

JTI-rapport
Lantbruk & Industri

363

Mögeltillväxt i hö under vinterlagring

Martin Sundberg
Cecilia Lindahl
Karin Artursson
Gunnar Lundin



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

2008

Mögeltillväxt i hö under vinterlagring

Mould growth in hay during winter storage

Martin Sundberg, JTI
Cecilia Lindahl, JTI
Karin Artursson, SVA
Gunnar Lundin, JTI

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning	7
Summary	8
Bakgrund.....	9
Uppfuktning	9
Mögel tillväxt	9
Hälsorisker	11
Syfte	12
Genomförande	12
Resultat	14
Luftfuktighet och temperatur i uteluft.....	15
Luftfuktighet och vattenaktivitet i hö.....	16
Mikroflora i hö	20
Diskussion.....	26
Slutsatser.....	28
Referenser	29
Bilaga 1	31
Bilaga 2.....	33
Bilaga 3.....	39

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. Syftet med detta projekt har varit att dokumentera hur fuktigheten i höet varierar under vinterlagringen och kartlägga vilka typer av mögelsvampar som då växer till.

Projektet, som initierats av forskare Gunnar Lundin vid JTI, har planerats av forskare Martin Sundberg, JTI. Denne har tillsammans med forskare Cecilia Lindahl också ansvarat för projektets praktiska genomförande, resultatbearbetning och författandet av denna rapport.

Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) har förutom att utföra de mikrobiologiska analyserna även bistått med kompletterande mikrobiologisk kompetens i projektet. Detta har bland annat bestått i att ge synpunkter samt bidra med viss faktakomplettering till denna rapport. Personer vid SVA som varit involverade i detta är laboratorieveterinär Ursula Nord-Bjerselius och laborator Karin Artursson.

Finansiering av projektet har till största del skett via bidrag från Stiftelsen Svensk Hästforskning, men även från Krafft Hästfoder AB. En referensgrupp bestående av Cecilia Müller, SLU och Kristina Ekström, Krafft Hästfoder AB har under projektets gång bidragit med värdefulla synpunkter.

Till alla som bidragit till projektets genomförande framförs ett varmt tack. Dessutom riktas ett särskilt tack till de tre försöksvärdarna i projektet för ett mycket gott samarbete.

Uppsala i mars 2008

Lennart Nelson

VD för JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Sammanfattning

Hästägare kommer alltid att efterfråga ett hö av 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.

Syftet med detta projekt har varit att dokumentera hur fuktigheten i höet varierar under vinterlagringen och kartlägga vilka typer av mögelsvampar som då växer till. Utifrån erhållna resultat gjordes en bedömning av vilka hälsorisker detta kan innebära för djur och människor.

Under två lagringssäsonger åren 2005-2007 genomfördes praktiska lagringsförsök på tre gårdar i Uppland. Gårdarna, som var desamma under båda försöksåren, hade alla hötork och hanterade höet i form av småbalar.

I augusti staplades balar till försöken i stackar, där endast den övre horisontella ytan av balstacken var exponerad för den omgivande luften. Givare för temperatur och luftfuktighet placerades på tre djup i varje stack; i ytskiktet av det översta balskiktet samt i ytan av de två underliggande balskikten, motsvarande ca 30 respektive 60 cm under höytan. En likadan givare monterades hängande ca 80 cm ovanför balstapeln för att mäta omgivningsklimatet i lagringsutrymmet. På en av gårdarna registrerades även temperatur och luftfuktighet i utomhusluften.

Den första provtagningen av hö gjordes i direkt anslutning till stackningen 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. Vid varje provtagningstillfälle togs ett prov vardera ur tre balar per stack, belägna på samma djup som registreringarna av temperatur och relativ luftfuktighet.

Förutom mikrobiell analys av höproverna bestämdes även vattenaktiviteten, vilket är ett mått på vattnets tillgänglighet för mikroorganismer i materialet. 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*.

Resultaten visar att fuktigheten i ytskiktet av det hö som är exponerat mot omgivningen ökade snabbt under hösten, vilket skapat förutsättningar för mikrobiell tillväxt. Redan i november var tillväxten i ytan omfattande och på en nivå som får anses oacceptabel. Den mögelsvamp som genomgående påvisats mest frekvent och i högst halter i studien var *Wallemia sebi*, men också *Aspergillus* spp återfanns i höga halter. Under vintern har även svampar av släktena *Penicillium* och *Eurotium* växt till, dock i något måttligare omfattning. Även i de två underliggande ballagren skedde en viss uppfuktning och mögeltillväxt, dock inte till oacceptabla nivåer.

För att undvika hälsorisker både för djur och för människor bör alla exponerade ytor av höet skyddas mot uppfuktning. En skyddstäckning (t.ex. ett lager med halm-balar) bör för att vara effektiv läggas på så tidigt som möjligt, innan luftfuktigheten stiger på hösten.

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 quite common, 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.

The aim of this project was to document the moisture variations in hay during winter storage and to identify the types of moulds present in the hay. From this, potential health-risks for animals and humans were assessed.

Separate storage experiments were carried out for two separate storage seasons, 2005 – 2006 and 2006 – 2007, at three farms in the region of Uppland, Sweden. All farms used hay-driers and stored the hay in small rectangular bales.

In August, bales used in the experiments were stacked on each farm, so that only the upper horizontal surface was exposed to the surrounding air. Sensors for temperature and humidity were placed at three depths in each stack; at the surface of the uppermost layer of bales and at the surface of the next two bale layers, corresponding to approximately 30 and 60 cm depth respectively. A similar sensor mounted about 80 cm above the uppermost hay surface recorded ambient climate in the storage-room. In addition outdoor temperature and humidity were measured at one of the farm sites.

The first sampling was carried out immediately upon stacking the bales in August. The purpose of these samples was to quantify the initial content of moulds and moisture in the hay. Additional sampling was carried out on 6 occasions at approximately 1.5 month intervals, starting in the beginning of October. Accordingly, the last sampling took place in early May. On every sampling occasion, one sample each was taken from three bales per stack, located at the same depths as the measurement of temperature and humidity.

Besides microbiological analysis of the hay samples, water-activity was also determined. The latter is a measure of water-availability in the material. The microbiological analysis included determination of total mould content and mould counts in the genera *Cladosporium* spp, *Fusarium* spp, *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Eurotium* spp and the species *Wallemia sebi* and *Aspergillus fumigatus*.

The results demonstrated a rapid increase of moisture in the surface layer of hay exposed to surrounding air, creating conditions for microbial growth. As early as November, mould growth on the uppermost surface of the hay was observed at a level considered unhygienic. The mould found most frequently and in highest numbers was *Wallemia sebi*, and high counts were also observed for *Aspergillus* spp. More moderate growth was observed for genera *Penicillium* and *Eurotium*. Although rehydration and mould growth occurred to a certain extent in the two deeper bale layers as well, growth levels were in contrast not unacceptably high.

To avoid health hazards for both animals and humans, all hay surfaces exposed to ambient air should be protected against rehydration. It is suggested that a protective cover (e.g. a layer of straw bales) should be put on as early as possible in the autumn in order to maximise the efficiency of this measure.

Bakgrund

Det finns ett stort intresse för hästar 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 bland annat på problem med dammig och möjligt hö som kan förorsaka hälsoproblem hos hästarna. Ett hygieniskt friskt hö av god kvalitet kommer emellertid alltid att vara efterfrågat inom hästsektorn.

Uppfuktning

För att undvika mikrobiell tillväxt i höet bör vattenhalten inte någon gång under lagringen överstiga ca 15 %. Tidigare studier har visat att även väl nedtorkade höpartier riskerar att ta skada under lagringen på grund av uppfuktning i de övre skikten (Nilsson et al., 1986). Detta är också ett välkänt problem från praktiken, där man för att undvika mögeltillväxt i höet ofta täcker ytan med balad eller lös halm. Uppfuktningen kan orsakas av längre perioder med hög luftfuktighet eller kondensutfällning vid temperaturomslag. Speciellt under hösten och vintern är fuktigheten i uteluften som regel hög under långa perioder, vilket gör att vattenhalten i lagrets ytskikt kan stiga över det gränsvärde då mikroorganismerna börjar växa.

Vilka möjligheter som finns för mögelsvampar att växa till är, förutom tillgång på näring och syre, beroende av materialets fuktinnehåll och temperatur, där fuktigheten är av överordnad betydelse. Hö är ett biologiskt material som är hygroskopiskt, det vill säga att dess fuktinnehåll påverkas och varierar med den omgivande luftens. Om ett hö tillräckligt länge är i kontakt med luft med en viss relativ luftfuktighet inställer sig en jämvikt mellan luftfuktigheten i den omgivande luften och vattenhalten i materialet.

Materialets vattenhalt är dock ingen bra indikator för mikroorganismernas tillväxtbetingelser. Ett betydligt bättre mått är begreppet vattenaktivitet [A_w] som beskriver hur kraftigt vattnet är bundet till en substans, och därmed också hur tillgängligt vattnet är. Vattenaktiviteten definieras som förhållandet mellan ångtrycket i materialet och mättnadsångtrycket vid samma temperatur. I ett system med jämvikt (då varken upptagning eller avgivning av vatten sker) är vattenaktiviteten multiplicerad med 100 lika med den relativa luftfuktigheten i den omgivande luften. För att kraftigt begränsa mögelsvamparnas möjligheter att växa till bör vattenaktiviteten ligga under 0,7.

Mögeltillväxt

Mögelsvampar som påträffas i foder brukar ofta klassificeras i någon av grupperna *fältflora* eller *lagringsflora*. Mögelsvampar som tillhör fältfloran infekterar grödan redan på fältet, där den kan växa till i det stående beståndet eller i ett nyslaget material när vattenhalten är hög. De fältsvampar som är vanligast i Sverige tillhör släktena *Cladosporium*, *Fusarium* och *Alternaria* (Nord-Bjerselius & Pettersson, 2007), vilka samtliga kräver en vattenaktivitet över 0,85 för att växa till (Filtenborg et al., 2004).

I den torrare miljö som råder i lagret är förhållandena helt annorlunda, och där sker normalt ingen tillväxt av fältflora. Många av de mögelsvampar som tillhör lagringsfloran anses kunna växa till även när vattenaktiviteten understiger 0,75, däribland arter av *Eurotium*, *Aspergillus* samt *Wallemia sebi*. Arter av *Penicillium* har något högre fuktighetsanspråk och kräver en vattenaktivitet på åtminstone 0,78 (Filtenborg et al., 2004).

En majoritet av mögelsvampar trivs och tillväxer bra vid temperaturer mellan 10 och 30°C. I temperaturer över eller under detta intervall avtar tillväxten, och vid temperaturer under 5°C upphör tillväxten för de flesta arter. Det finns emellertid arter som anpassat sig och kan växa till vid ännu lägre temperaturer. De lägsta temperaturnivåerna för mögeltillväxt som rapporterats ligger i intervallet -7 till 0°C, och gäller bland annat arter av *Penicillium* (Pitt & Hocking, 1997). De flesta arter som återfinns i lagrade produkter har en optimal tillväxt vid 25-35°C (McDonald et al., 1991). Ju mer temperaturen avviker från den optimala för en viss mögelsvamp, desto mer fukt krävs för att tillväxt ska kunna ske, vilket illustreras i bild 1.

