

Hygien i tornsilor för ensilage

- inventering
- effekter av rengöring

Hygienic quality of silage in tower silos

- *survey*
- *effects of cleaning*

Martin Sundberg
Per Häggblom

© Jordbrukstekniska institutet 2000

Enligt lagen om upphovsrätt är det förbjudet
att utan skriftligt tillstånd från copyrightinnehavaren
helt eller delvis mångfaldiga detta arbete.

Tryck: Jordbrukstekniska institutet, Uppsala 2000
ISSN 1401-4963

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning	7
Summary	8
Bakgrund	9
Del A. Förstudie	10
Syfte	10
Genomförande	10
Provtagning.....	10
Mikrobiologiska undersökningar	11
Resultat.....	12
Mikrobiologiska undersökningar	14
Diskussion	16
Slutsatser.....	17
Del B. Effekter på ensilagens mikrobiologiska kvalitet efter silorengöring.....	17
Syfte.....	17
Genomförande	17
Innan rengöring.....	18
Spolning	18
Desinficering.....	19
Provtagning.....	20
Resultat.....	20
Mikrobiologiska undersökningar	21
Diskussion	24
Slutsatser.....	26
Referenser	27
Bilaga 1	29
Bilaga 2	31
Bilaga 3	33
Bilaga 4	35
Bilaga 5	37

Förord

I denna rapport redovisas resultaten från två projekt rörande hygien i tornsilor för ensilage. Det första var en förstudie som genomfördes för att få en bild av hygienisk status och rengöringsbehov i tornsilor. I ett fortsättningsprojekt tvättades och sanerades fullstora silor för att se vilken effekt detta hade på ensilagens mikrobiologiska kvalitet.

Arbetet har genomförts i samarbete mellan Jordbrukstekniska institutet (JTI) och Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA). Projekten har planerats av Martin Sundberg (JTI) tillsammans med Per Häggblom (SVA). Den förstnämnde har också haft det övergripande ansvaret för projekten. Försöksassistent Claes Jonsson vid JTI har medverkat vid det praktiska genomförandet av försöken.

Projektet har finansierats med medel från Stiftelsen Lantbruksforskning. Till alla som på olika sätt bidragit till studiens genomförande framförs ett varmt tack.

Ultuna, Uppsala i januari 2000

Björn Sundell

Chef för Jordbrukstekniska institutet

Sammanfattning

För att få en bild av mikrobiologiska förhållanden och rengöringsbehov i tornsilor för ensilage genomfördes en inventering 1997. Under våren besöktes tio gårdar med tornsilo i Uppland. Från varje torn togs prover för bl.a. mikrobiell undersökning, både från ensilage och från foderrester på olika ställen i silon. I projektet undersöktes särskilt förekomsten av mögelsvampen *Penicillium roqueforti*, som misstänks kunna orsaka nedsatt immunförsvar hos kor och därmed påverka bl.a. mastitfrekvensen.

Resultaten av de mikrobiella undersökningarna visar att foderrester i silornas övre del (inklusive fylltömmare) utgör ett utrymme där tillväxt av alla typer av aeroba mikroorganismer kan ske i stor utsträckning. I samtliga silor kunde *P. roqueforti* påvisas i något av de prover som togs från silovägg, fylltömmare eller silons övre del. Mögelsvampen återfanns också, med endast ett undantag, i de prover som togs från ensilageytan. I prover tagna 25-35 cm under ytan påvisades *P. roqueforti* i fem av de tio silorna.

Förekomsten av såväl jäst- och mögelsvampar som aeroba bakterier var generellt sett rikligare ju högre upp i silon provet var taget. Samma principiella mönster konstaterades för den relativa mängden *P. roqueforti*.

Studien visar således att *P. roqueforti* är vanlig i tornsilor och påträffas i riklig mängd framför allt i kvarsittande foderrester. Den regelmässiga förekomsten av *P. roqueforti* i ensilageets ytskikt beror sannolikt på att sporer sprids från de övre delarna av tornet och fylltömmaren, framför allt i samband med de vibrationer och luft rörelser som uppstår vid uttagning.

För att klarlägga i vilken utsträckning återinfektion av ensilageytan kan förhindras eller minskas genom att rengöra tornsilon från kvarsittande foderrester, startades ett fullskaleförsök 1998. Syftet med detta projekt var att undersöka effekt och varaktighet för olika grader av rengöring.

Tre försöksled med vardera två upprepningar ingick i studien:

1. Kontroll – ingen behandling
2. Spolning med vatten
3. Spolning med vatten + kemisk desinficering

I slutet av maj 1998 utfördes rengöring och desinficering i ensilageetorn som var helt tömda på foder. Vid tre tillfällen under påföljande utfodringsperiod utfördes provtagning med samma metodik och omfattning som i förstudien.

Varken rengöring med vatten, eller vatten följt av desinficering, gav någon tydlig förbättring av ensilageets mikrobiologiska kvalitet under utfodringsperioden. Det fanns en tendens att rengöringen minskat mängden mikroorganismer i ensilageytan vid den första provtagningen i oktober, men ej vid de två följande provtagningarna.

Även om inte några tydliga samband mellan rengöring och ensilagekvalitet kunnat påvisas i studien bör man ändå, i silor med kraftiga beläggningar av foderrester, se renspolning med vatten som en viktig förebyggande åtgärd för att minska riskerna med nedsatt foderhygien och hälsostörningar. Vid studiens genomförande visades att det med rimlig arbetsinsats är praktiskt möjligt att med en kraftig vattenstråle spola bort en stor del av de foderrester och beläggningar av organiskt material som finns i en tornsilo.

Summary

A survey was carried out in 1997 to obtain an overview of the hygienic status and cleaning needs in steel tower silos for silage. During spring, tower silos on ten farms were inspected. Both silage and feed residues in various parts of the silos were sampled and examined for microbial growth. The mould *Penicillium roqueforti* was of particular interest. This is suspected of suppressing the immune response in cows and thereby increasing the incidence of mastitis.

Feed residues with extensive growth of aerobic micro-organisms were found in all silos, especially on the filler-unloader and in the upper parts of the silo. In all silos *P. roqueforti* was isolated from samples taken from either the silo walls, filler-unloader or upper part of the tower. It was also recovered in all but one of the samples taken from the silage surface. *P. roqueforti* was isolated from samples taken at a depth of 25 to 35 cm below the silage surface in five of the ten silos.

In general, the higher up in the silo samples were taken, the larger were the amounts of yeast, moulds and aerobic bacteria. The amount of *P. Roqueforti* classified on a scale of 0 to 4 showed the same general increase with silo height.

The study showed that *P. roqueforti* is common in tower silos and can be found in large amounts, especially in feed residues. The regular occurrence of *P. roqueforti* in the surface layer of silage is most likely due to spore dissemination from the upper parts of the tower and filler-unloader in response to vibrations and air movements that occur during unloading.

A full-scale experiment was started in 1998 to elucidate the extent to which re-infection of the silage surface can be prevented or reduced by removing old feed residues. Here the effects of different cleaning procedures were assessed.

The study included three treatments (two silos per treatment):

- A Control (no cleaning operations)
- B Cleaning with a heavy jet of water
- C As in B, plus chemical disinfection

Cleaning and disinfection were performed in empty towers in late May 1998. During the subsequent feeding period all silos were sampled on three occasions, using a scheme identical to the one applied in the survey.

Neither cleaning with water nor cleaning with water plus chemical disinfection gave any clear improvement in silage quality during the feeding season. Cleaning tended to decrease the number of microorganisms in the silage at the first sampling in October, but not at the following two samplings.

No clear correlation between silo cleaning and silage quality was found in the study. However, cleaning with water should still be considered an important preventive measure to reduce the risk of obtaining silage of inferior quality and, consequently, health disorders in animals fed such silage. It was shown that the use of a heavy jet of water could be a practicable measure for removing large amounts of feed residues and coatings of organic material.

Bakgrund

Vid ensilering av vallfoder krävs både kunskap och stor noggrannhet för att i slutändan kunna erbjuda djuren ett hygieniskt invändningsfritt foder med bibehållet näringsvärde. Av stor betydelse är att i alla delar av ensileringen vidta åtgärder som syftar till att förhindra en oönskad mikrobiell tillväxt. En av detaljerna i komplexet ensilering som fått ökad uppmärksamhet under senare tid är silohygien. Det finns misstankar om att nedsatt mikrobiologisk kvalitet i ensilaget kan bidra till uppkomsten av mastiter. Kvarsittande foderrester kan innehålla stora mängder sporer av olika mikroorganismer som sedan, om förutsättningarna är de rätta, kan gro och växa till i det fuktiga fodret.

Endast ett fåtal mikroorganismer kan tillväxa i ensilage. Detta beror på den höga koncentrationen av främst mjölksyra, men också på den begränsade tillgången på syre. De flesta förruttelsebakterier, men även patogena bakterier, är känsliga för låga pH-värden och utgör i de flesta fall inte något stort problem. Vissa jäst- och mögelsvampar har dock större tolerans mot låga pH-värden och lågt partialtryck av syre. Även anaeroba bakterier (t.ex. släktet *Clostridium*) kan under vissa förhållanden uppträda i ensilage, speciellt vid höga pH-värden.

