	0,55
05-okt	0,70	0,55	0,52
	0,70	0,54	0,52
15-nov	0,70	0,5	0,5
	0,72	0,54	0,52
03-jan	0,78	0,59	0,54
	0,79	0,58	0,54
15-feb	0,76	0,54	0,51
	0,80	0,59	0,54
29-mar	0,71	0,58	0,55
	0,73	0,61	0,56
03-maj	0,56	0,61	0,60
	0,55	0,64	0,61

Värden i gråmarkerade rader avser saltbehandlade balar.

Yta

Provtagningsdatum	Totalantal mögelsvampar	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Fusarium spp</i>	<i>Aspergillus spp</i>	<i>Penicillium spp</i>	<i>Eurotium spp</i>	<i>Wallemia sebi</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
01-aug	5,8	5,8	4,6	<2	2,0	<2	<2	<2
	5,7	5,7	3,3	<2	<2	<2	<2	<2
05-okt	4,8	4,8	3,7	<2	2,0	<2	<3	<2
	4,6	4,3	3,0	<2	2,3	<2	<2	<2
15-nov	6,3	4,9	3,7	<2	2,5	2,6	6	<2
	5,9	3,6	4,7	<2	2,3	<2	5,8	<2
03-jan	6,8	3,8	2,0	6,3	3,9	5,3	6,6	<2
	6,9	4,3	2,8	5,7	3,0	4,8	6,8	<2
15-feb	7,0	3,7	4,3	6,2	3,9	5,6	6,8	<2
	7,4	4,7	3,8	6,0	4,1	5,7	7,3	<2
29-mar	6,6	3,9	2,5	<2	4,3	5,6	4,3	<2
	6,3	4,3	2,5	<2	3,3	5,8	4,3	<2
03-maj	6,6	4,3	<2	6	3,3	5,3	6,5	<2
	6,8	4,6	<2	5,9	3,6	6	6,6	<2

Värden i gråmarkerade rader avser saltbehandlade balar.

25 cm

Provtagningsdatum	Totalantal mögelsvampar	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Fusarium spp</i>	<i>Aspergillus spp</i>	<i>Penicillium spp</i>	<i>Eurotium spp</i>	<i>Wallemia sebi</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
01-aug	5,4	5,4	2,0	<2	<2	<2	<2	<2
	5,6	5,5	4,3	2,0	<2	<2	<2	<2
05-okt	4,9	4,9	3,5	<2	<2	<2	<2	2,0
	4,8	4,7	3,8	<2	<2	<2	<2	<2
15-nov	5,3	5,0	3,3	<2	<2	<2	<2	<2
	5,3	5	3,8	<2	<2	<2	<2	<2
03-jan	4,0	4,0	2,8	2	2	2,7	2,5	<2
	4,5	4,5	2,5	<2	2	<2	<2	<2
15-feb	4,9	4,9	2,8	<2	<2	<2	<2	<2
	4,6	4,2	3,5	<2	2,3	<2	<2	<2
29-mar	3,9	3,8	2,3	<2	2,8	2,3	<2	<2
	4,6	4,5	4	<2	<2	<2	<2	<2
03-maj	4,0	3,8	<2	<2	2,0	2,3	2	<2
	4,5	3,7	3,3	<2	2,7	2,8	2,3	2,0

Värden i gråmarkerade rader avser saltbehandlade balar.

50 cm

Provtagningsdatum	Totalantal mögelsvampar	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Fusarium spp</i>	<i>Aspergillus spp</i>	<i>Penicillium spp</i>	<i>Eurotium spp</i>	<i>Wallemia sebi</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
01-aug	5,3	5,3	4,5	<2	<2	2,0	<2	<2
	5,5	5,5	3,6	<2	<2	2,0	<2	<2
05-okt	5,0	4,9	2,7	<2	<2	2,0	<2	<2
	5,3	5,3	3,3	<2	<2	<2	<2	2,0
15-nov	5,0	4,8	2,3	<2	<2	<2	<2	<2
	4,9	4,8	3,3	<2	<2	<2	<2	<2
03-jan	4,7	4,6	2,8	<2	2,0	<2	<2	<2
	4	4	3,8	<2	<2	2	<2	<2
15-feb	4,7	4,6	2,9	<2	<2	<2	<2	<2
	4,6	4,5	<2	2,7	2,0	<2	<2	<2
29-mar	4,5	4,5	<2	<2	<2	2,0	<2	<2
	4,8	4,8	3	<2	<2	2,0	<2	<2
03-maj	4,5	4,3	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	4	3,9	<2	<2	<2	<2	<2	<2

Värden i gråmarkerade rader avser saltbehandlade balar.