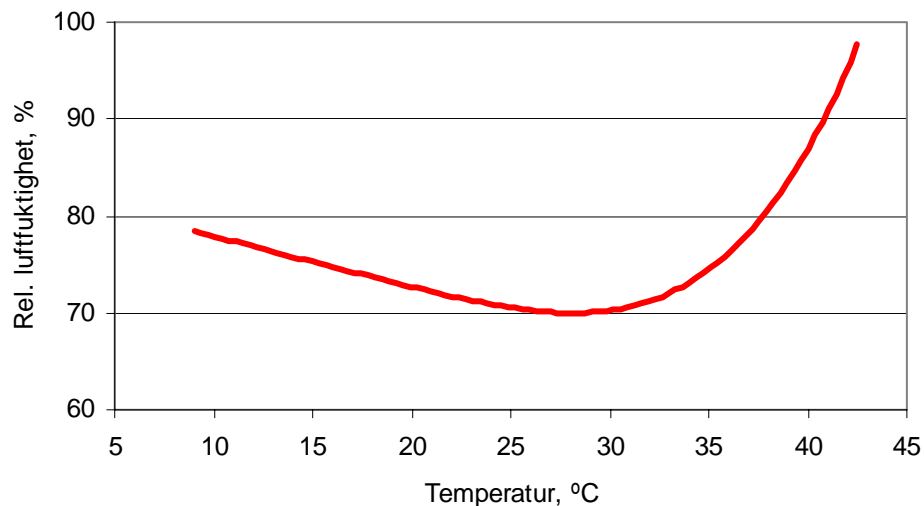


Bild 1. Principbild som visar hur mögelsvampars minimikrav på luftfuktighet varierar med temperaturen. Efter Lehmann, 1971.

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

Mögelsvampar växer vanligen i form av ett fint förgrenat nätverk av mikroskopiska trådar (mycel) och de kan producera stora mängder sporer. Förekomst av mögelsvampar i foder kan på olika sätt orsaka hälsoproblem för både djur och människor.

Hälsorisker

En tillväxt av mögelsvampar i foder kan på olika sätt orsaka hälsoproblem för både djuren som ska konsumera det och de människor som hanterar fodret. Sporer som andas in kan ge problem i luftvägar och lungor, och beroende på sporeernas storlek fastnar de på olika ställen i luftvägarna. Förutom att mögeltillväxten kan ge upphov till både allergiska reaktioner och infektioner, finns en risk att svamparna under sin tillväxt kan ha producerat giftiga ämnen, så kallade mykotoxiner.

Hästar är mycket känsliga för foder med nedsatt hygienisk kvalitet. Stallmiljön anses vara den största riskfaktorn för att hästar utvecklar icke-infektiösa inflammatoriska luftvägssjukdomar. Astmaliknande sjukdom (RAO - Recurrent Airways Obstruction) eller lindrigare inflammation (IAD - Inflammatory Airway Disease) 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 form av inflammation i lungornas finaste luftkanaler. Allergisk alveolit är en allvarlig sjukdom med lång varaktighet (AFS, 1994; Nord-Bjerselius & Pettersson, 2007). *Wallemia sebi* är en mögelsvamp som anses kunna medverka vid uppkomsten av allergisk alveolit (Reboux et al., 2001; Zeng et al., 2004).

Många mögelsvampar har allergena effekter och kan förutom allergiska reaktioner även orsaka andra luftvägsbesvär hos både människor och djur (Nord-Bjerselius & Pettersson, 2007). Bland de släkten av mögelsvampar som förknippas med allergiska reaktioner återfinns *Cladosporium*, *Fusarium*, *Eurotium*, *Penicillium* och *Aspergillus*.

En mögelsvamp som är känd för att orsaka luftvägsinfektioner (aspergillos) hos både djur och människor är *Aspergillus fumigatus* (Nord-Bjerselius & Pettersson, 2007). Denna svamp gynnas av värme och växer oftast till i undermåligt torkat hö, där man efter inläggning fått en temperaturstegring på grund av varmgång. *Aspergillus fumigatus* behöver dock relativt fuktiga förhållanden med vattenaktiviteter på minst 0,85 för att kunna växa till.

Många arter av mögelsvampar kan när de växer till producera mögelgifter (mykotoxiner). Flera av dessa är starkt toxiska och påverkar framförallt immunförsvaret (Asquith, 1991; Barnett et al., 1995). Av lagersvamparna finns det inom släktena *Aspergillus* och *Penicillium* flera arter som kan bilda mögelgifter. Närvaron av en viss svampart kan dock inte automatiskt kopplas till närvaron av det toxin denna svampart kan producera. Även det motsatta förhållandet råder, och därför kan inte en påvisad frånvaro av en viss svampart garantera frihet från det mykotoxin svampen kan producera, eftersom svampen kan ha dött men toxinet finnas kvar. Eftersom många mykotoxiner är kemiskt stabila tenderar de att klara lagring och processning såsom hög temperatur. I vissa fall kan en svampart producera flera olika mykotoxiner. Ett annat problem är att svamp tenderar att växa till i isolerade fickor vid lagring av foder, vilket i sin tur resulterar i att de mykotoxiner som eventuellt bildas

kan vara mycket oregelbundet fördelade i foderpartiet. I litteraturen återfinns mycket lite kring förekomsten av mykotoxiner specifikt i hö. De kan dock förekomma i växande gräs (DiMenna et al., 1991, Uhlig et al., 2007), och borde därmed också kunna återfinnas i både hö och ensilage.

Några generellt vedertagna gränsvärden för hur stort innehåll av mögelsporer som kan anses vara acceptabelt i hö finns inte. För spannmål som ska användas till foder finns dock i den svenska foderförfattningen ett riktvärde på max 100 000 sporer (kolonibildande enheter – CFU) per gram (Jordbruksverket, 2006). Detta värde är satt utifrån de halter som erfarenhetsmässigt förekommer i normal och mögelskadad spannmål. Högre halter behöver i sig inte betyda att fodret är skadligt, utan riktvärdet är i första hand satt med tanke på att skydda djuren eftersom det kan innebära en hälsorisk (Nord-Bjerselius & Pettersson, 2007). Även om motsvarande riktvärde inte finns för hö, bör man ändå kunna anta att de halter som kan anses acceptabla borde vara i samma storleksordning som för foderspannmål. Naturligtvis innebär ett stort innehåll av mögelsporer också arbetsmiljörisker för de människor som ska hantera fodret.

Syfte

Syftet med detta projekt var att följa hur fuktigheten i höet varierar under vinterlagringen och kartlägga vilka typer av mögelsvampar som då växer till. Utifrån framkomna resultat har en bedömning gjorts av vilka hälsorisker detta innebär för djur och människor.

Genomförande

Under två lagringssäsonger åren 2005-2007 genomfördes lagringsförsök på tre gårdar i Uppland. Gårdarna, som var desamma under båda försöksåren, var belägna i en sektor sydost/ost om Enköping. På samtliga gårdar fanns hötork och höet hanterades i form av småbalar. De tre gårdarna benämns fortsättningsvis som Gård A, B respektive C.

I början av augusti riggades försöket på gårdarna. Detta innebar att balarna märktes upp och placerades i stackar, där de staplades på ett sätt som var anpassat för de kommande provtagningarna. På två av gårdarna (A och C) stackades provbalarna så att de på sidorna och undertill var omgett av andra höbalar i lagret. På gård B var detta av praktiska skäl inte möjligt, varför stacken istället placerades i en intilliggande skulle. För att få motsvarande förhållanden som på de andra två gårdarna placerades där är ett lager buffertbalar under och runt själva försöksbalarna. Vid staplingen av provstackarna strävades efter att minimera springor och luftfickor mellan balarna.

Givare för temperatur och luftfuktighet (Rotronic Hygroclip, Rotronic AG, Basserdorf, Switzerland) placerades på tre nivåer i vardera stack; i ytskiktet av det översta balskiktet samt i ytan av de två underliggande balskikten, motsvarande ca 30 respektive 60 cm under höytan. Alla givarna var via kabel anslutna till loggrar (Rotronic Hygrolog) vilka var programmerade att lagra mätdata varannan timme. En likadan givare monterades hängande ca 80 cm ovanför balstapeln för att mäta

omgivningsklimatet i lagringsutrymmet. På gård A ställdes även en väderstation upp för att registrera temperatur och luftfuktighet i utomhusluften.

På gård B blev försöksstarten år 2, till följd av ombyggnad, tre veckor senare än på de andra två gårdarna. På grund av en defekt loggerkabel saknas detta år också mätningar av temperatur och luftfuktighet på 60 cm djup de första två månaderna av försöket.

Uttagning av prover för mikrobiell analys gjordes genom att med en provborr borra ut minst 100 gram hö från balens yta (ned till ca 5 cm djup). Vid varje provtagningstillfälle togs ett prov vardera ur tre balar per stack, belägna på samma nivåer som där temperatur och relativ luftfuktighet registrerades. Eftersom provtagningen ur en bal medför en fysisk åverkan, togs alltid varje prov från en ny bal i försöksstacken. Borren desinficerades genom avflamning med etanol innan provtagning av varje ny bal.

Den första provtagningen av hö 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. Exakta datum för provtagningstillfällena återfinns i tabell 1.

Tabell 1. Datum för provtagningar de båda försöksåren.

	Provtagning nr						
	1	2	3	4	5	6	7
År 1	3-4 aug	5 okt	23 nov	10 jan	14 feb	29 mar	3 maj
År 2	1 aug ¹	5 okt	15 nov	3 jan	15 feb	29 mar	4 maj ²

- 1) På gård B riggades försöket och togs initialprover den 22 augusti år 2 på grund av ombyggnad.
2) På gård C utgick den sista provtagningen eftersom försöket fick avbrytas tidigare än planerat.

Förutom mikrobiell analys bestämdes i höproverna även vattenaktiviteten, vilket 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 kyldspegel-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 i 5 dygn. Antalet kolonibildande enheter räknades och koncentrationen mögel i ursprungsprovet bestämdes. Släkt- respektive 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) för att även få en uppfattning om vilka andra släkter som förekom i låga halter. 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 mikrobiella analyserna som bestämningen av vattenaktivitet utfördes av Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) i Uppsala.

I mikrobiologiska undersökningar bestäms antalet kolonibildande enheter (CFU, Colony Forming Units) 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 logaritmvärden framgår nedan.

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

I de fall beräkningar utförts, baseras dessa på log-värden. Vid medelvärdesberäkningar har vid ett analyserat värde under detektionsgränsen (log CFU-värde <2) ett log CFU-värde på 1 använts.

Resultat

Eftersom olika balpressar användes på gårdarna, fanns även en variation i balstorlek. Vid riggningen av försöken till det andra försöksåret mättes och vägdes fem balar på varje gård. Utifrån dessa mätningar kunde även volymvikten beräknas. I tabell 2 redovisas resultaten från dessa registreringar.

Tabell 2. Dimension, vikt och volymvikt på balar. Medelvärden för fem balar.

Gård	Bredd, cm	Höjd, cm	Längd, cm	Vikt, kg	Volymvikt, kg/m ³
A	46	26	64	7,7	100
B	45	30	77	9,7	93
C	54	32	75	13,5	106

Som framgår av tabellen fanns en viss variation i balmått och vikt mellan gårdarna. Däremot var volymvikten relativt ensartad. Att höjden på balarna varierade mellan 26 och 32 cm innebär att registrering av temperatur och luftfuktighet samt provtagning i det andra och tredje ballagret inte gjordes på exakt samma djup på gårdarna. Skillnaderna bedöms dock inte vara så stora att resultaten från gårdarna inte kan jämföras. I den fortsatta resultatredovisningen benämns för enkelhetens skull de två undre nivåerna för 30 och 60 cm.

Luftfuktighet och temperatur i uteluft

Hur uteluftens temperatur och relativa fuktighet varierat under lagringsperioden de båda försöksåren illustreras i diagrammen, bild 2 och 3. Dessa registreringar utfördes enbart på gård A.