En mögelsvamp som man alltmer börjat uppmärksamma i ensilage är *Penicillium roqueforti*. I diagnostiska undersökningar vid Avdelningen för foderhygien, SVA, har man tyckt sig se ett samband mellan djurhälsa och förekomst av *P. roqueforti* inom praktisk mjölkproduktion. Problemen verkar främst uppstå då utfodringen från ett ensilagetorn påbörjas. Svampen är mycket tålig mot syror (låga pH-värden) och kan till skillnad mot de flesta andra mögelsvampar växa till vid mycket begränsad tillgång på syre. Detta gör att förutsättningarna för svampen att föröka sig i ensilage är goda och den har också påträffats i prover från såväl torn- och plan-silor som balensilage. Mögelsvampens utbredning i ekosystemet är ej utredd.

I en tysk undersökning där man analyserade mikrofloran i ensilage från gårdar, återfanns i gräsensilage *P. roqueforti* som enda mögelsvamp i 67 % av proverna från partier som *inte* hade några synliga angrepp av mögel. I prover *med* synliga angrepp var motsvarande siffra 76 % (Auerbach & Oldenburg, 1993). Liksom många andra mögelsvampar kan *P. roqueforti* producera mögelgifter, så kallade mykotoxiner. Produktionen av mykotoxinet roquefortin C uppges kunna bli betydande när sporantalet per gram ensilage överstiger 10^6 (Auerbach, 1996 ref. av Weissbach, 1996).

Vid SVA har nyligen ett experimentellt projekt genomförts där man undersökt om ensilage infekterat av *P. roqueforti* kan orsaka nedsättning av kornas immunförsvar och därmed påverka bl.a. mastitfrekvensen (Jacobsson m.fl., 1997). I försöket ingick 12 lakterande kor, där hälften utfodrades med rundbalsensilage inokulerat med sporer av *P. roqueforti*. I resultaten kunde man emellertid inte se några tydliga skillnader mellan kontroll- och försöksgrupp.

Även om mycket av problematiken med försämrade ensilagehygien under senare år varit fokuserad på *P. roqueforti*, finns det också andra mikroorganismer som kan orsaka produktions- och djurhälsostörningar. Detta styrks bl.a. av resultat som framkommit i en epidemiologisk pilotstudie, utförd inom ramen för mejeriernas kvalitetssäkringsprogram, där man såg att en nedsatt foderhygien tenderade att öka mastitfrekvensen (Emanuelson, 1996).

Genom att göra rent tomma siloutrymmen från kvarstannande foderrester, bör risken för att skadliga mikroorganismer infekterar det nya fodret minska. Planmässiga rengöringsrutiner kommer sannolikt att bli en allt viktigare åtgärd för de lantbrukare som siktar på en kvalitetsinriktad ensilageproduktion. I en plansilo innebär det inga praktiska svårigheter att utföra en rengöring innan nytt foder läggs in, eftersom väggar och golv är lätt åtkomliga. Mer problematiskt är det i tornsilor där åtkomligheten är betydligt sämre. Om en mer noggrann rengöring av tornsilor skulle vara motiverad, är det oklart hur en sådan rent praktiskt ska genomföras.

Del A. Förstudie

Syfte

Syftet med förstudien var att genom en inventering av tornsilor få en bild av mikrofloras sammansättning i olika delar av en silo. Utifrån resultaten gjordes en bedömning av i vilken utsträckning kvarstannande foderrester kan utgöra en riskfaktor för försämrade mikrobiologisk kvalitet i ensilaget, samt behovet av rengöring. Speciell uppmärksamhet riktades mot förekomsten av mögelsvampen *Penicillium roqueforti*.

Genomförande

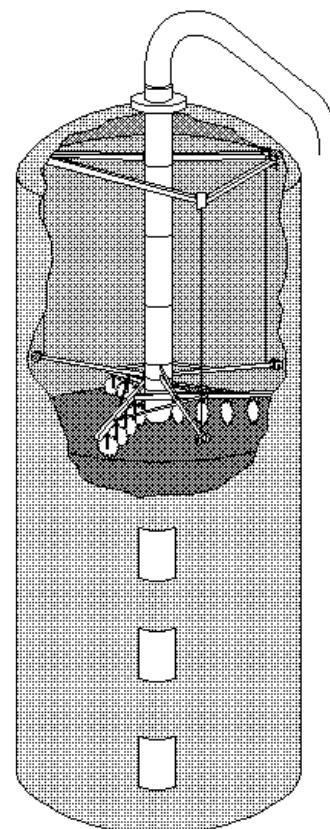
Under perioden 8-23 april 1997 besöktes tio gårdar med tornsilo i Uppland. Från varje torn togs prover för bl.a. mikrobiologisk undersökning från fem förutbestämda platser i silon. Dessutom gjordes en visuell bedömning av hur stora mängder foderrester som fanns kvar på olika ställen i silon. Vid besöket gjordes också en kort intervju med brukaren eller anställd personal för att få en uppfattning om ensileringens genomförande.

De mikrobiologiska undersökningarna utfördes av Avdelningen för foderhygien vid SVA och omfattade bestämning av totalantalet mögelsvampar, aeroba bakterier och jästsvampar. Mögelflorans sammansättning studerades genom direktutlägg av provmaterialet. Klostridieförekomsten bestämdes genom anaerob odling.

Provtagning

I varje silo togs prover från följande fem platser:

1. ensilagens ytskikt fördelat över hela siloytan
2. ca 25-35 cm under ensilageytan
3. siloväggen, 1-2 meter över ensilageytan
4. fylltömmarens horisontella ramverk
5. övre delen av silon (åtkomlig del av kupol, tvärstag eller dylikt)



Proverna togs alltid i ovan nämnda ordning för att minimera risken för kontaminering av proverna. Vid provtagningen användes plasthandskar av engångstyp som byttes inför varje prov. Alla prover lades i polyetenpåsar där mesta möjliga mängd luft pressades ut innan de förslöts. Proverna förvarades sedan i kylväska fram till dess att de levererades till SVA. I något fall, när proverna inte kunde lämnas samma dag som provtagningen, förvarades de i kylskåp över natten.



Bild 1. Provtagning av foderrester från silovägg.

För uttagning av prov 2 användes en borrhög med 40 mm diameter utförd i rostfritt stål. Först avlägsnades en borrhög ned till ca 25 cm djup. Detta material användes för bestämning av torrsbstanshalt (torkning vid 105°C, tre timmar). Eftersom också borrhögjupet mättes in kunde i efterhand ett riktvärde på ensilagens volymvikt beräknas. Därefter desinficerades borrhögen genom upphettning med gasolbrännare och efter avsvälning fortsatte borrhögen ned till 35-40 cm under ensilageytan. Förutom de översta centimetrarna i borrhögen utgjorde detta material prov nr 2.

Mikrobiologiska undersökningar

För alla prover gjordes en bestämning av antalet kolonibildande enheter (CFU) avseende mögelsvampar, aeroba bakterier och jästsvampar. Bestämning av antalet klostridiesporer samt ensilagens pH-värde gjordes i yt- och djupproverna (prov 1 och 2).

Metodiken för att bestämma antalet bakterier, jäst- och mögelsvampar utfördes i huvudsak enligt NMKL (Nordisk metodikommitté för livsmedel). Direktutlägg av ensilageprover gjordes på odlingssubstratet DG-18. Den relativa mängden *P. roqueforti* klassades genom visuell bedömning på en femgradig skala (0-4), där 0 innebär att *P. roqueforti* ej påvisats och 4 en mycket omfattande växt, bild 2. Prover där *P. roqueforti* misstänktes verifierades i ljusmikroskop. Klostridier bestämdes enligt Jonsson (1990).

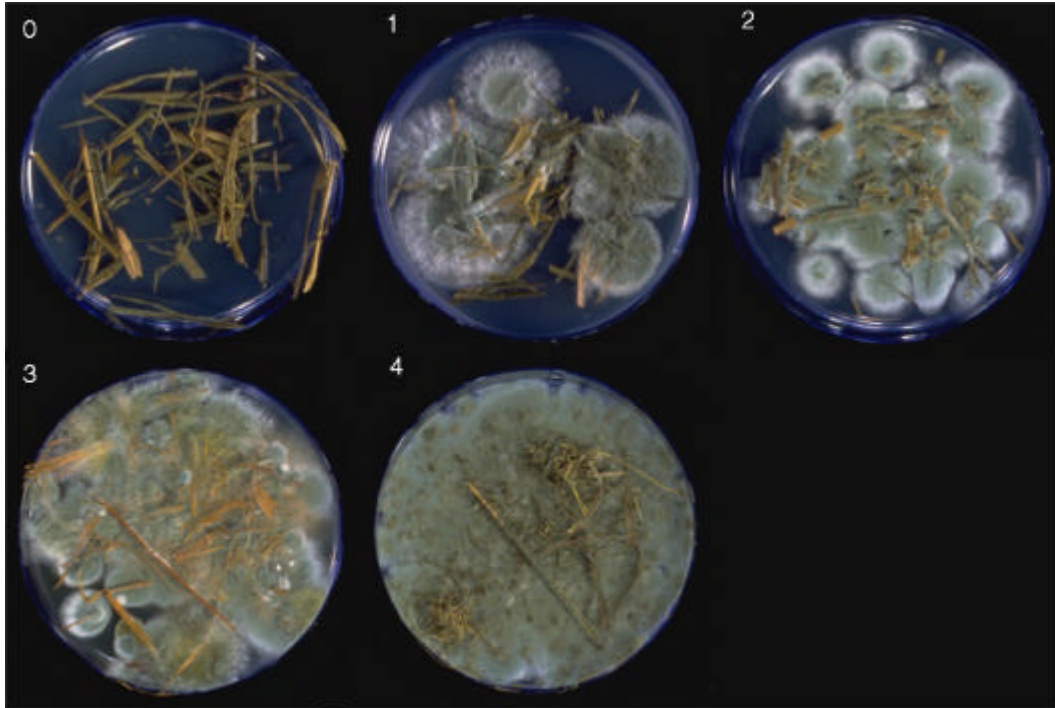


Bild 2. Relativ mängd *Penicillium roqueforti* klassades på en femgradig skala.