		<i>Aspergillus spp</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Cladosporium spp</i>	<i>Eurotium spp</i>	<i>Fusarium spp</i>	<i>Penicillium spp</i>	<i>Wallemia sebi</i>
Yta	01-aug		X		X	X		X	X	
	05-okt	X	X			X		X		X
	15-nov	X	X	X	X	X	X	X		X
	03-jan		X		X	X	X	X	X	X
	15-feb	X	X			X	X	X		X
	29-mar		X			X	X	X	X	X
	03-maj		X			X	X	X	X	X
25 cm	01-aug					X		X		
	05-okt	X	X		X	X	X	X		
	15-nov		X		X	X	X	X		
	03-jan					X	X	X	X	
	15-feb		X		X	X	X	X		X
	29-mar		X			X	X	X	X	
	03-maj	X	X		X	X	X	X	X	
50 cm	01-aug	X	X			X		X		
	05-okt	X	X		X	X		X	X	
	15-nov		X			X		X	X	
	03-jan		X		X	X	X	X	X	
	15-feb	X	X			X	X	X	X	X
	29-mar		X		X	X	X	X	X	
	03-maj		X			X	X	X	X	X

X= Konstaterad förekomst

Direktutlägg – Kontroll utan salttillsats

		<i>Aspergillus spp</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Cladosporium spp</i>	<i>Eurotium spp</i>	<i>Fusarium spp</i>	<i>Penicillium spp</i>	<i>Wallemia sebi</i>
Yta	01-aug		X			X		X		
	05-okt		X			X	X	X	X	X
	15-nov		X			X	X	X		X
	03-jan		X			X	X	X		X
	15-feb		X			X	X	X		X
	29-mar		X			X	X	X	X	
	03-maj		X			X	X	X		X
25 cm	01-aug		X			X		X		
	05-okt	X	X			X		X	X	
	15-nov	X	X	X	X	X		X		X
	03-jan		X			X	X	X	X	X
	15-feb		X	X		X	X	X	X	X
	29-mar	X	X			X	X	X	X	
	03-maj	X	X			X	X	X	X	X
50 cm	01-aug		X			X		X		
	05-okt		X		X	X		X		
	15-nov	X	X			X		X	X	
	03-jan	X	X			X	X	X	X	
	15-feb		X			X	X	X	X	X
	29-mar		X		X	X	X	X		
	03-maj	X	X			X	X	X	X	

X= Konstaterad förekomst

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik...

... är ett industriforskningsinstitut som forskar, utvecklar och informerar inom områdena jordbruks- och miljöteknik samt arbetsmaskiner. Vårt arbete ger dig bättre beslutsunderlag, stärkt konkurrenskraft och klokare hushållning med naturresurserna.

Vi publicerar regelbundet notiser på vår webbplats om aktuell forskning och utveckling vid JTI. Du får notiserna hemskickade gratis om du anmäler dig på www.jti.se

På webbplatsen finns även publikationer som kan läsas och laddas hem gratis, t.ex.:

JTI-informerar, som kortfattat beskriver ny teknik, nya rön och nya metoder inom jordbruk och miljö (4-5 teman/år).

JTI-rapporter, som är vetenskapliga sammanställningar över olika projekt.

Samtliga publikationer kan beställas i tryckt form. JTI-rapporterna och JTI-informerar kan beställas som lösnummer. Du kan också prenumerera på JTI-informerar.

*För trycksaksbeställningar, prenumerationsärenden m.m.,
kontakta vår publikationstjänst (SLU Service Publikationer):*

tfn 018 - 67 11 00, fax 018 - 67 35 00

e-post: bestallning@jti.se



JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

JTI – Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering

Box 7033, 750 07 UPPSALA Telefon: 018 - 30 33 00

Besöksadress: Ultunaallén 4 Telefax: 018 - 30 09 56

Webbplats: www.jti.se