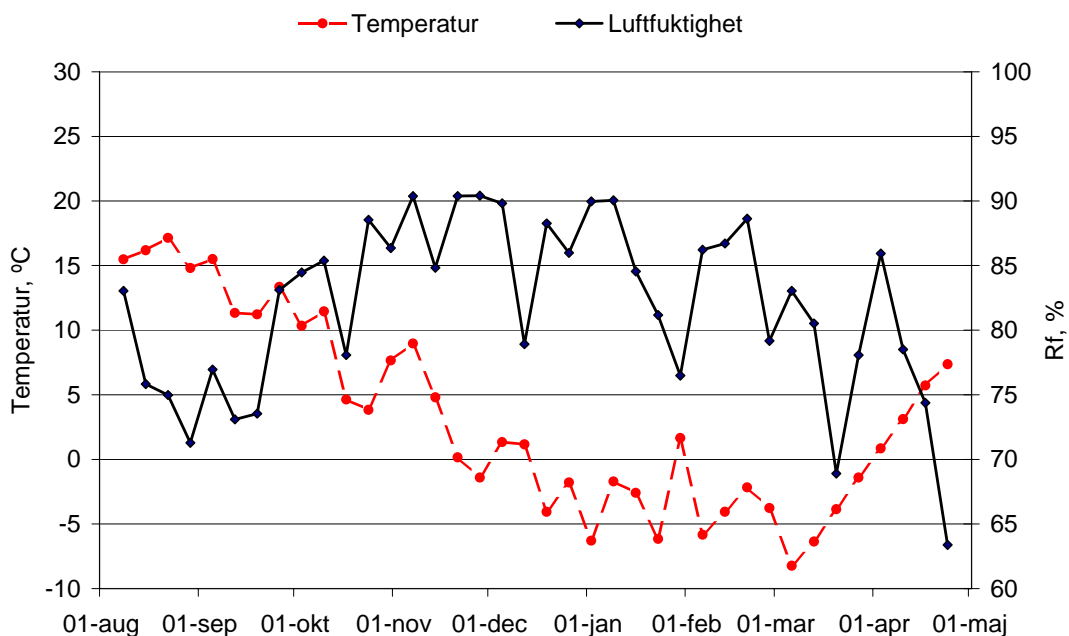


Bild 2. Veckomedelvärden för uteluftens temperatur och relativa fuktighet (rf) under det första försöksåret.

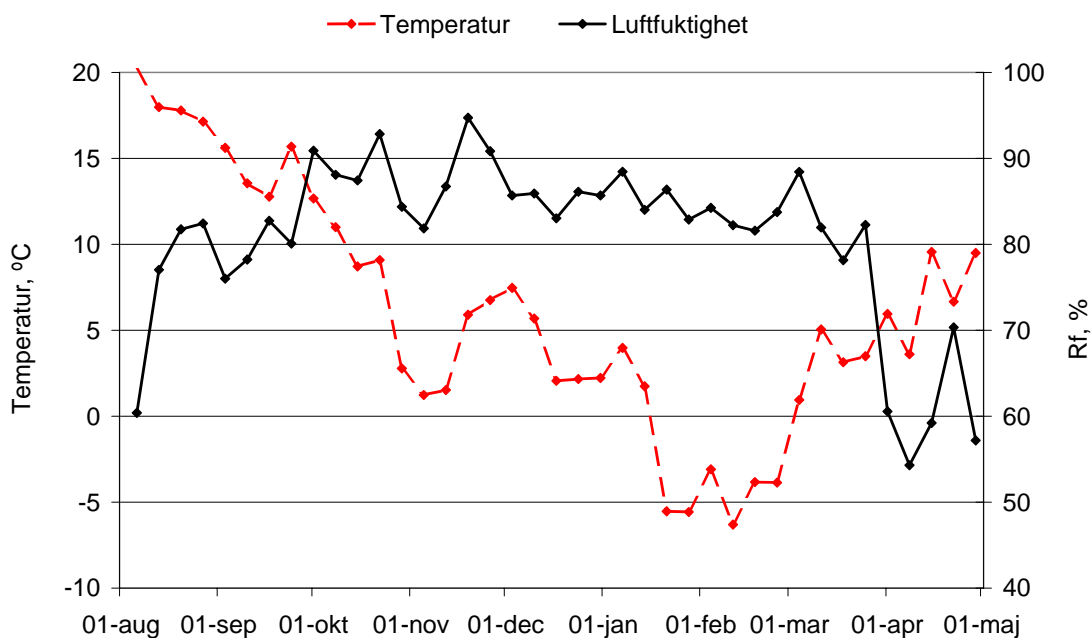


Bild 3. Veckomedelvärden för uteluftens temperatur och relativa fuktighet (rf) under det andra försöksåret.

Av bilderna framgår att den relativa luftfuktigheten båda åren låg på nivåer runt 80-90 procent under en stor del av försöksperioden.

En jämförelse mellan i försöket registrerade och normala månadsmedelvärden för temperatur och luftfuktighet redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Månadsmedelvärden på luftfuktighet och temperatur under lagringsperioden de båda försöksåren.

Månad	Relativ luftfuktighet, %			Temperatur, °C		
	Gård A, år 1	Gård A, år 2	Normal ^a	Gård A, år 1	Gård A, år 2	Normal ^a
Augusti	76,5	75,4	74	16,0	18,2	15,8
September	76,6	80,3	81	12,8	14,3	11,2
Oktober	84,1	89,1	84	7,5	8,7	5,9
November	89,2	88,1	89	3,8	3,4	1,6
December	86,1	85,6	89	-1,0	3,9	-1,3
Januari	84,8	85,3	88	-3,5	-1,0	-4,4
Februari	84,7	83,0	84	-3,4	-4,5	-4,5
Mars	78,1	80,8	78	-4,8	3,5	-1,7
April	74,9	59,9	70	4,8	7,1	3,9

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

Luftfuktighet och vattenaktivitet i hö

Hur veckomedelvärden för luftfuktighet i omgivning och i de tre ballagren varierade under de två försöksåren redovisas i bild 4 a och 4 b.

På gård A var luftfuktigheten när försöket startade mycket likartad i de tre balarna på olika djup, vilket indikerar en initial enhetlig vattenhalt i höbalarna. På de andra två gårdarna var luftfuktigheten i balarna mer varierad vid inledningen.

Det övergripande mönstret från registreringarna av luftfuktigheten visar att den i omgivningen steg stadigt under hösten, för att sedan under en stor del av vintern ligga på runt 90 %. I ytskiktet steg luftfuktigheten snabbt under hösten fram till omkring november-december då kurvorna planade ut. Även i de två underliggande nivåerna ökade luftfuktigheten, men i betydligt långsammare takt. Där pågick också ökningen under i princip hela lagringsperioden. Generellt sett var luftfuktigheten i ytskiktet på en betydligt högre nivå än i de två underliggande skikten. I dessa var skillnaden i luftfuktighet relativt liten, men fuktigheten var som regel något högre på 30 cm djup än på 60 cm.

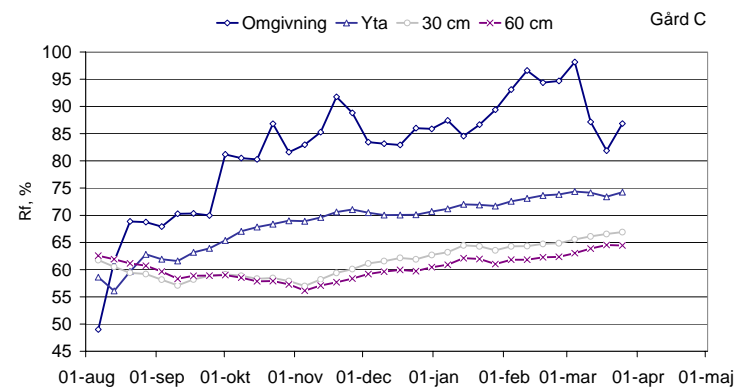
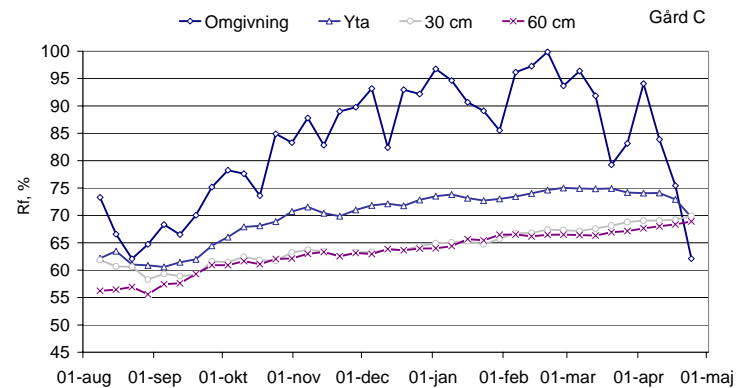
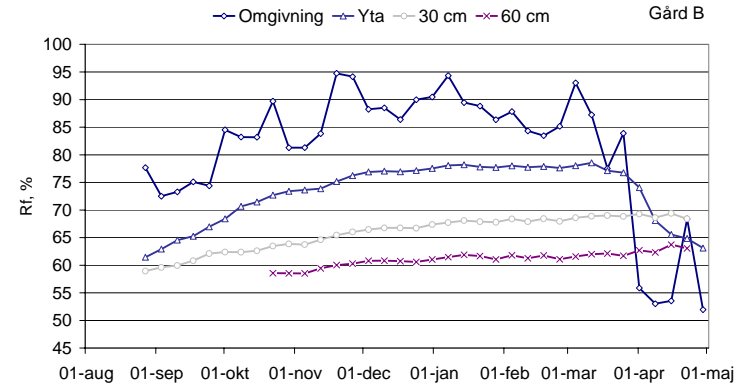
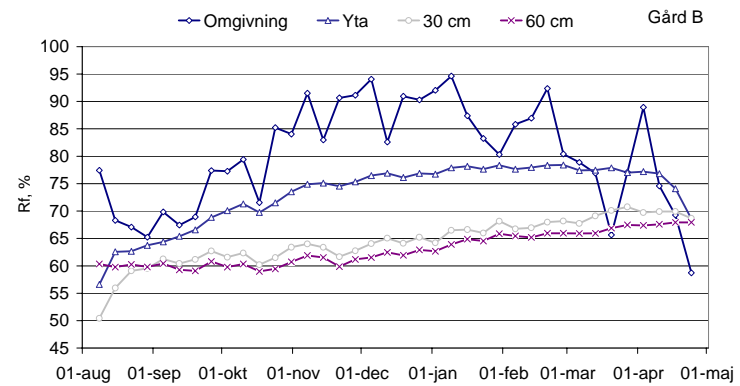
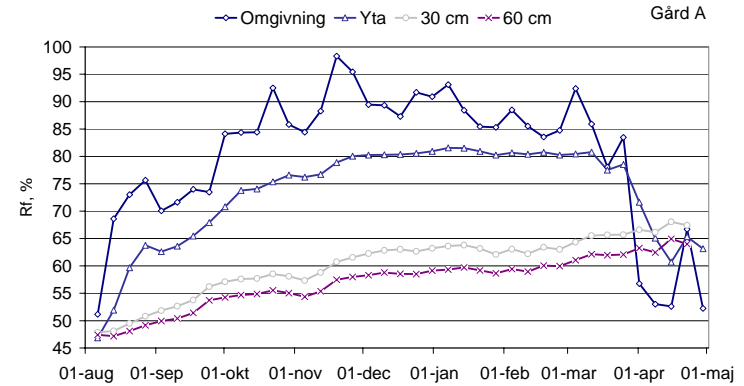
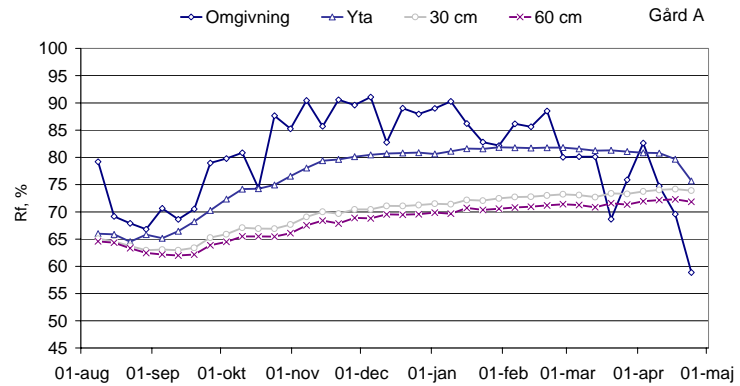


Bild 4a. Relativ luftfuktighet i omgivning och balar år 1.