Resultat

Exakthack användes på nio av de tio gårdarna. På gården utan exakthack bärgades fodret med en lastarvagn försedd med snittaggregat. Inläggningen av grönmassa i tornsilorna skedde genomgående med fläkt. På hälften av gårdarna uppgavs att inläggningen genomfördes inom loppet av tre dagar. Fyra gårdar klarade inläggningen på 4-6 dagar, medan den på en gård uppgavs ha pågått under 14 dagar. På de flesta gårdarna hade stallgödsel i någon form spridits på vallarna. Användning av tillsatsmedel var också vanlig, endast i ett fall uppgav man att ensileringen genomförts helt utan någon form av tillsatsmedel. På många gårdar fanns en medvetenhet om att gamla foderrester kunde utgöra en potentiell risk. Någon form av mekanisk rengöring hade därför utförts. På andra gårdar hade man i princip aldrig utfört någon som helst rengöring under hela den tid silon varit i bruk. Åtta av de tio silorna i undersökningen hade varit helt tömda från foder innan föregående års inläggning påbörjats. Några av de uppgifter som insamlades vid gårdsbesöken finns sammanställda i tabell 1.

Tabell 1. Uppgifter om ensileringsrutiner inhämtade vid gårdsbesöken.

Silo nr	Stallgödsel på vall	Tillsats i grönmassan	Rengöring
1	nej	Promyr	sopat golvet innan inläggning
2	nej	nej	d:o, fylltömmaren varje kväll under inläggning
3	flytgödsel	sista lassen	högtryckstvättning av väggar
4	kletgödsel	Myrsyra	sopat av fylltömmare efter avslutad inläggning
5	urin	Foraform	sopat av fylltömmare innan inläggning
6	flytgödsel	Betfor	sopat golvet
7	flytgödsel	Promyr	högtryckstvätt, fylltömmaren varje kväll under inl.
8	flytgödsel	Promyr	-
9	nej	Ensimax	spolat av golv och fylltömmare (ej högtryckstvätt)
10	flytgödsel	Myrsyra	-

De visuella intrycken av mängden foderrester i silorna varierade. Förutom i ett par av silorna återfanns inga tjockare lager med foderrester på väggarna. Däremot fanns det som regel en hel del foderrester på fylltömmarens horisontella ramverk, speciellt i centrumdelen. Fastkilat foder återfanns också regelmässigt i den vinkel som bildas vid fråshjulens infästning på fylltömmarramen. På flertalet av gårdarna uppgav man att den sarg av ensilage utmed siloväggen som fylltömmaren lämnar, togs bort med ca en veckas intervall. På ett fåtal gårdar passade man då samtidigt på att för hand borsta ned foderrester från väggar och fylltömmare. I ett torn utfördes rutinemässig rengöring av siloväggarna med sopborste. Ett stativ för borsten hade där svetsats fast på fylltömmarens ramverk. I alla silor fanns horisontella tvärstagsbalkar i silotoppen. Dessa bestod i de flesta fall av fyrkantrör, men även runda profiler förekom. Ett par av silorna var konstruerade med en decimeterbred hylla vid kupolens anslutning till vägg. På sådana plana ytor i silotoppen återfanns alltid rikligt med rester av gammalt foder, ofta med tydlig mögelväxt.

Ensilagets torrsustanshalt, volymvikt samt beräknad porvolym i de borrhärnor som tagits ut ovanför prov 2, redovisas i tabell 2. Här återfinns även pH-värden i proverna 1 och 2. Med porvolym avses andelen gasfyllda porer i ensilaget, och värdena i tabellen har beräknats på underlag av ett antagande om att densiteten i växternas torrsustans är 1,45 kg/m³ (Thylén & Nilsson, 1993). I tre silor (6,7 och 9) var ensilaget relativt hårt förtorkat med ts-halter över 45 %. Här erhöles också de högsta värdena på porvolym, vilket kunde förväntas. Något samband mellan porvolym och antalet aeroba bakterier eller mögelsvampar i ensilaget kunde inte konstateras. I torn nr 6 uppmättes höga pH-värden både i yt- och djupprov. Något samband mellan ett högt pH-värde och den mikrobiologiska kvaliteten kunde inte observeras.

Tabell 2. Fysikalisk och kemisk karakterisering av ensilaget i de olika silorna.

Silo nr	Ts-halt, %	Volymvikt, kg ts/m ³	Porvolym, %	pH-värde, provplats nr	
				1 (ytprov)	2 (djupprov)
1	23,2	175	30	4,0	3,9
2	30,5	252	25	4,0	4,4
3	25,6	238	15	4,3	3,8
4	37,3	298	29	4,2	4,2
5	27,4	204	32	4,0	3,8
6	47,9	294	48	5,0	5,1
7	49,8	232	61	4,4	4,4
8	33,7	276	27	3,9	3,8
9	45,2	203	61	4,4	4,1
10	29,9	245	26	3,7	3,8

Mikrobiologiska undersökningar

I bilaga 1 redovisas resultaten av de olika mikrobiologiska undersökningarna. Resultaten visar entydigt att silons övre del (inklusive fylltömmare) utgör ett utrymme där tillväxt av alla typer av aeroba mikroorganismer kan ske i stor utsträckning. Förekomsten av såväl jäst- och mögelsvampar som aeroba bakterier var rikligare ju högre upp i silon provet var taget, vilket åskådliggjorts i bild 4. Proverna från fylltömmarna uppvisade som regel minst lika höga CFU-värden som proverna från silons överdel. I tornets övre del påvisades flera termofila mögelsvampar, t.ex. *Aspergillus spp.* Termofila mögelarter kunde ej påvisas i yt- eller djupprover. Något samband mellan den totala mängden mögelsvampar i ensilagens ytskikt och det visuella intrycket av mängden foderrester i silon kunde inte konstateras. Klostridiehalten var i regel högre i ensilagens ytskikt än på 25-35 cm djup.

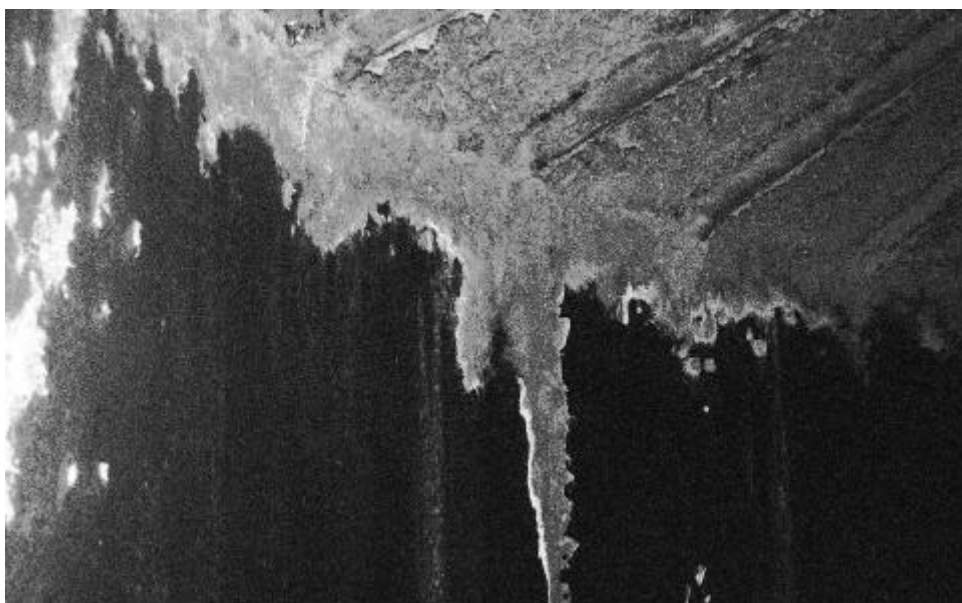


Bild 3. I vissa silor fanns kraftiga beläggningar av mögelinfekterade foderrester. Bilden visar hur det kan se ut i toppen av en tornsilo.

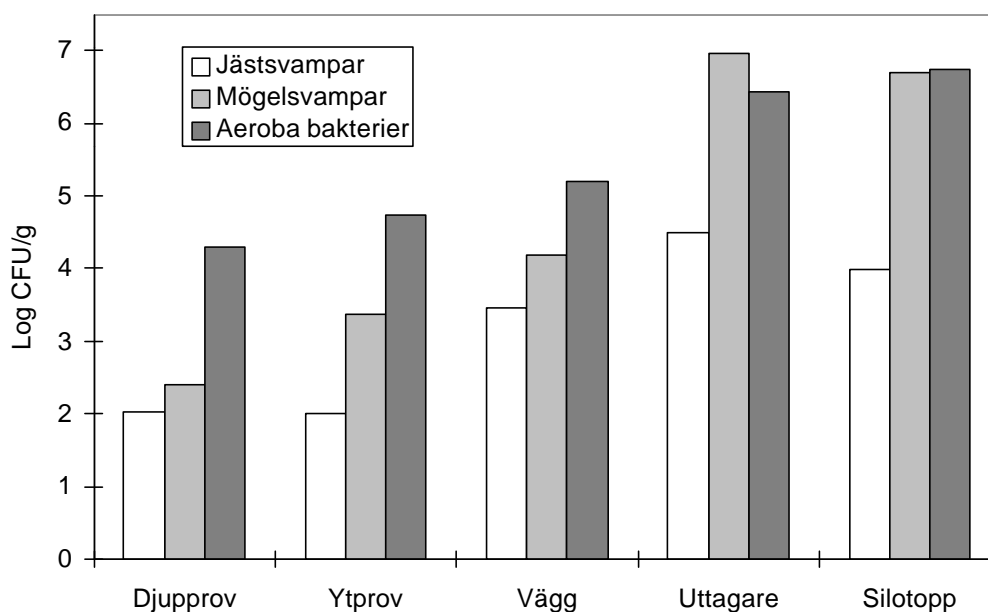


Bild 4. Antal kolonibildande enheter av olika mikroorganismer på de olika provplatserna i tornen. Medelvärden för alla torn.

Den relativa mängden *P. roqueforti* i proverna framgår av tabell 3. Svampen kunde i samtliga silor påvisas i något av de prover som togs från silovägg, fylltömmare eller silons övre del. Den återfanns också, med endast ett undantag, i de prover som togs från ensilageytan. I proverna tagna 25-35 cm under ytan (provplats nr 2) påvisades *P. roqueforti* i fem av de tio silorna. Ensilaget var i högre grad infekterat med *P. roqueforti* i silornas övre delar och på fylltömmare, vilket framgår av bild 5.

Tabell 3. Relativ mängd *P. roqueforti* i ensilaget efter direktutlägg.

Silo nr	Provplats nr				
	1 (ytprov)	2 (djupprov)	3 (vägg)	4 (uttagare)	5 (silotopp)
1	2	1	3	4	4
2	3	0	2	4	4
3	3	2	3	4	4
4	3	1	4	4	4
5	2	1	3	3	3
6	2	1	1	1	0
7	2	0	3	4	4
8	1	0	2	3	3
9	0	0	2	0	0
10	1	0	3	3	3

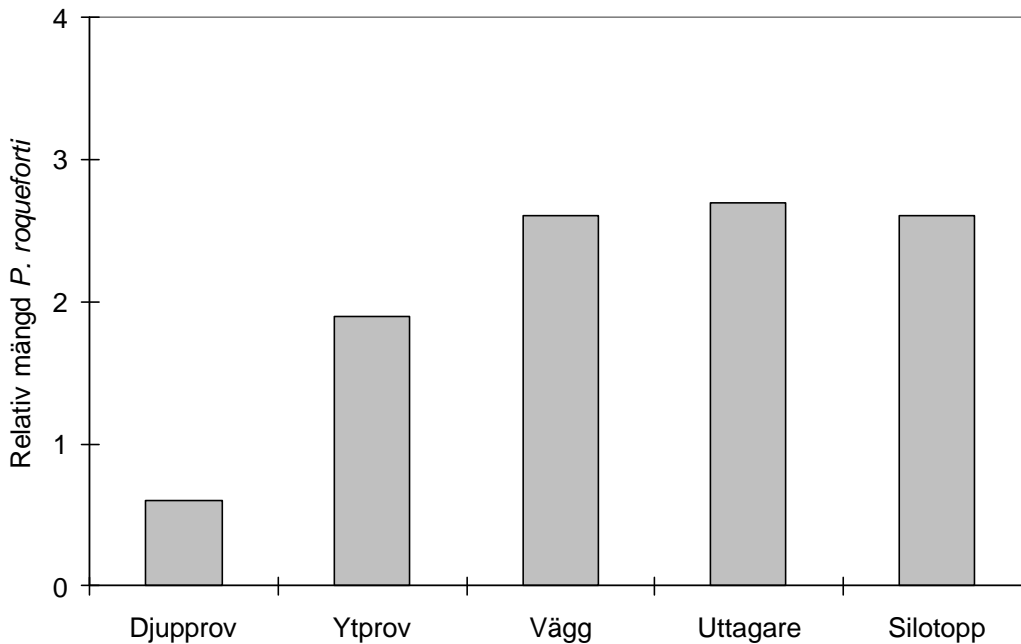


Bild 5. Relativ mängd *P. roqueforti* från de olika provplatserna i tornen. Medelvärden för alla torn.

Diskussion

Resultaten från förstudien visar att växt av bakterier och mögelsvampar var mycket vanligt förekommande i de undersökta silorna. Om resultaten kan anses giltiga för tornsilor i allmänhet är svårt att svara på, men vår bedömning är att den bild som framkommit i undersökningen troligen återspeglar den verkliga situationen. *P. roqueforti* påvisades frekvent i de prover som togs såväl från ensilageytan som från foderrester på olika ställen i silotornen. Mögelsvampen kunde också påvisas i några av borrhoproverna på 25-35 cm djup. Trots försiktighetsåtgärder vid uttagningen av borrhoproverna, är det naturligtvis inte helt uteslutet att dessa kan ha kontaminerats vid provtagningen.

Ny information som framkommit i undersökningen är den mycket höga frekvensen (90 %) *P. roqueforti*-positiva ytprover, vilket indikerar att det ensilage som djuren utfodras med ofta är infekterat med denna mögelsvamp. Vetenskapliga undersökningar där ensilage inokulerats med *P. roqueforti* och utfodrats till mjölkkor, har ej kunnat belägga observationer från praktiken där mastitbrott ofta satts i samband med utfodring av mögelskadat ensilage.

Tyska undersökningar har tidigare visat att mykotoxinet roquefortin C förekommer i ensilage infekterat med *P. roqueforti* (Weissbach, 1996). Några studier som belyser huruvida detta toxin kan överföras till mjölken finns såvitt känt inte genomförda.

Trots att klostridier är strikt anaeroba, finns indikationer på att sporbildning också är möjlig under aerob nedbrytning (Jonsson, 1989; Kwella & Weissbach, 1991). Detta skulle kunna förklara att antalet klostridiesporer ofta var högre i ytskiktet än djupare ned i ensilaget.

I undersökningen har inte några tydliga samband mellan hygien i tornsilorna och lantbrukarens behandling av tornet eller grödan kunnat iakttagas.

Slutsatser

Resultaten från förstudien visar att tornsilor alltid innehåller rester av gammalt foder, framför allt på svåråtkomliga ställen i silorna. Foderresterna utgör en naturlig grogrund för mikrobiell tillväxt.

Resultaten visar att *P. roqueforti* är mycket vanligt förekommande i ensilage, något som överensstämmer väl med tyska studier (Auerbach & Oldenburg, 1993).

Med en så riklig förekomst av *P. roqueforti* i de övre delarna av tornsilon och på fylltömmaren som kunde konstaterades i förstudien är det svårt att undvika att sporer sprids i tornet, framför allt i samband med de vibrationer och luftrörelser som uppstår vid uttagning. Det är därför rimligt att anta att den regelmässiga förekomsten av *P. roqueforti* i det översta ensilageskiktet orsakas av att sporer sprids från de övre delarna av tornet och fylltömmaren.

Även om det idag saknas vetenskapliga studier som styrker att de mikroorganismer som sprids från foderresterna till ensilaget har en menlig inverkan på djurens hälsa och produktionsförmåga, måste ändå den grundläggande principen vara att erbjuda djuren ett så friskt foder som möjligt. En grundläggande åtgärd för att minska förutsättningarna för mikrobiell tillväxt är att se till att foderresterna i silon avlägsnas så långt som möjligt.

Del B. Effekter på ensilagens mikrobiologiska kvalitet efter silorengöring

Syfte

Målet var att klarlägga i vilken utsträckning återinfektion av ensilageytan kan förhindras eller minskas genom att rengöra tornsilon från kvarsittande foderrester innan nytt foder läggs in. Vidare ville vi undersöka i vilken utsträckning ensilagens mikrobiologiska kvalitet kan påverkas genom olika grader av rengöringsinsatser.

Genomförande

Tre försöksled ingick i studien:

1. Kontroll – ingen behandling (silo 1 och 2)
2. Spolning med vatten (silo 3 och 4)
3. Spolning med vatten + kemisk desinficering (silo 5 och 6)

Varje försöksled genomfördes med två upprepningar. Totalt ingick således sex tornsilor på lika många gårdar i studien.

I kontrolltornen (led 1) vidtogs inga speciella åtgärder, utan dessa sköttes helt i enlighet med lantbrukarnas normala rutiner. I båda dessa torn fanns ensilage från föregående år kvar när nytt foder lades in. Till försöksleden 2 och 3 användes tömda torn som spolades rena med vatten innan nytt foder började läggas in. I försöksled 3 kompletterades denna vattenspolning med en kemisk desinficering.

Rengöringen med vatten och desinficeringen utfördes i månadsskiftet maj/juni. Inläggning av nytt foder påbörjades 10-12 dagar efter vattenspolning (led 2) respektive desinficering (led 3).

Vid val av metod för hur silorna skulle rengöras, togs hänsyn till att såväl tidsåtgång och kostnader för åtgärden måste ligga på en i praktiken acceptabel nivå.

Innan rengöring

För att få en bild av mikrofloran i tornen innan försöket startade, togs prover för mikrobiell undersökning från samtliga silor i slutet av maj. I varje torn togs prover från foderrester på tre platser: vägg, fylltömmare och i den övre delen av silon.

När de silor som skulle vattenspolas var tömda från foder gjordes först en grov mekanisk rengöring där ansamlingar av foderrester på fylltömmare och golv sopades av och avlägsnades ur silon. För att skydda fylltömmarens motor samt elanslutningar för vatten, täcktes dessa med plast.