Bild 4b. Relativ luftfuktighet i omgivning och balar år 2.

De uppmätta värdena på vattenaktivitet redovisas grafiskt i bild 5 a och 5 b, dessutom i tabellform i bilaga 1. Vattenaktiviteten uppvisar ett förlopp som på det stora hela överensstämmer väl med registrerade luftfuktigheter på de olika nivåerna i höet.

För att hämma en tillväxt av mögelsvampar bör vattenaktiviteten i höet helst ligga under värdet 0,7. I ytskiktet uppnåddes denna nivå med endast ett undantag redan vid den andra provtagningen i början av oktober. I princip låg sedan vattenaktiviteten på 0,7 eller mer ända till den näst sista provtagningen i slutet av mars. På de två undre nivåerna låg vattenaktiviteten nästan genomgående under 0,7 hela lagringsperioden.

I analogi med mätningarna av luftfuktighet kan man för gårdarna B och C se att det fanns en initial skillnad i vattenaktivitet mellan de tre provbalarna vid försöksstart. Därefter har en omfördelning av fukt skett och på alla gårdarna låg värdena på 30 cm djup ofta något högre än på 60 cm. Det bör här påpekas att till skillnad mot luftfuktigheten där givaren legat i en och samma bal under hela försöket, har proverna för vattenaktivitet alltid tagits ur olika balar i stacken. Detta kan till en del förklara att förloppen för vattenaktiviteten på de olika nivåerna är mer ojämna än de som registrerats för luftfuktighet.

Temperaturen på de tre nivåerna i höet skiljde mycket litet sinsemellan och följde väl omgivningstemperaturen med en viss eftersläpning.

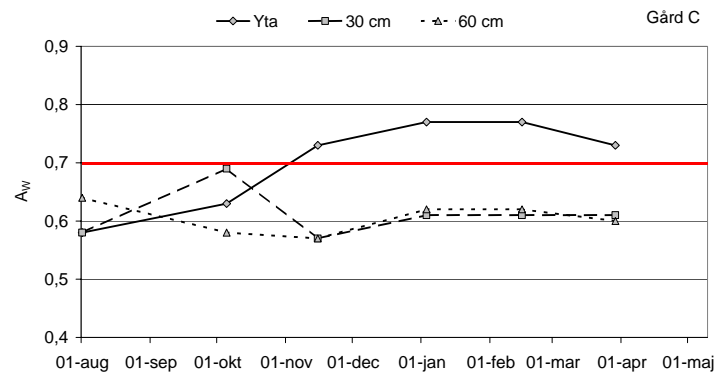
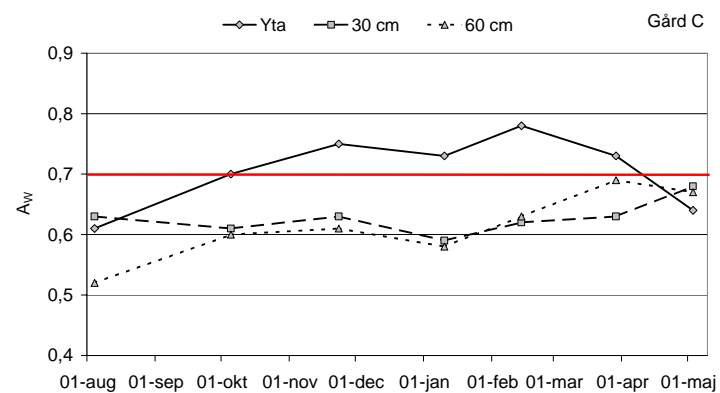
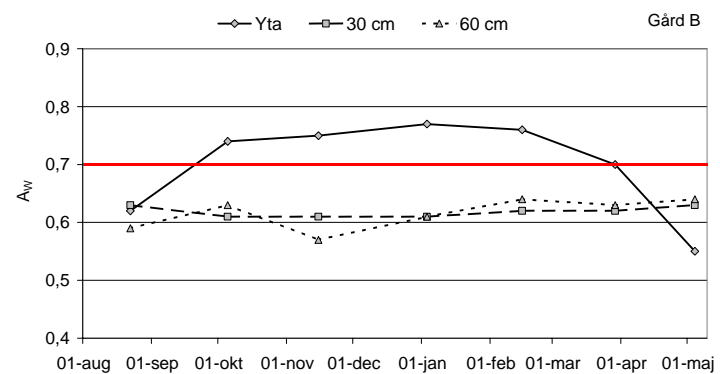
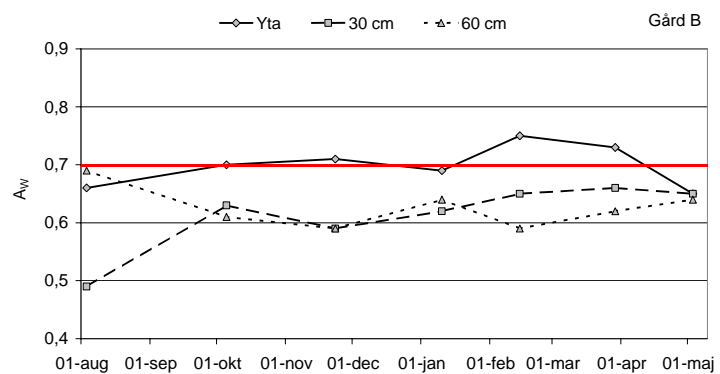
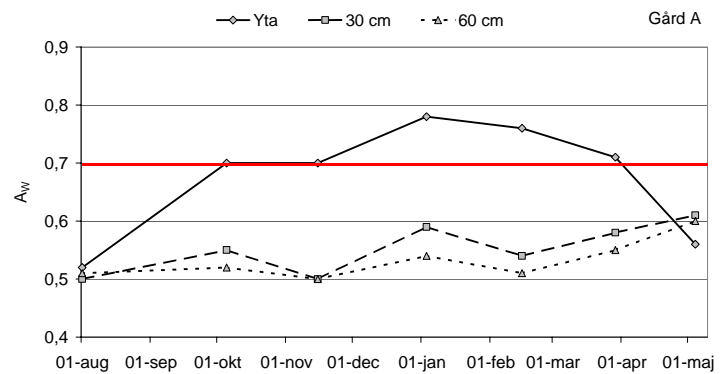
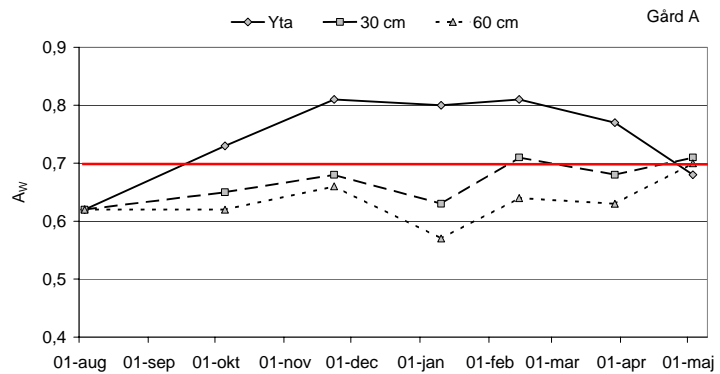


Bild 5a. Vattenaktivitet A_w i balar år 1.

Bild 5b. Vattenaktivitet A_w i balar år 2.

Mikroflora i hö

En fullständig redovisning av resultaten från de mikrobiologiska bestämningarna av antal mögelsvampar återfinns i bilagorna 2-3. Nedan kommenteras i text och bilder huvuddragen i resultaten.

De båda släktena av fältsvampar *Cladosporium* och *Fusarium* trivs under sådana förhållanden som råder i växtmaterialet på fält. I den miljö som finns i det torra höet när det ligger i lagret är förhållandena helt annorlunda, och där sker normalt ingen tillväxt av dessa fältsvampar. De mikrobiella analyserna visade att både *Cladosporium* och *Fusarium* funnits med i växtmaterialet initialt på alla nivåer i höet. Mängderna var i stort sett desamma på alla tre djup. För att åskådliggöra förekomsten av de båda släktena under lagringsförsöken, har medelvärden för alla tre provtagningsdjup återgetts i bild 6. Av diagrammen framgår att *Cladosporium* förekommit i rikligare mängd än *Fusarium* båda försöksåren. Den påvisade förekomsten av båda släktena är tämligen likartad mellan gårdarna, samtidigt som de minskat något i antal under lagringsperioden.

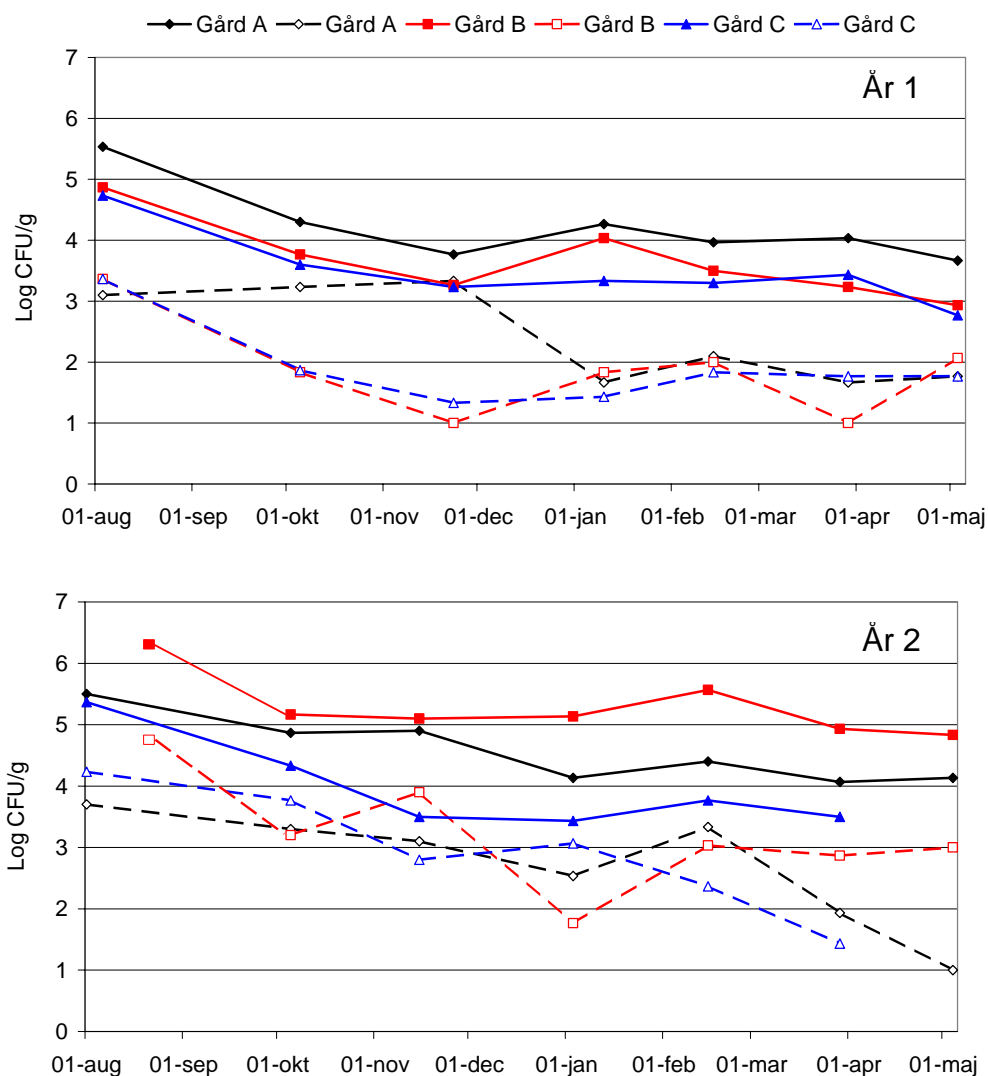


Bild 6. Mängd fältsvampar under lagringsperioden år 1 respektive år 2. Heldragna linjer med fyllda markeringar avser *Cladosporium* spp medan streckade linjer med ofyllda markeringar avser *Fusarium* spp. Varje markering representerar medelvärdet för tre provtagningsdjup vid ett och samma tillfälle.