Spolning

För att genomföra tvättningen av silorna i led 2 och 3 anlätades det lokala brandförsvaret. Detta innebar att rengöringen kunde utföras med stora vattenmängder och högt tryck, vilket avlägsnade synliga foderrester mycket effektivt. Tack vare den kraftiga vattenstrålen kunde tvättningen utföras utifrån, genom luckorna. För att kunna stå stadigt vid detta arbete konstruerades en enkel, flyttbar arbetsplattform som kunde fixeras i stegschaktets ramverk, bild 6.



Bild 6. Flyttbar arbetsplattform.

Tvättningen utfördes med början från den översta luckan. Därefter spolades från ytterligare 3-4 luckor med lämpligt intervall. Vid översta luckan användes ca 8 bars tryck vid pumpen. Trycket sänktes sedan något allteftersom spolningen skedde från lägre liggande luckor. Med de munstycken som användes uppgick vattenflödet till ca 75 liter per minut.

Även täckdukar och kantringar spolades på båda sidor. I ett fall lades täckduken upp på plastade ensilagebalar och i två fall hängdes duken upp på en bom monterad på lastare. I de fall separat kantring användes, lades den ut på en gräsplan där den spolades och borstades på båda sidor.

Tiden för att spola ett torn uppgick till ungefär en timme. Den totala tidsåtgången inklusive förberedelser, avslutningsarbete och spolning av täckduk och/eller kantring var mellan 1,5 och 2 timmar. Vattenåtgången uppgick till ca 5 m³ per torn.

Fylltömmarens undre rörliga del med fräshjul gick mycket bra att göra ren eftersom den kunde roteras med vattenstrålen och på så vis spolades av från två håll. På vissa ytor som legat i "lä" vid spolningen från luckraden, t.ex. delar av kupolbalkar och teleskopröret, fanns däremot en del foderrester kvar.

Efter det att vattnet dränerat ur silon skrapade lantbrukarna ihop och avlägsnade de foderrester som fanns kvar på golvet.

Det bör i detta sammanhang påpekas att brandförsvaret har hygieniska krav på det vatten man använder. I princip ska vattnet hålla dricksvattenkvalitet.

Desinficering

För desinficeringen användes preparatet *Glu-Cid*, där den verksamma substansen är glutaraldehyd. *Glu-Cid* är ett bredverkande desinfektionsmedel som är effektivt mot både svampar och bakterier. Preparatet applicerades i tornen genom så kallad dimning, vilket innebär att vätskan värms och i form av ånga får sprida sig i det utrymme som ska behandlas. Denna metod är att föredra i en tornsilo där det annars är näst intill omöjligt att komma åt att behandla alla ytor. Vid dimningen användes en lösning bestående av lika delar vatten och *Glu-Cid* som doserades i en mängd motsvarande 0,5 liter per 100 m³ siloutrymme.

Efter dimning fick preparatet verka under 24 timmar. För att få fullgod effekt är det viktigt att tornen är så täta som möjligt, vilket ibland kan kräva särskilda åtgärder. På ett av tornen fanns t.ex. två utvändiga ventilationshuvor i kupolen. Dessa tätades genom att dra över och knyta fast plastsäckar. Alla luckor utom en i marknivå stängdes och drogs åt. Teleskoprörens fördelningsspjäll ställdes så att röret som mynnade i silon skärmades av. Innan dimning avlägsnades också plasttäckningen på fylltömmarens motor samt elanslutningar.

Dimningen av tornen utfördes från en lucka i marknivå, bild 7. Förutom själva tornet duschades båda sidorna på täckduk och ev. kantring med flytande preparat och veks sedan ihop. Denna behandling utfördes utanför tornet. Den totala tidsåtgången för behandling av ett torn uppgick till ca en timme. Allt arbete med desinficering utfördes av ett saneringsföretag.



Bild 7. Tornen desinficerades genom dimning, vilket innebär att preparatet appliceras i form av ånga.

Provtagning

Förutom den provtagning för mikrobiell undersökning som gjordes innan rengöring (se detta avsnitt), togs så kallade svabbprover efter spolningen i försöksled 2 och efter desinficering i försöksled 3. Svabbningen utfördes genom att med en steril provduk torka av olika ytor i silon: golv, vägg och fylltömmare. Syftet med denna provtagning var inte att göra en kvantitativ bestämning av mikrofloran, utan att få en indikation på hur behandlingen lyckats, dvs. om ytorna var sterila eller ej.

Under lagringsperioden utfördes provtagning från alla silor vid tre tillfällen: mitten av oktober, mitten av januari och början av april. Metodik och omfattning för denna provtagning var densamma som i förstudien, se sid. 10. Även de mikrobiologiska undersökningarna genomfördes på samma sätt som i förstudien.

Resultat

Slåtterkross användes på samtliga sex gårdar. På tre av gårdarna, en i varje försöksled, bärgades fodret med exakthack. På de andra tre gårdarna användes maskiner som gav ett mer långsträigt foder, tabell 4. Inläggningen av grönmassa i tornsilorna skedde genomgående med fläkt. I de flesta tornen användes inga tillsatsmedel i grönmassan. Undantagen var torn 4 där Promyr tillsattes i de sista lassen och torn 6 där man blandade in Kofasalt och betför på avlastarbordet, dock i mycket små mängder.

Väderleken under sommaren 1998 var mycket ogynnsam och försvårade i hög grad vallskörden. Detta innebar att inläggningen i tornen oftast inte kunde göras under en sammanhängande period, utan fick göras i flera omgångar. Dessutom blev ts-halterna överlag betydligt lägre än önskat. Vilka ts-halter som registrerats vid provtagningstillfällena framgår av tabell 4.

De flesta av tornsilorna i studien öppnades under perioden september-oktober. Torn nr 5 öppnades emellertid redan i slutet av juli, medan torn nr 4 inte öppnades förrän i början av december. I det sistnämnda tornet kunde därför ingen provtagning i ensilaget ske vid det första provtagningstillfället i oktober.

Tabell 4. Hackselälgd, tid för öppning samt ts-halter i silorna.

	Kontroll		Spolning med vatten		Spolning och desinficering	
	1	2	3	4	5	6
Hackselälgd	lång	kort	lång	kort	lång	kort
Silon öppnad	ca 20 sept.	9 okt.	ca 20 sept.	ca 4 dec.	Slutet av juli	23 okt.
<i>Ts-halt vid provtagning, %</i>						
oktober	34	24	26	- *	22	29
januari	28	24	21	34	30	40
april	34	29	19	31	27	33

* ej öppnad

Mikrobiologiska undersökningar

Initiala prover

De prover av foderrester i tornen som togs innan inläggning innehöll överlag stora mängder mikroorganismer. Liksom i förstudien var antalet mikroorganismer något lägre i proverna tagna från siloväggen än de från fylltömmaren och silotopp. Resultaten från den mikrobiologiska undersökningen finns redovisat i bilaga 2. I samtliga prover konstaterades en omfattande växt av *P. roqueforti* (klassning 4).

Svabbprover efter rengöring

Syftet med denna provtagning var att få en uppfattning om vilken effekt som uppnåtts efter rengöringen av tornen. Av bild 8 framgår att det i vissa avseenden fanns skillnader mellan de torn som bara tvättats med vatten och de som sedan dessutom desinficerats. Även om de torn som tvättats med vatten (silo 3 och 4) var synligt rena, fanns en mikroflora av såväl aeroba bakterier som mögel- och jästsvampar kvar i tornen. I de båda desinficerade tornen fanns endast små mängder mikroorganismer i proverna från fylltömmaren. Behandlingen verkar av någon anledning ha gett bättre effekt i silo nr 6, där även väggproverna innehöll små mängder. Däremot erhöles inte i något av de desinficerade tornen någon god effekt på golvet.

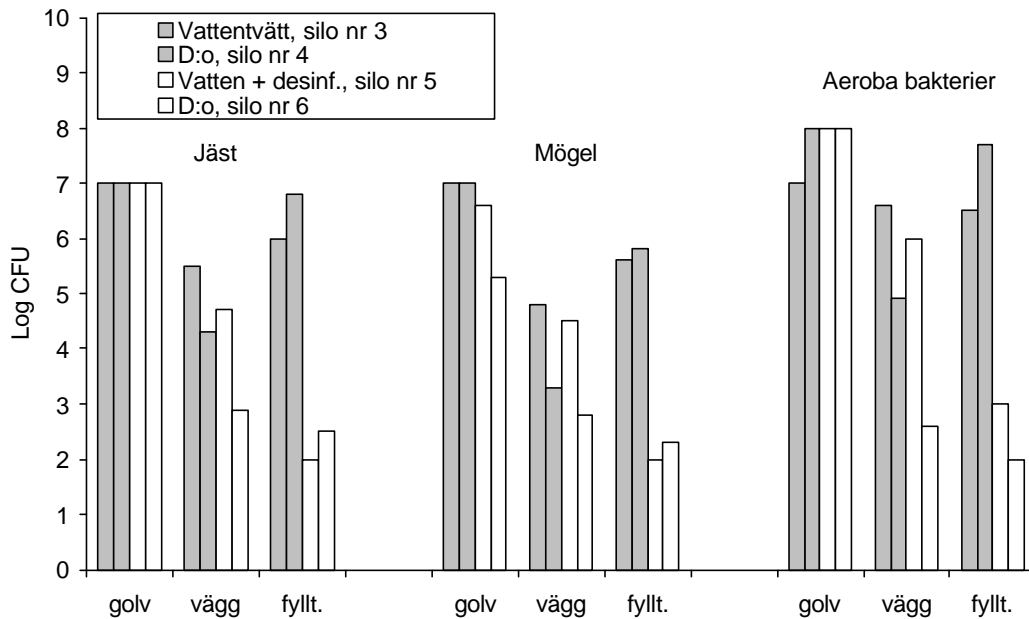


Bild 8. Mikrobiologisk undersökning av svabbprover tagna i tornen efter avslutad rengöring.