De i studien undersökta mögelsvamparna *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Eurotium* spp och *Wallemia sebi* tillhör den så kallade lagringsfloran, och är sådana som om förutsättningarna är de rätta kan växa till under lagringen. Påvisade halter av dessa återges grafiskt i bild 7 och 8.

De initiala halterna av lagringssvampar vid den första provtagningen i början av augusti var överlag mycket låga, oftast under detektionsgränsen 100 CFU/g. Inte heller vid den andra provtagningen i början av oktober har några stora mängder påvisats. I mitten av november däremot har ofta en betydande tillväxt startat i ytskiktet, särskilt av *Wallemia*. Denna svamp har tillsammans med *Aspergillus* varit de två släkten som generellt sett dominerat lagringsfloran. Av dessa har *Wallemia* varit det släkte som i höga halter förekommit mest frekvent i proverna.

Under lagringen har halterna av både *Wallemia* och *Aspergillus* i ytskiktet ofta stigit till uppemot en miljon per gram eller mer. Resultaten antyder också att *Aspergillus* börjar tillväxa något senare än *Wallemia*. Under vintern har även svampar av släktena *Penicillium* och *Eurotium* växt till, *Penicillium* dock i relativt måttlig omfattning. Det första försöksåret var även halterna av *Eurotium* måttlig, medan tillväxten i ytskiktet år 2 varit betydligt kraftigare på alla tre gårdarna.

Resultaten visar en tydlig skillnad i mögeltillväxt på de olika djupen där prover tagits. Även på 30 cm djup har en viss tillväxt skett, dock inte alls lika kraftig som i ytskiktet. På 60 cm djup var de påvisade halterna ytterligare något lägre.

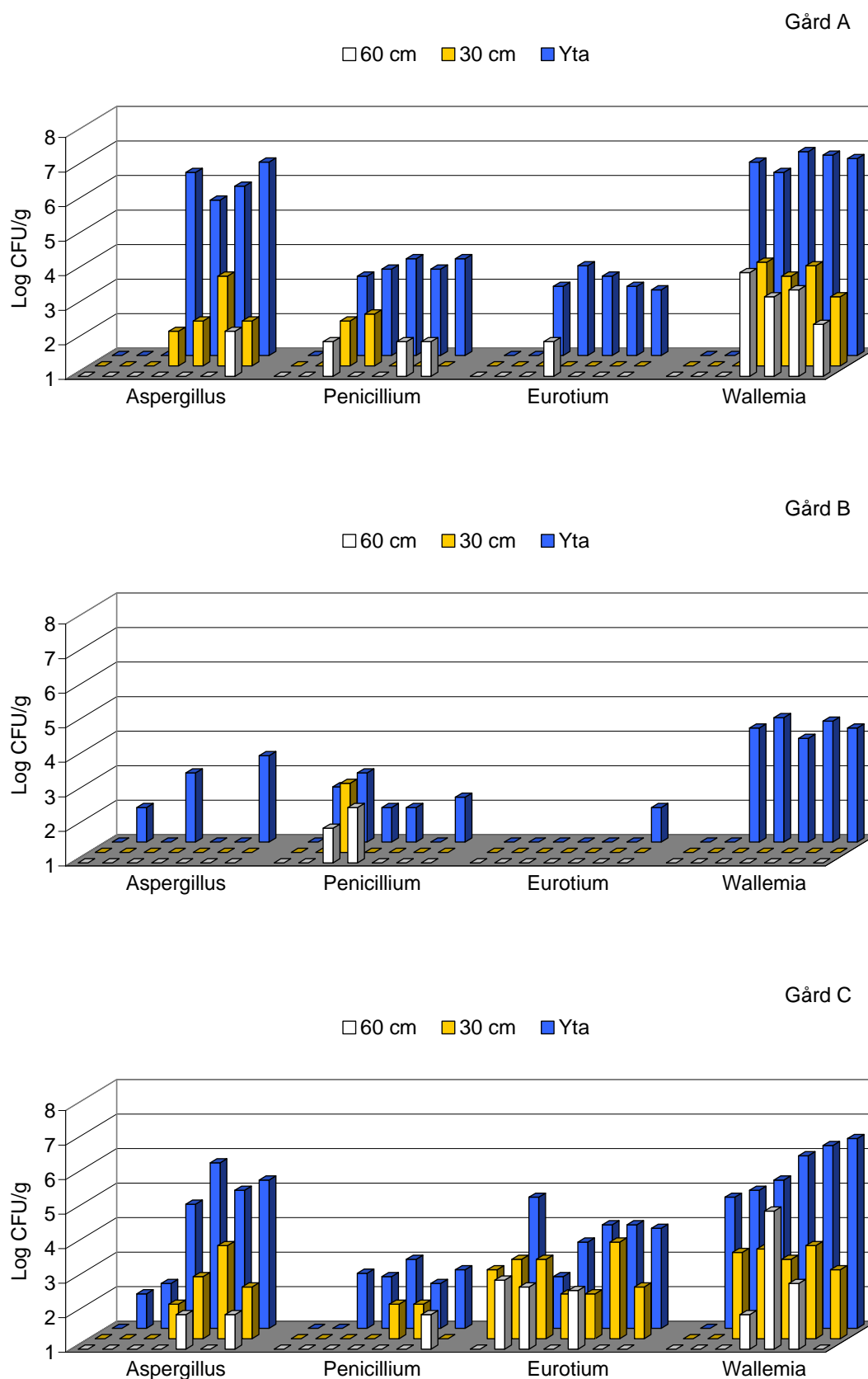


Bild 7. Halter av lagringssvamparna Aspergillus, Penicillium, Eurotium och Wallemia sebi i höet på de tre gårdarna år 1. Diagrammen visar förekomsten på olika nivåer vid de sju provtagningsstillfällena, från augusti fram till början på maj.

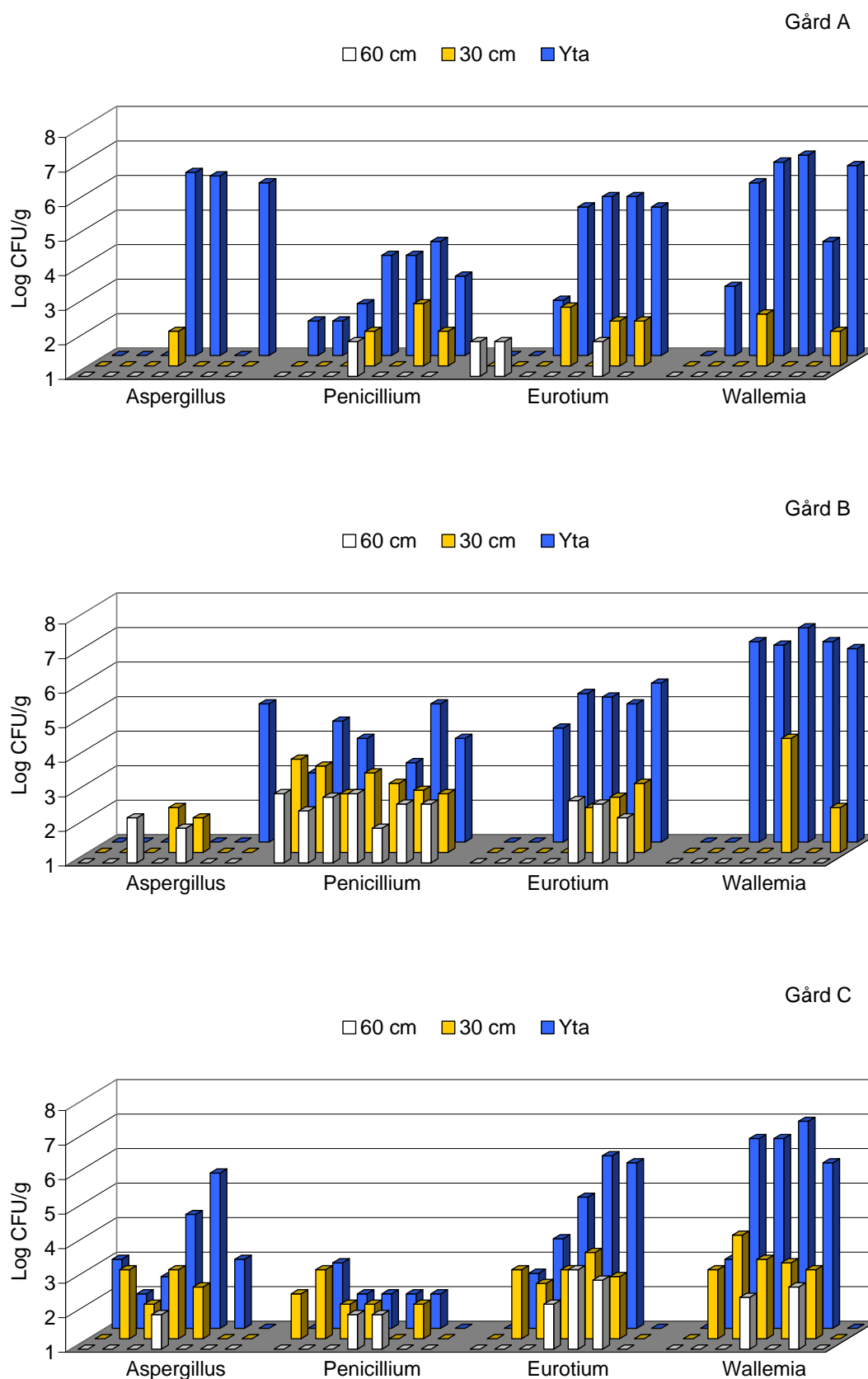


Bild 8. Halter av lagringssvamparna Aspergillus, Penicillium, Eurotium och Wallemia sebi i höet på de tre gårdarna år 2. Diagrammen visar förekomsten på olika nivåer vid de sju provtagningsstillfällena, från augusti fram till början på maj.

Halterna 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. Eftersom *A. fumigatus* mycket sällan påvisades vid haltbestämningarna, har den därför inte heller medtagits i den grafiska redovisningen i bild 7 och 8. Endast i 9 av totalt 123 prover förekom den i mängder över 100 CFU/g hö, se bilaga 2. Halterna var i dessa fall låga, och överskred aldrig 1 000 CFU/g hö. Värt att notera är dock att 8 av dessa 9 prover var tagna från gård C, jämnt fördelat mellan försöksåren.

En mer samlad bild av tillväxten under lagringsperioden återges i bild 9 och 10. Här har halterna för de fyra undersökta lagringssvamparna för respektive djup och provtagningstillfälle summerats. För halter under detektionsgränsen ($\log \text{CFU/g}=2$) har i dessa diagram värdet 1,5 använts, samtidigt som linjerna då gråmarkerats. I ytskiktet har, med undantag av Gård B år 1, halten lagringssvampar stigit till mellan 1 och 10 miljoner CFU per gram hö under lagringen, en nivå som oftast nåtts redan i november. På 30 och 60 cm djup har halterna som regel varit begränsade till i storleksordningen 1 000-10 000 CFU per gram. Dessa tillväxtmönster stämmer väl med vad som skulle kunna förväntas med tanke på de vattenaktiviteter som registrerats, se bild 5a och 5b.

Resultaten från odlingarna med direktutlägg finns redovisat i bilaga 3. Direktutläggen visar vilka mögelsvampar som funnits närvarande under lagringen, dock inte i vilka mängder. Här framgår bland annat att på alla gårdar har *Aspergillus fumigatus* regelbundet kunnat påvisas på samtliga djup i höet. Förutsättningarna har dock inte varit de rätta för att svampen skall kunna växa till.

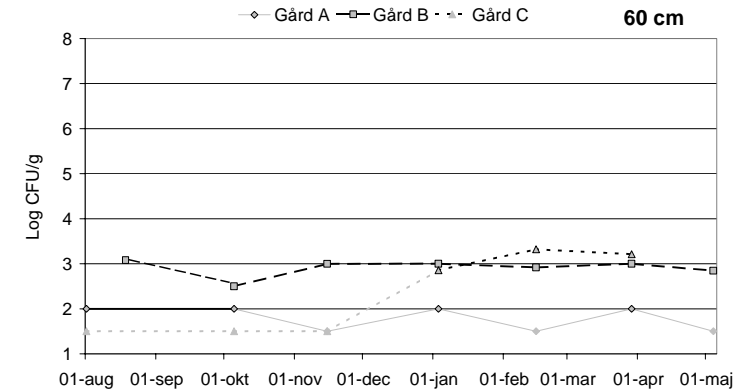
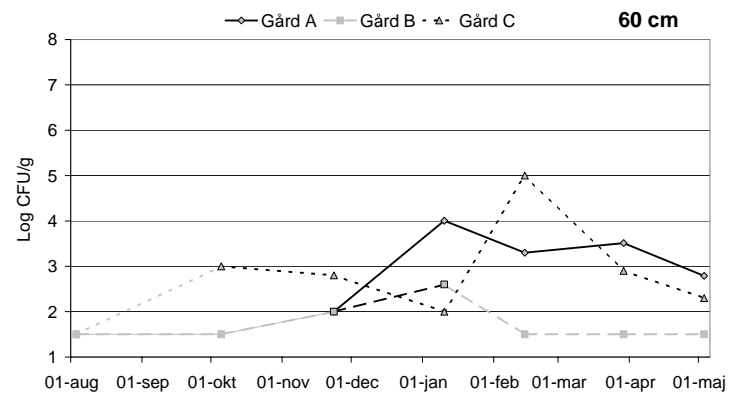
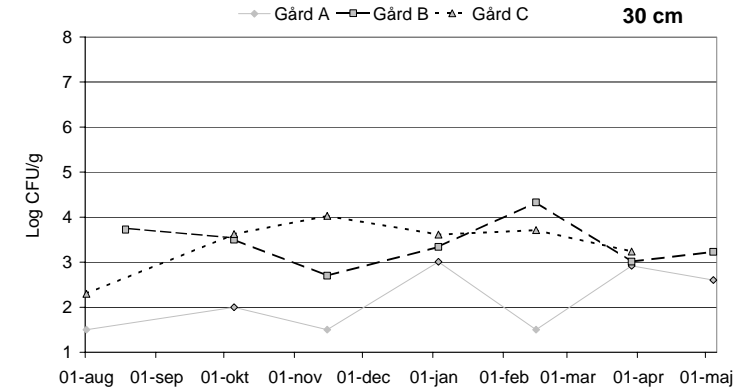
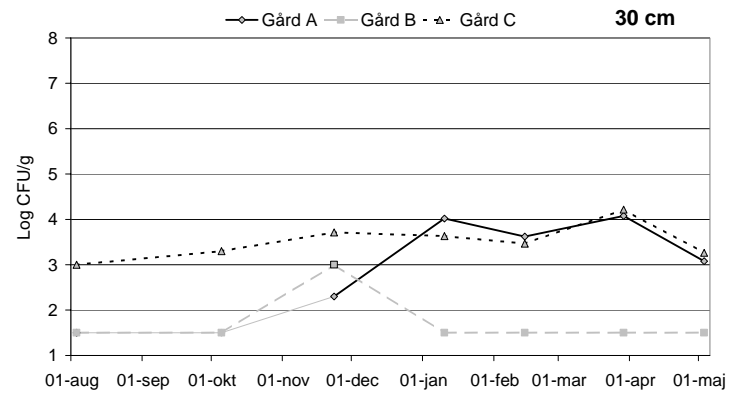
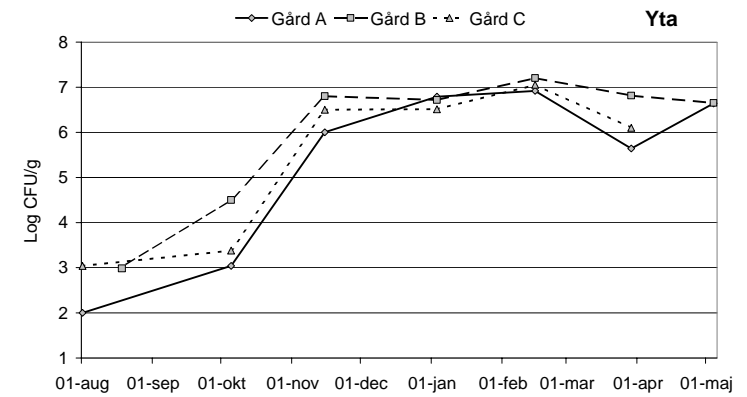
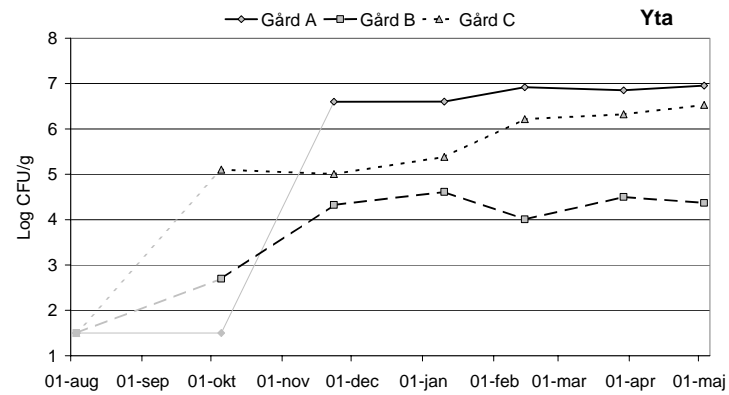


Bild 9. Summerat antal lagringssvampar år 1.

Bild 10. Summerat antal lagringssvampar år 2.

Diskussion

Vid provtagningen hanterades balarna med försiktighet för att undvika att damm (sporer) frigjordes som kunde kontaminera resterande försöksbalar i stacken. Att helt eliminera denna felkälla vore dock i praktiken omöjligt. De i resultaten påvisade skillnaderna i CFU-halter mellan olika provtagningsdjup och provtagnings-tillfällen, tyder emellertid på att kontamineringen inte utgjort någon stor felkälla i försöken.

Vilka halter av mögelsvampar som med avseende på hälsoeffekter kan anses vara acceptabla, beror till en del på vilken art det gäller. Kunskapen om potentiella hälsorisker kopplade till specifika arter är dock ofullständig, och det går därför inte att närmare precisera några specifika toleransgränser vare sig för arter eller för slakten. Det finns heller inte några allmänt vedertagna nivåer på totalantal mögelsvampar i hö som inte bör överstigas med tanke på riskerna för människor och djur. De i studien registrerade halterna i höets ytskikt som regelmässigt uppgått till 1-10 miljoner CFU per gram hö, är dock så pass höga att det måste betraktas som olämpligt och alltför riskfyllt att använda höet som foder.

En mögelsvamp för vilken hälsoriskerna är relativt välbelagda är *Aspergillus fumigatus*, varför toleransnivån för denna svamp får anses ligga lägre än för många andra. Det bör dock poängteras att tillväxt av *A. fumigatus* som regel sker i bristfälligt torkat hö där det uppstår värmebildning efter inläggningen, och inte som en följd av uppfuktning under vinterlagringen.

Resultaten från studierna uppvisar på det stora hela samma mönster på de tre gårdarna under båda försöksåren. När luftfuktigheten i omgivningsluften ökar under senhösten absorberas fukt i hölagrets yta, vilket relativt omgående leder till att mögelsvampar börjar växa till. Tillväxten sker snabbt, och når oacceptabla nivåer redan i november. Längre ner i hölagret går uppfuktningen betydligt långsammare, vilket innebär att mögeltillväxten inte alls blir lika omfattande som i ytlagret. De samstämmiga resultaten mellan år och gårdar indikerar att de registrerade förloppen över fuktförhållanden med tillhörande mögeltillväxt återspeglar vad som normalt sker under vinterlagring av hö. Dock kan skillnader i bland annat temperatur- och fuktförhållanden mellan olika år, påverka vilka specifika arter av mögelsvampar som växer till just det året. Ett exempel på sådan årsmånsvariation kan man i resultaten från denna studie se när det gäller tillväxten av *Eurotium*, som generellt sett förekom i högre halter under det andra försöksåret.

Den mögelsvamp som genomgående påvisats mest frekvent och i högst halter i studien var *Wallemia sebi*. Att denna svamp varit vanligt förekommande de båda åren som försöken utfördes, överensstämmer med den bild man fått vid SVA utifrån andra foderprover som man där fått in från olika delar av Sverige.

Något avvikande från det generella mönstret visar resultaten från gård B det första försöksåret. De analyserade halterna av lagringssvampar var där överlag på en lägre nivå än på de andra gårdarna, speciellt i ytskiktet, se bild 7. Att tillväxten varit mindre omfattande kan förklaras av att även vattenaktiviteten legat på en från övriga försöksserier avvikande låg nivå, se bilder 5a och b. Orsaken till detta är dock svårare att förklara, eftersom de registrerade värdena på luftfuktighet i omgivning och ytskikt inte uppvisar något uppenbart avvikande mönster från övriga försöksserier, se bilder 4a och b. Man kan också notera att resultaten från det andra årets försök på denna gård inte avviker från huvudmönstret.

Under projektets gång framkom funderingar om huruvida förhållandena i det andra och tredje balskiktet blir desamma oavsett om det översta lagret består av hö- eller halmbalar. För att i någon mån undersöka detta gjordes under det andra försöksåret en något utökad provtagning på Gård A, där lantbrukaren har som rutin att täcka hölagret med halmbalar på hösten. Denna täckning gjordes i början av september det andra försöksåret (dock ej stacken med försöksbalar). I det halmtäckta lagret vid sidan av försöksstacken togs sedan prover på motsvarande sätt som i det ordinarie försöket; i ytskiktet (halm) och de två underliggande ballagren (hö). Prover togs vid vartannat ordinarie provtagningstillfälle; i början av oktober respektive januari samt i slutet av mars, se tabell 1. Metodik för provtagning och analyser var desamma som i det ordinarie försöket. Vattenaktivitet i proverna från halm och de två underliggande ballagren illustreras i bild 11 tillsammans med värden från det ordinarie försöket.

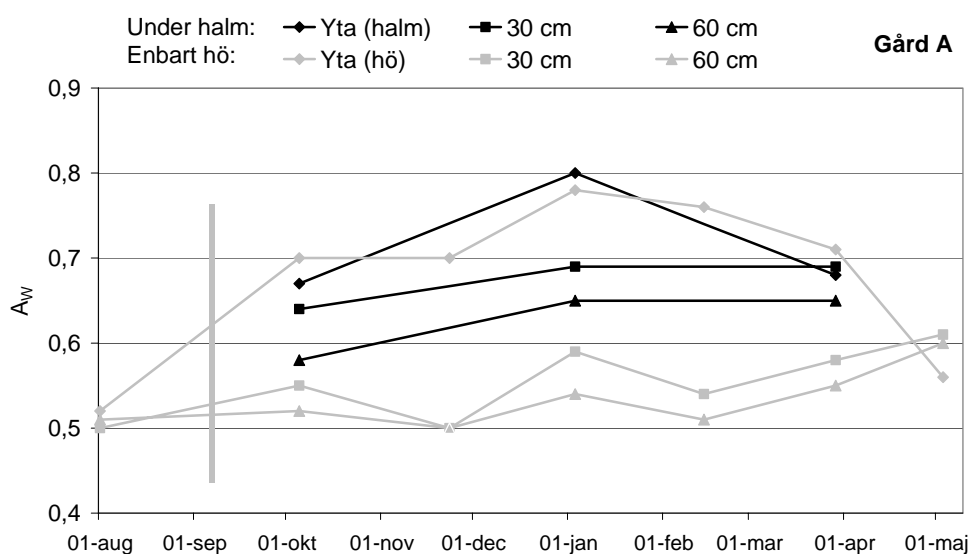


Bild 11. Vattenaktivitet i halm och de två ballagren under denna (svarta linjer) och i den ordinarie försöksstacken på gård A (grå linjer). Den vertikala linjen visar när hölagret täcktes med halmbalar.