Prover tagna under lagringsperioden

Resultaten av de mikrobiologiska undersökningarna samt andra analyser från de tre provtagningstillfällena finns redovisade i bilaga 3-5.

Eftersom de rengjorda tornen innehöll förhållandevis små mängder foderrester, var det vid de två sista provtagningarna ibland svårt att samla tillräckligt med material för en mikrobiologisk undersökning. Detta gällde speciellt i silotoppen (provplats 5), där värden för några prover därför saknas. Detsamma gäller för väggprovet i silo nr 2 från provtagningen i april. Svårigheterna med att få ihop tillräckligt med material berodde i detta fall på att man hade som rutin att med borste göra ren väggarna under uttagningens gång.

Det ska också påpekas att ensilaget vid den första provtagningen i silo nr 1 var mycket varmt strax under ytan. Här kunde också ett flertal kraftiga mögelhärdar konstateras. Dessa förhållanden återspeglas i resultaten för ytprovet, där pH-värdet var förhöjt och ett stort antal mögelsvampar och klostridier kunde påvisas.

När det gäller jäst- och mögelsvampar samt aeroba bakterier uppvisar resultaten samma generella mönster som i förstudien, dvs. en mycket riklig förekomst i foderresterna. I proverna från fylltömmare och silotopp var CFU-värdena som regel över log 6, och i de flesta fall över log 7. I materialet från väggarna var värdena överlag något lägre, i de flesta fall mellan log 4 och log 6. Dessa nivåer i proverna från vägg, fylltömmare och silotopp konstaterades vid alla tre provtagningstillfällena. Det fanns således ingen tendens att antalet skulle förändras i någon speciell riktning under lagringsperioden. Inte heller framgår någon påtaglig skillnad mellan de olika försöksleden.

I djupproverna låg antalet jäst- och mögelsvampar nästan uteslutande under detektionsnivån, dvs. log-värden under 2. Däremot var antalet aeroba bakterier högre.

I oktober låg CFU-värdena mellan log 4 och log 6, medan de två påföljande provtagningarna gav värden som i regel låg mellan log 3 och log 5. Inte heller för djupproverna kan man se någon påtaglig skillnad mellan försöksleden.

Det som ur praktisk synpunkt är av störst intresse är emellertid om den hygieniska kvaliteten på det foder som ges till djuren kan förbättras genom att rengöra silon. Detta återspeglas närmast av de mikrobiologiska undersökningar som gjorts i prover från ensilageets ytskikt. Resultaten av dessa vad avser jäst- och mögelsvampar samt aerober bakterier visas grafiskt i bild 9.

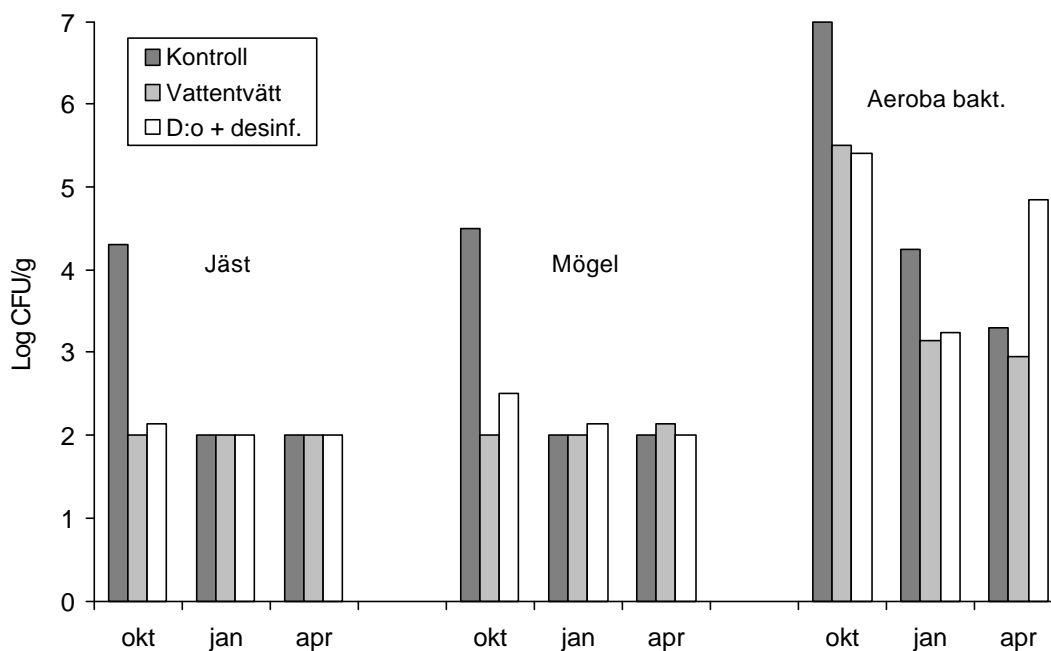


Bild 9. Antal kolonibildande enheter (CFU) i prover tagna från ensilageytan (provplats 1). Varje stapel representerar medelvärde för två torn. Värdena för djup- och ytprov i ledet med vattentvätt i oktober avser dock bara ett torn.

Här kan man se ett mönster, såtillvida att alla typer av mikroorganismer påvisades i större mängd i kontrolledet vid den första provtagningen i oktober. Vid de två följande provtagningarna fanns emellertid ingen påtaglig skillnad mellan försöksleden vad avser jäst- och mögelsvampar. Däremot var antalet aerober bakterier något högre i kontrolledet även vid provtagningen i januari, medan de tvättade och desinficerade tornen (led 3) uppvisade större mängder i april.

P. roqueforti påvisades i 16 av totalt 17 undersökta prover från ensilageets ytskikt. I djupproverna påvisades svampen i 7 av 17 prover, där de positiva proverna var i princip jämnt fördelade över försöksleden. Det kan noteras att dessa frekvenser positiva prover i både yt- och djupprov överensstämmer mycket väl med de som konstaterades i förstudien.

En sammanställning av resultaten vad avser *P. roqueforti* återges grafiskt i bild 10. I kontrolledet påvisades *P. roqueforti* i riklig mängd (klass 4) i samtliga prover som togs från vägg, uttagare och silotopp. Motsvarande prover tagna i de rengjorda

tornen i oktober innehöll i genomsnitt något mindre mängder. Detsamma gäller prover tagna från silovägg i april. I de djupprover där *P. roqueforti* påvisades, förekom svampen överlag i liten mängd. Mängden *P. roqueforti* i de prover som togs från ensilageytan var mycket varierande, och det är svårt att se något tydligt mönster. Om man ser till det sammantagna resultatet av alla tre provtagningsomgångarna, finns det emellertid inget som tyder på att rengöringen skulle ha medfört någon uppenbar minskning av mängden *P. roqueforti* i ensilagens ytskikt.

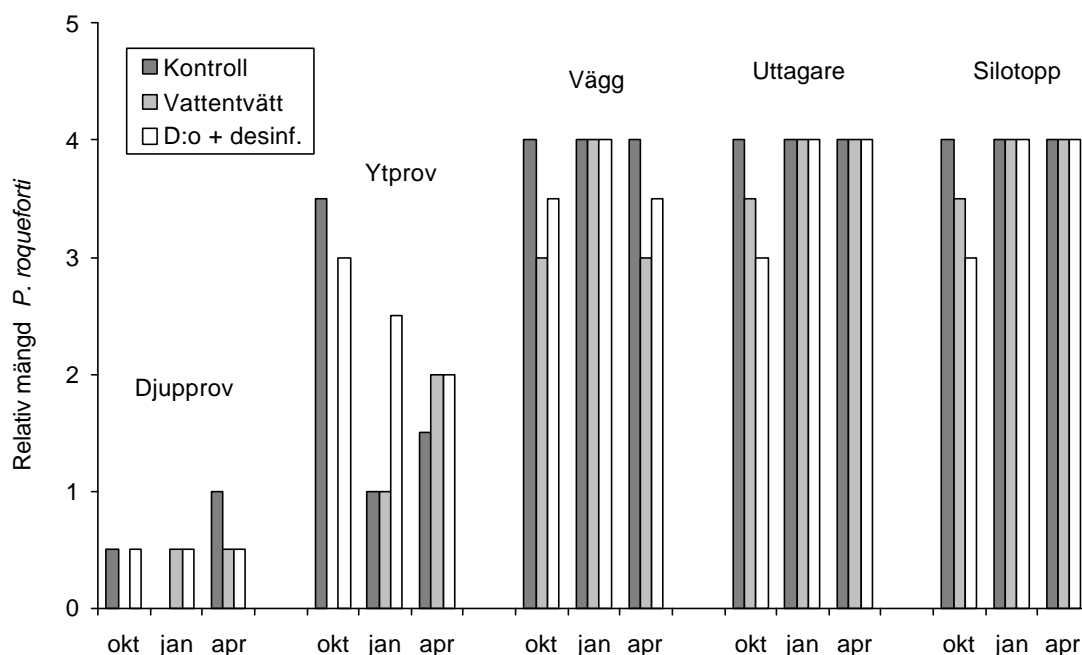


Bild 10. Relativ mängd *P. roqueforti*. Varje stapel representerar medelvärde för två torn. Värdena för djup- och ytprov i ledet med vattentvätt i oktober avser dock bara ett torn (båda klassade som 0 varför staplarna inte syns i diagrammet).