Av bilden framgår att vattenaktiviteten i ytlagret var på ungefär samma nivå i både halm och hö. Däremot var vattenaktiviteten i de underliggande ballagren högre under det halmtäckta höet. Detta ska dock ses mot bakgrund av att täckningen med halmbalar inte gjordes förrän i början av september. Eftersom sista halvan av augusti karakteriserades av mycket fuktig luft (se bild 3) har en uppfuktning av det då ännu otäckta höet skett. Balen på 30 cm djup i bild 11 motsvarar ju fram till halmtäckningen ytbalen i det ordinarie försöket. Luftfuktigheten i den senare uppgick vid tiden för halmtäckningen till nästan 65 % (bild 4b), vilket ganska väl motsvarar värdet på vattenaktiviteten i den översta halmtäckta balen vid första provtagningen i början av oktober. Detta resonemang kan således förklara varför proverna från höbalar under halmtäckningen har högre vattenaktivitet än de i det ordinarie försöket. Av resultaten från de mikrobiella analyserna (bilaga 2) framgår att det inte fanns någon skillnad mellan försöksleden avseende tillväxt av lagersvampar på 30 och 60 cm djup. Detta ska ses mot bakgrund av att vattenaktiviteten i alla prover tagna från dessa nivåer genomgående legat under 0,7 (bild 11), vilket kraftigt begränsat möjligheterna för mikrobiell tillväxt.

I ytskiktet däremot, kan man se att lagersvamparna växt i betydligt större omfattning i höet än i halmen. Detta förklaras sannolikt av att hö är mer näringsrikt än halm och fungerar därför bättre som substrat för mögelsvamparna. Man kan också se att halmen genomgående innehöll högre halter av de två undersökta släktena av fältsvampar.

Resultaten från denna studie visar tydligt på behovet att på något sätt skydda exponerade höytor från den återuppfuktning som via omgivande luft sker under vinterlagringen. 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. Det finns därför behov av att undersöka om man med mer lättanvända täckningsmaterial kan uppnå den funktion som krävs för att hindra mögeltillväxt.

Slutsatser

- Fuktigheten i ytskiktet av det hö som är exponerat mot omgivningen ökar snabbt under hösten, vilket skapar förutsättningar för mikrobiell tillväxt. Redan i november är tillväxten omfattande och på en nivå som får anses oacceptabel.
- Även i underliggande ballager sker en viss uppfuktning och mögeltillväxt, dock inte till oacceptabla nivåer.
- För att undvika hälsorisker både för djur och för människor bör alla exponerade ytor av höet skyddas mot uppfuktning.
- För att vara effektiv bör en skyddstäckning läggas på så tidigt som möjligt, innan luftfuktigheten stiger på hösten.

Referenser

- AFS 1994:11. Organiskt damm i lantbruk. Arbetsmiljöverkets författnings-samling.
- Art, T., McGorum, B.C. & Lekeux. 2002. Environmental Control of Respiratory Disease. In: Equine Respiratory Diseases, P. Lekeux (Ed.). International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaka, New York, USA.
- Asquith, R.L. 1991. Mycotoxicoses in horses. In Mycotoxins and animal foods. (Eds: Smith, J.E. & Hendersen, R.S.). CRS Press, pp. 679-688.
- Barnett, D.T., Mowrey, R.A., Hagler, W.M. Jr, Bristol, D.G. & Mansmann, R.A. 1995. The correlation of selected mycotoxins to the incidence of colic in horses. *Proceedings of the fourteenth equine nutrition and physiology symposium*, Ontario, California, 242-247.
- DiMenna, M.E., Lauren, D.R., Sprosen, J.M. & MacLean, K.S. 1991. Fusarium and zearalenone on herbage fractions from short and from long pasture. *N.Z.J. Agric. Res.*, 34:445.
- Filténborg, O., Frisvad, J.C. & Samson, R.A. 2004. Specific association of fungi to foods and influence of physical environmental factors s 315. In: Introduction to food- and airborne fungi. 7 ed. Eds: Samson, R. A., Hoekstra, E.S. & Frisvad, J.C., Wageningen, The Netherlands.
- Jordbruksverket, 2006. Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om foder. SJVFS 2006:81.
- McDonald, P., Henderson, A.R. & Heron, S.J.E. 1991. The Biochemistry of Silage. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK, 152-155.
- Nord-Bjerselius, U. & Pettersson, H. 2007. Mögel och mögelgifter i foder. Broschyr framtagen av SVA, SLU och Svensk Mjölk. (http://www.sva.se/upload/pdf/tjanster%20och%20produkter/trycksaker/mogel_och_mogelgifter_i_foder_webb.pdf)
- 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.
- Lehmann, D. 1971. Verlustvorgänge und Schimmelbildung bei der Trocknung und Lagerung von Halmfutter. *Landtechnische Forschung* 19, 180-187.
- Nilsson, E., Jonsson, C., Larsson, K. & Persson, M. 1986. Provtagning i grovfoderlager med borrh. JTI-rapport 75. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Pitt, J.I. & Hocking, A.D. 1997. Fungi and Food Spoilage. Blackie Academic & Professional.
- Reboux, G., Reiman, M., Roussel, S., Taattola, K., Millon, L., Dalphin, J.C. & Piarroux R. 2006. Impact of agricultural practices on microbiology of hay, silage and flour on Finnish and French farms. *Ann Agric Environ Med.*13(2), 267-273.
- Roussel, S., Reboux, G., Dalphin, J-C., Bardonnet, 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., Pernet, D., Laplante, J.J., Millon, L. & Piarroux, R. 2005a. Farmers lung disease and microbiological composition of hay: A case-control study. *Mycopathologia* 160, 273-279.
- Roussel, S., Reboux, G., Dalphin, J.C., Laplante, J.J. & Piarroux, R. 2005b. 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.
- Uhlig, S., Vikøren, T., Ivanova, L. & Handeland, K. 2007. Ergot alkaloids in Norwegian wild grasses: a mass spectrometric approach. *Rapid Commun Mass Spectrom* 21(10), 1651-1660.
- Zeng, Q-Y., Westermark, S-O., Rasmuson-Lestander, Å. & Wang, X-R. 2004. Detection and Quantification of *Wallemia sebi* in Aerosols by Real-Time PCR, Conventional PCR, and Cultivation. *Applied and Environmental Microbiology* 70, 7295-7302.

Analyserade värden på vattenaktivitet, A_w

År1**Gård A**

	yta	30 cm	60 cm
03-aug	0,62	0,62	0,62
05-okt	0,73	0,65	0,62
23-nov	0,81	0,68	0,66
10-jan	0,80	0,63	0,57
14-feb	0,81	0,71	0,64
29-mar	0,77	0,68	0,63
03-maj	0,68	0,71	0,70

Gård B

	yta	30 cm	60 cm
03-aug	0,66	0,49	0,69
05-okt	0,70	0,63	0,61
23-nov	0,71	0,59	0,59
10-jan	0,69	0,62	0,64
14-feb	0,75	0,65	0,59
29-mar	0,73	0,66	0,62
03-maj	0,65	0,65	0,64

Gård C

	yta	30 cm	60 cm
04-aug	0,61	0,63	0,52
05-okt	0,70	0,61	0,60
23-nov	0,75	0,63	0,61
10-jan	0,73	0,59	0,58
14-feb	0,78	0,62	0,63
29-mar	0,73	0,58	0,55
03-maj	0,64	0,61	0,60

År2**Gård A**

	Yta	30 cm	60 cm
01-aug	0,52	0,50	0,51
05-okt	0,70	0,55	0,52
15-nov	0,70	0,50	0,50
03-jan	0,78	0,59	0,54
15-feb	0,76	0,54	0,51
29-mar	0,71	0,58	0,55
03-maj	0,56	0,61	0,60

Gård B

	Yta	30 cm	60 cm
22-aug	0,62	0,63	0,59
05-okt	0,74	0,61	0,63
15-nov	0,75	0,61	0,57
03-jan	0,77	0,61	0,61
15-feb	0,76	0,62	0,64
29-mar	0,70	0,62	0,63
03-maj	0,55	0,63	0,64

Gård C

	Yta	30 cm	60 cm
01-aug	0,58	0,58	0,64
05-okt	0,63	0,69	0,58
15-nov	0,73	0,57	0,57
03-jan	0,77	0,61	0,62
15-feb	0,77	0,61	0,62
29-mar	0,73	0,61	0,60
03-maj	Nd	nd	Nd

Haltbestämning av mögelsvampar, log CFU/g. Gård A, År 1

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>
03-aug	5,5	5,5	<2	<2	<2	<2	<2	<2
05-okt	4,5	4,3	3,7	<2	<2	<2	<2	<2
23-nov	6,6	3,0	2,8	<2	3,3	3,0	6,6	<2
10-jan	6,6	4,0	2,0	6,3	3,5	3,6	6,3	<2
14-feb	6,9	3,8	2,0	5,5	3,8	3,3	6,9	<2
29-mar	6,8	3,8	<2	5,9	3,5	3,0	6,8	<2
03-maj	7,0	3,7	<2	6,6	3,8	2,9	6,7	<2

30 cm

03-aug	5,6	5,6	4,0	<2	<2	<2	<2	>2
05-okt	4,5	4,3	3,3	<2	<2	<2	<2	>2
23-nov	4,5	4,3	3,5	<2	2,3	<2	<2	>2
10-jan	4,6	4,3	2,0	2,0	2,5	<2	4,0	>2
14-feb	4,0	3,8	2,0	2,3	<2	<2	3,6	>2
29-mar	4,7	4,5	2,0	3,6	<2	<2	3,9	>2
03-maj	3,8	3,3	3,3	2,3	<2	<2	3,0	>2

60 cm

03-aug	5,5	5,5	<2	<2	<2	<2	<2	>2
05-okt	4,5	4,3	3,7	<2	<2	<2	<2	>2
23-nov	6,6	3,0	2,8	<2	3,3	3,0	6,6	>2
10-jan	6,6	4,0	2,0	6,3	3,5	3,6	6,3	>2
14-feb	6,9	3,8	2,0	5,5	3,8	3,3	6,9	>2
29-mar	6,8	3,8	<2	5,9	3,5	3,0	6,8	>2
03-maj	7,0	3,7	<2	6,6	3,8	2,9	6,7	>2

Haltbestämning av mögelsvampar, log CFU/g. Gård B, År 1

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>
03-aug	5,0	5,0	2,3	<2	<2	<2	<2	<2
05-okt	4,0	3,6	<2	2,0	2,6	<2	<2	<2
23-nov	4,3	3,0	<2	<2	3,0	<2	4,3	2,0
10-jan	4,6	3,5	<2	3,0	2,0	<2	4,6	<2
14-feb	4,3	3,3	2,0	<2	2,0	<2	4,0	<2
29-mar	4,5	2,8	<2	<2	<2	<2	4,5	<2
03-maj	4,3	2,8	<2	3,5	2,3	2,0	4,3	<2

30 cm

03-aug	5,3	5,3	4,8	<2	<2	<2	<2	>2
05-okt	4,0	3,8	2,0	<2	<2	<2	<2	>2
23-nov	4,0	3,8	<2	<2	3,0	<2	>2	>2
10-jan	2,8	2,6	<2	<2	<2	<2	>2	>2
14-feb	3,7	3,7	3,0	<2	<2	<2	<2	>2
29-mar	3,6	3,6	<2	<2	<2	<2	<2	>2
03-maj	3,3	3,0	2,9	<2	<2	<2	<2	>2

60 cm

03-aug	4,3	4,3	3,0	<2	<2	>2	>2	>2
05-okt	3,9	3,9	2,5	<2	<2	>2	>2	>2
23-nov	3,6	3,0	<2	<2	2,0	>2	>2	>2
10-jan	6,0	6,0	3,5	<2	2,6	>2	>2	>2
14-feb	3,5	3,5	<2	<2	<2	>2	>2	>2
29-mar	3,3	3,3	<2	<2	<2	>2	>2	>2
03-maj	3,3	3,0	2,3	<2	<2	>2	>2	>2

Haltbestämning av mögelsvampar, log CFU/g. Gärd C, År 1

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>
04-aug	4,8	4,7	2,3	<2	<2	<2	<2	<2
05-okt	5,3	3,5	<2	2,0	<2	4,8	4,8	<2
23-nov	5,0	3,0	2,0	2,3	2,6	2,5	5,0	<2
10-jan	5,5	2,9	<2	4,6	2,5	3,5	5,3	<2
14-feb	6,3	3,3	<2	5,8	3,0	4,0	6,0	3,0
29-mar	6,3	3,0	2,3	5,0	2,3	4,0	6,3	2,9
03-maj	6,5	<2	2,0	5,3	2,7	3,9	6,5	2,9

30 cm

04-aug	4,7	4,6	2,9	<2	<2	3,0	<2	>2
05-okt	4,3	4,0	2,0	<2	<2	3,3	<2	>2
23-nov	4,0	3,7	<2	<2	<2	3,3	3,5	>2
10-jan	3,9	3,3	2,3	2,00	<2	2,3	3,6	>2
14-feb	3,6	3,0	2,0	2,8	2,0	2,3	3,3	>2
29-mar	4,0	3,8	2,0	3,7	2,0	3,8	3,7	>2
03-maj	4,0	3,6	2,3	2,5	<2	2,5	3,0	2,3

60 cm

04-aug	4,9	4,9	4,9	<2	<2	<2	<2	>2
05-okt	3,5	3,3	2,6	<2	<2	3,0	<2	>2
23-nov	3,3	3,0	<2	<2	<2	2,8	<2	>2
10-jan	4,0	3,8	<2	<2	<2	<2	2,0	>2
14-feb	5,0	3,6	2,5	2	<2	2,7	5,0	2,0
29-mar	3,6	3,5	<2	<2	<2	<2	2,9	>2
03-maj	3,9	3,7	<2	2,0	2,0	<2	<2	>2

Haltbestämning av mögelsvampar, log CFU/g. Gård A, År 2

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
05-okt	4,8	4,8	3,7	<2	2,0	<2	<3	<2
15-nov	6,3	4,9	3,7	<2	2,5	2,6	6,0	<2
03-jan	6,8	3,8	2,0	6,3	3,9	5,3	6,6	<2
15-feb	7,0	3,7	4,3	6,2	3,9	5,6	6,8	<2
29-mar	6,6	3,9	2,5	<2	4,3	5,6	4,3	<2
03-maj	6,6	4,3	<2	6,0	3,3	5,3	6,5	<2

30 cm

01-aug	5,4	5,4	2,0	<2	<2	<2	<2	>2
05-okt	4,9	4,9	3,5	<2	<2	<2	<2	2,0
15-nov	5,3	5,0	3,3	<2	<2	<2	<2	>2
03-jan	4,0	4,0	2,8	2	2	2,7	2,5	>2
15-feb	4,9	4,9	2,8	<2	<2	<2	<2	>2
29-mar	3,9	3,8	2,3	<2	2,8	2,3	<2	>2
03-maj	4,0	3,8	<2	<2	2,0	2,3	2,0	>2

60 cm

01-aug	5,3	5,3	4,5	<2	<2	2,0	<2	>2
05-okt	5,0	4,9	2,7	<2	<2	2,0	<2	>2
15-nov	5,0	4,8	2,3	<2	<2	<2	>2	>2
03-jan	4,7	4,6	2,8	<2	2,0	<2	<2	>2
15-feb	4,7	4,6	2,9	<2	<2	<2	<2	>2
29-mar	4,5	4,5	<2	<2	<2	2,0	<2	>2
03-maj	4,5	4,3	<2	<2	<2	<2	>2	>2

Haltbestämning av mögelsvampar, log CFU/g. Gård B, År 2

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>
22-aug	6,3	6,3	4,8	<2	3,0	<2	<2	<2
05-okt	5,3	5,3	3,5	<2	4,5	<2	<2	<2
15-nov	6,8	5,5	3,9	<2	4,0	4,3	6,8	<2
03-jan	6,8	4,8	2,3	<2	<2	5,3	6,7	<2
15-feb	7,2	5,5	3,5	<2	3,3	5,2	7,2	2,0
29-mar	6,8	4,3	2,6	<2	5,0	5,0	6,8	2,3
03-maj	6,7	4,9	3,3	5,0	4,0	5,6	6,6	<2

30 cm

22-aug	6,3	6,3	4,9	<2	3,7	<2	<2	>2
05-okt	4,8	4,6	2,8	<2	3,5	<2	<2	>2
15-nov	5,3	4,8	4,0	<2	2,7	<2	>2	>2
03-jan	5,3	5,3	2,0	2,3	3,3	<2	>2	>2
15-feb	5,8	5,6	3,3	2,0	3,0	2,3	4,3	>2
29-mar	5,5	5,5	3,0	<2	2,8	2,6	<2	>2
03-maj	4,8	4,6	2,8	<2	2,7	3,0	2,3	>2

60 cm

22-aug	6,5	6,3	4,5	<2	3,0	<2	>2	>2
05-okt	5,7	5,6	3,3	<2	2,5	<2	>2	>2
15-nov	5,6	5,0	3,8	2,3	2,9	<2	>2	>2
03-jan	5,6	5,3	<2	<2	3,0	<2	>2	>2
15-feb	5,7	5,6	2,3	2,0	2,0	2,8	<2	>2
29-mar	5,3	5,0	3,0	<2	2,7	2,7	<2	>2
03-maj	5,3	5,0	2,9	<2	2,7	2,3	>2	>2

Haltbestämning av mögelsvampar, log CFU/g. Gård C, År 2

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	5,3	5,3	4,7	3,0	<2	<2	<2	2,0
05-okt	4,7	4,6	3,0	2,0	2,9	2,6	3,0	2,0
15-nov	6,5	3,3	3,3	2,5	2,0	3,6	6,5	2,3
03-jan	6,5	3,7	2,6	4,3	2,0	4,8	6,5	2,3
15-feb	7,1	4,1	3,5	5,5	2,0	6,0	7,0	2,6
29-mar	6,3	3,5		3,0	2,0	5,8	5,8	2,0
03-maj								

30 cm

01-aug	5,3	5,3	4,3	<2	2,3	<2	<2	>2
05-okt	5,3	4,8	4,5	<3	3,0	3,0	<3	2,3
15-nov	4,3	3,5	2,5	2,0	2,0	2,6	4,0	2,0
03-jan	4,0	3,6	3,6	3,0	2,0	3,0	3,3	>2
15-feb	4,0	3,0	2,6	2,5	<2	3,5	3,2	2,0
29-mar	4,3	4,0	2,3	<2	2,0	2,8	3,0	>2
03-maj								

60 cm

01-aug	5,6	5,5	3,7	<2	<2	<2	<2	>2
05-okt	3,8	3,6	3,8	<2	<2	<2	<2	>2
15-nov	3,8	3,7	2,6	<2	<2	<2	<2	>2
03-jan	3,5	3,0	3,0	2,0	2,0	2,3	2,5	>2
15-feb	4,5	4,2	<2	<2	2,0	3,3	<2	>2
29-mar	3,6	3,0	<2	<2	<2	3,0	2,8	>2
03-maj	nd	nd	nd	Nd	nd	nd	nd	nd

		<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	03-aug		X			X		X		
	05-okt		X			X		X		
	23-nov			X		X	X	X	X	X
	10-jan	X	X			X	X	X	X	X
	14-feb		X			X	X	X	X	X
	29-mar		X	X		X	X	X	X	X
	03-maj	X	X			X	X	X	X	X
30 cm	03-aug		X			X		X		
	05-okt		X			X		X		
	23-nov	X				X		X	X	X
	10-jan	X	X		X	X	X	X	X	X
	14-feb	X	X			X		X	X	X
	29-mar		X			X	X	X	X	X
	03-maj		X			X	X		X	X
60 cm	03-aug		X			X		X		
	05-okt		X			X		X		
	23-nov	X	X		X	X				X
	10-jan		X			X	X	X	X	X
	14-feb		X		X	X	X	X	X	X
	29-mar		X			X	X	X		X
	03-maj	X	X		X	X		X		X

X= Konstaterad förekomst

		<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	03-aug		X			X		X		
	05-okt		X			X	X	X	X	
	23-nov	X	X			X	X	X	X	X
	10-jan	X	X			X	X		X	X
	14-feb		X			X	X	X	X	X
	29-mar		X			X	X		X	X
	03-maj		X			X	X	X	X	X
30 cm	03-aug		X			X		X		
	05-okt		X			X	X	X		
	23-nov			X		X	X	X	X	
	10-jan		X			X	X	X	X	
	14-feb		X			X	X	X	X	X
	29-mar	X	X			X	X	X	X	
	03-maj		X			X	X	X	X	X
60 cm	03-aug		X			X		X		
	05-okt		X			X	X	X		
	23-nov	X	X			X	X	X	X	
	10-jan		X			X	X	X	X	
	14-feb	X	X			X	X	X	X	
	29-mar	X	X			X		X	X	
	03-maj	X	X			X	X	X	X	X

X= Konstaterad förekomst

		<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	04-aug		X			X		X		
	05-okt		X	X		X	X	X		X
	23-nov	X	X	X	X	X	X	X		X
	10-jan		X	X		X	X	X		X
	14-feb		X	X		X	X	X		X
	29-mar	X	X	X			X	X	X	X
	03-maj		X	X			X	X	X	X
30 cm	04-aug	X	X		X	X		X		
	05-okt		X	X		X	X	X		
	23-nov		X	X		X	X	X	X	
	10-jan		X	X		X	X	X		X
	14-feb		X	X		X	X	X		X
	29-mar		X	X	X	X	X			X
	03-maj		X	X	X	X	X	X		X
60 cm	04-aug		X			X		X		
	05-okt		X			X	X	X		
	23-nov		X	X	X	X	X	X	X	
	10-jan		X		X	X	X	X	X	
	14-feb		X	X	X	X	X	X		X
	29-mar		X	X	X	X	X	X		X
	03-maj	X	X			X	X	X		X

X= Konstaterad förekomst

		<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
30 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	
60 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: Gård B, År 2

		<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	22-aug	X	X			X		X	X	
	05-okt	X	X	X	X	X	X	X	X	
	15-nov		X	X		X	X	X	X	X
	03-jan	X	X	X		X	X	X		X
	15-feb	X	X	X	X	X	X	X		X
	29-mar		X	X	X		X	X	X	X
	03-maj		X	X	X	X	X	X	X	X
30 cm	22-aug		X			X		X	X	
	05-okt	X	X		X	X		X	X	
	15-nov		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		
	03-maj		X			X	X	X	X	X
60 cm	22-aug		X		X	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	X
	29-mar		X			X	X	X	X	X
	03-maj		X	X		X	X	X	X	X

X= Konstaterad förekomst

		<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>Walleimia sebi</i>
Yta	01-aug	X	X	X		X		X	X	
	05-okt	X	X	X	X	X	X	X	X	
	15-nov		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									
30 cm	01-aug	X	X	X		X	X	X		
	05-okt	X	X	X		X	X	X	X	
	15-nov		X	X		X	X	X		X
	03-jan		X	X		X	X	X	X	X
	15-feb	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	29-mar		X	X		X	X	X		X
	03-maj									
60 cm	01-aug	X	X			X		X		
	05-okt	X	X	X	X	X	X	X		
	15-nov	X	X	X		X	X	X		X
	03-jan	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	15-feb	X	X	X	X	X	X	X		X
	29-mar	X	X	X	X	X	X	X		X
	03-maj									

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