Diskussion

Resultaten från del B antyder att rengöringen haft effekt på mängden mikroorganismer i ytskiktet vid den första provtagningen i oktober, men ej vid de två efterföljande provtagningstillfällena. Någon bestående effekt av de behandlingar som ingått i studien har således inte erhållits.

En förutsättning för att få fullgod effekt av en desinficering är att preparatet kommer i direkt kontakt med mikroorganismerna. I avlagringar med organiskt material blir därför effekten begränsad. Detta är sannolikt orsaken till att det på vissa ställen i de behandlade tornen fanns en betydande mängd mikroorganismer kvar efter desinficering. Särskilt på golvytan verkar mängden organiskt material ha varit alltför omfattande för att få fullgod desinfektion. Eftersom golvytorna är av betong är de naturligtvis betydligt svårare att få rena än de släta siloväggarna.

När resultaten från de mikrobiologiska undersökningarna i studien började framkomma, uppkom frågor kring varifrån *P. roqueforti* i tornen egentligen härrörde.

Var det en återinfektion från de små mängder organiskt material som fanns kvar framför allt på silogolvet, eller kunde svampen möjligen finnas på grönmassa som lades in i tornet? För att i någon mån undersöka om grönmassa redan på fält kan innehålla sporer av *P. roqueforti*, togs i september 1999 prover från tre vallar. På samtliga vallar togs prov dels från den växande grödan, dels från förnan. På en vall togs dessutom två prover från grönmassa som slagits med en slätterkross, dels nyslagen, dels sådan som förtorkat ca ett dygn. Med samma metodik som tidigare använts kunde *P. roqueforti* inte påvisas i något av proverna. En annan möjlighet för hur svampen kommer in i tornet är att grönmassan inokuleras i samband med inläggningen, t.ex. från beläggningar av organiskt material i inläggningsfläkten eller rörledningarna. Detta har dock ej undersökts.

Temperaturen under lagringen inverkar i hög grad på mikroorganismernas möjligheter att växa. Hur dygnsmedeltemperaturen varierat under den tid studien pågått framgår av bild 11. Värt att notera är de växlingar mellan kall och varm väderlek som utmärker perioden från mitten av december fram till och med februari. Under denna period förekom vid flera tillfällen ett antal dagar i följd med dygnsmedeltemperatur över noll grader.

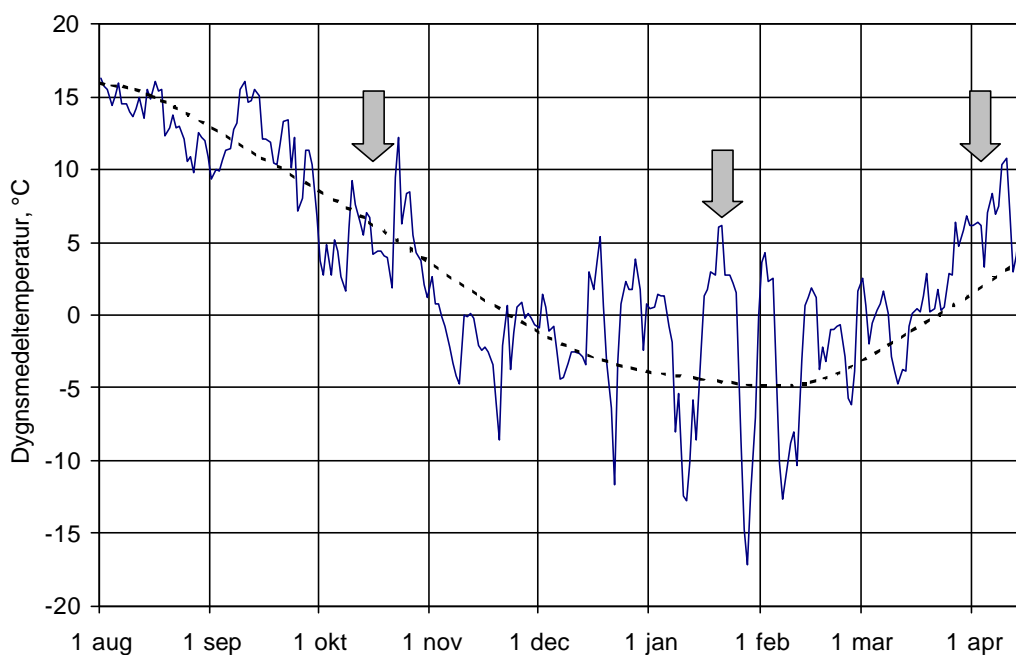


Bild 11. Dygnsmedeltemperatur under lagringen. Pilarna visar ungefärliga tidpunkter för de tre provtagningarna. Diagrammet bygger på uppgifter från Ultuna meteorologstation.

Vi har i denna studie inte kunnat påvisa att man genom rengöring kan uppnå någon bestående förbättring av ensilagens hygieniska kvalitet under vinterutfodringen. Omfattningen av studien har emellertid varit mycket begränsad, såväl tidsmässigt, geografiskt och vad gäller antalet silor. En osäkerhet är i vilken utsträckning de låga ts-halterna i ensilaget just detta år inverkat på resultaten. På underlag av enbart denna studie kan man därför inte generellt hävda att rengöring ur foderhygienisk synpunkt skulle vara omotiverad.

Det inträffar årligen flera fall där hela mjölkbesättningar plötsligt drabbas av hälsostörningar. I sådana fall visar det sig inte sällan att ensilaget har en nedsatt hygienisk kvalitet, ofta med stora mängder mögelsporer. Även om orsakerna till den nedsatta kvaliteten kan vara många, finns vad gäller tornsilor naturligtvis sporspridningen från foderrester med som en del i komplexet. I en tornsilo där man har kraftiga beläggningar av foderrester bör därför renspolning med vatten ses som en viktig förebyggande åtgärd som kan vidtas för att minska riskerna med nedsatt foderhygien och hälsostörningar.

Alla aspekter på eventuella positiva effekter av en rengöring har inte kunnat täckas in denna studie. Som exempel kan nämnas att vid ett av besök i ett obehandlat torn återfanns ”filtbitar” av foderrester på ensilageytan. Dessa hade lossnat från väggen i den övre delen av silon och var helt genomväxta av mögel. Sådana bitar i fodret innebär att vissa djur kan få i sig en koncentrerad dos av mikroorganismer.

Slutsatser

Vid genomförandet av del B har visats att det med rimlig arbetsinsats är praktiskt möjligt att med en kraftig vattenstråle spola bort en stor del av de foderrester och beläggningar av organiskt material som finns i en tornsilo.

Varken rengöring med vatten, eller vatten följt av desinficering, gav någon tydlig förbättring av ensilagens mikrobiologiska kvalitet under utfodringssäsongen. Aeroba mikroorganismer inklusive *P. roqueforti* etablerade sig snabbt i organiskt material på vägg, fylltömmare och i de övre delarna av silorna.

Frekvensen prover med påvisad förekomst av *P. roqueforti* i ensilaget sammanföll väl med vad som konstaterats i förstudien och påverkades inte av rengöring. Hur etableringen av *P. roqueforti* sker i tornen är fortfarande oklart.

Resultaten från studien stärker misstankarna om att foderrester i silon utgör tillväxtsubstrat för mikroorganismer som sedan sprids till ensilageytan via luftrörelser i silon.

Referenser

- Auerbach, H. & Oldenburg, E. 1993. Occurrence of *Penicillium roqueforti* in Silages. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research, Dublin, s 74-75.
- Emanuelson, M. 1996. Personlig information. Svensk Husdjursskötsel, Forskning och Utveckling.
- Jacobsson, K-G., Concha, C., Cooray, R. & Häggblom, P. 1997. Mögelproblem med ensilage - försök med *Penicillium roqueforti*. SHS:s Djurhälso- och utfodringskonferens i Falun.
- Jonsson, A. 1990. Enumeration and confirmation of *C. tyrobutyricum* in silages using neutral red, D-cycloserine and lactate dehydrogenase activity. Journal of Dairy Science 73, 719-725.
- Jonsson, A, 1989. The role of yeasts and clostridia in silage deterioration. Rapport 42. Institutionen för mikrobiologi, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Kwella, M. & Weissbach, F. 1991. Clostridial spore content of silages and influence of air contact. Sonderheft 123, 447-450. Landbauforschung Völkenrode.
- Thylén, A. & Nilsson, E. 1993. Inläckning av luft i sträckfilmslindade ensilagebalar. Teknik för lantbruket nr 40. Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.
- Weissbach, F. 1996. New Developments in Crop Conservation. Proceedings of the XIth International Silage Conference, Aberystwyth, s 11-25.

Mikrobiologiska undersökningar, del A - Förstudie

Antal kolonibildande enheter (CFU) av jäst- och mögelsvampar. Beteckningen "-" avser att förekomst inte påvisats.

Silo nr	Jästsvampar (log CFU/g), provplats nr					Mögelsvampar (log CFU/g), provplats nr				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	<2,0	<2,0	<2,0	7,0	-	2,8	<2,0	4,5	7,8	>7,0
2	<2,0	2,0	6,7	8,0	7,0	5,0	<2,0	6,3	>7,0	>7,0
3	<2,0	<2,0	4,3	-	-	4,0	2,3	4,5	>7,0	>7,0
4	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	3,3	2,0	4,8	>8,0	>8,0
5	<2,0	<2,0	>7,0	>7,0	>7,0	2,7	<2,0	4,8	>7,0	>7,0
6	<2,0	<2,0	4,0	>7,0	>5,0	3,8	4,3	3,3	>7,0	>7,0
7	<2,0	<2,0	2,7	-	-	3,0	2,8	3,3	>7,0	>7,0
8	<2,0	<2,0	<2,0	7,0	5,8	2,9	2,5	2,8	6,7	4,7
9	<2,0	2,3	<2,0	2,0	5,0	3,3	<2,0	<2,0	>7,0	6,3
10	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	3,0	<2,0	5,6	>7,0	>7,0

Antal kolonibildande enheter (CFU) av aeroba bakterier samt antal Klostridiesporer.

Silo nr	Aeroba bakterier (log CFU/g), provplats nr					Klostridier, MPN*/g	
	1	2	3	4	5	1	2
1	4,3	4,6	6,3	7,5	>7,0	200	210
2	4,3	<2,0	5,9	7,5	7,7	1500	43
3	4,3	4,0	5,0	>7,0	7,0	240	<3
4	5,0	5,7	4,0	-	>8,0	4	3
5	5,0	4,6	7,7	>7,0	7,5	750	200
6	5,0	5,0	6,0	7,8	7,5	110	4
7	3,3	2,5	3,9	>7,0	8,0	9	<3
8	6,3	5,3	5,5	8,0	6,0	150	<3
9	4,3	4,0	3,0	7,0	5,5	150	4
10	5,5	5,3	5,5	6,3	8,0	7	110

* Most Probable Number

Mikrobiologiska undersökningar, del B

Initiala prover

Antal kolonibildande enheter (log CFU/g) av jäst- och mögelsvampar samt aeroba bakterier.

Silo nr	Jästsvampar, provplats nr			Mögelsvampar, provplats nr			Aeroba bakterier, provplats nr		
	3	4	5	3	4	5	3	4	5
1	3.0	>7.0	>7.0	3.7	>7.0	6.8	4.5	>7.0	>7.0
2	5.3	>7.0	>7.0	4.5	>7.0	>7.0	6.9	5.9	>7.0
3	2.5	7.0	6.3	3.6	7.0	6.5	4.0	>7.0	>7.0
4	4.8	6.6	>6.0	4.0	>7.0	>7.0	5.0	>8.0	8.0
5	<2.0	>7.0	-*	5.3	7.0	>7.0	7.0	6.0	>7.0
6	7.0	>7.0	6.5	5.6	>6.0	>7.0	7.6	>8.0	>8.0

* Värde saknas p.g.a. överväxt av mögel

Mikrobiologiska undersökningar och analyser, del B

Provtagning i oktober

Värden för yt- och djupprover (provplats 1 och 2) saknas för silo nr 4 eftersom den ej var öppnad vid denna provtagning.

Antal kolonibildande enheter (CFU) av jäst- och mögelsvampar.

Silo nr	Jästsvampar (log CFU/g), provplats nr					Mögelsvampar (log CFU/g), provplats nr				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	4.3	<2.0	>7.0	>7.0	>7.0	6.0	<2.0	>6.0	>7.0	>7.0
2	4.3	<2.0	4.5	7.0	>7.0	3.0	<2.0	5.5	>7.0	>7.0
3	<2.0	<2.0	<2.0	>7.0	-*	<2.0	<2.0	2.0	>7.0	7.0
4	-	-	6.5	>7.0	6.5	-	-	4.7	>7.0	6.7
5	<2.0	<2.0	>7.0	>7.0	>7.0	2.5	<2.0	>7.0	>7.0	>7.0
6	2.3	<2.0	4.7	7.0	5.5	2.5	<2.0	5.0	>7.0	6.7

* Värde saknas p.g.a. överväxt av mögel

*Antal kolonibildande enheter (CFU) av aeroba bakterier samt relativ mängd *P. roqueforti*.*

Silo nr	Aeroba bakterier (log CFU/g), provplats nr					Relativ mängd <i>P. roqueforti</i> , provplats nr				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	>7.0	4.5	>7.0	>7.0	>7.0	4	1	4	4	4
2	>7.0	5.7	5.9	>7.0	>7.0	3	0	4	4	4
3	5.5	3.7	6.5	7.0	5.7	0	0	3	3	4
4	-	-	6.6	>7.0	>7.0	-	-	3	4	3
5	5.8	4.8	>7.0	>7.0	>7.0	4	1	4	4	3
6	5.0	6.0	5.6	>7.0	>7.0	2	0	3	2	3

Torrsubstanshalter (ts-halt), pH-värden samt antal Klostridiesporer.

Silo nr	Ts-halt, %	pH-värde		Klostridier, MPN*/g	
	1	1	2	1	2
1	34	4.5	4.0	2400	<3
2	24	4.1	4.0	<3	<3
3	26	3.9	3.7	<3	<3
4	-	-	-	-	-
5	22	3.6	3.6	<3	<3
6	29	3.6	3.7	<3	<3

* Most Probable Number

Mikrobiologiska undersökningar och analyser, del B

Provtagning i januari

Antal kolonibildande enheter (CFU) av jäst- och mögelsvampar. *nd* = ej bestämt p.g.a. för lite material

Silo nr	Jästsvampar (log CFU/g), provplats nr					Mögelsvampar (log CFU/g), provplats nr				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	<2.0	<2.0	5.7	>7.0	>7.0	<2.0	<2.0	4.5	>7.0	>7.0
2	<2.0	<2.0	4.6	>7.0	>7.0	<2.0	<2.0	5.3	>7.0	>7.0
3	<2.0	<2.0	3.0	-*	<i>nd</i>	<2.0	<2.0	3.8	>7.0	<i>nd</i>
4	<2.0	<2.0	5.3	>7.0	<i>nd</i>	2.0	<2.0	4.8	6.3	<i>nd</i>
5	<2.0	<2.0	4.6	-*	<i>nd</i>	<2.0	<2.0	4.9	>7.0	<i>nd</i>
6	<2.0	<2.0	3.7	6.6	<i>nd</i>	2.3	<2.0	4.0	>7.0	<i>nd</i>

* Värde saknas p.g.a. överväxt av mögel

Antal kolonibildande enheter (CFU) av aeroba bakterier samt relativ mängd *P. roqueforti*. *nd* = ej bestämt p.g.a. för lite material.

Silo nr	Aeroba bakterier (log CFU/g), provplats nr					Relativ mängd <i>P. roqueforti</i> , provplats nr				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	3.5	3.7	6.0	>7.0	>7.0	1	0	4	4	4
2	5.0	3.7	6.5	>7.0	>7.0	1	0	4	4	4
3	2.8	2.8	3.0	>7.0	<i>nd</i>	1	1	4	4	4
4	3.5	5.0	6.0	>7.0	<i>nd</i>	1	0	4	4	4
5	3.0	2.0	5.0	>7.0	<i>nd</i>	2	0	4	4	4
6	3.5	4.0	5.7	>7.0	<i>nd</i>	3	1	4	4	4

Torrsubstanshalter (*ts*-halt), pH-värden samt antal Klostridiesporer.

Silo nr	Ts-halt, %	pH-värde		Klostridier, MPN*/g	
	1	1	2	1	2
1	28	3,7	3,5	<3	<3
2	24	3,8	3,7	11	<3
3	21	4,1	4,5	<3	<3
4	34	4,1	4,1	4	<3
5	30	3,8	4,0	<3	<3
6	40	4,1	4,0	<3	<3

* Most Probable Number

Mikrobiologiska undersökningar och analyser, del B

Provtagning i april

Antal kolonibildande enheter (CFU) av jäst- och mögelsvampar. *nd* = ej bestämt p.g.a. för lite material.

Silo nr	Jästsvar (log CFU/g), provplats nr					Mögelsvampar (log CFU/g), provplats nr				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	<2.0	2.6	5.9	>7.0	>7.0	<2.0	2.0	5.6	>7.0	>7.0
2	<2.0	<2.0	<i>nd</i>	>7.0	>7.0	<2.0	<2.0	<i>nd</i>	>7.0	>7.0
3	<2.0	<2.0	4.0	>7.0	<i>nd</i>	2.3	<2.0	4.3	>7.0	<i>nd</i>
4	<2.0	<2.0	3.6	>7.0	6.3	<2.0	<2.0	2.3	6.9	7.0
5	<2.0	<2.0	3.0	>7.0	>7.0	2.0	<2.0	4.9	>7.0	>7.0
6	<2.0	3.0	5.3	-*	<i>nd</i>	<2.0	3.0	4.3	>7.0	<i>nd</i>

* Värde saknas p.g.a. överväxt av mögel

Antal kolonibildande enheter (CFU) av aeroba bakterier samt relativ mängd *P. roqueforti*. *nd* = ej bestämt p.g.a. för lite material.

Silo nr	Aeroba bakterier (log CFU/g), provplats nr					Relativ mängd <i>P. roqueforti</i> , provplats nr				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	3.0	3.0	6.6	>7.0	>7.0	2	2	4	4	4
2	3.6	3.8	<i>nd</i>	>7.0	>7.0	1	0	4	4	4
3	2.0	3.0	4.3	>7.0	<i>nd</i>	3	1	3	4	4
4	3.9	3.0	4.0	>7.0	>7.0	1	0	3	4	4
5	5.0	5.3	5.5	>7.0	>7.0	3	1	4	4	4
6	4.7	4.3	>7.0	>7.0	<i>nd</i>	1	0	3	4	4

Torrsubstanshalter (*ts*-halt), pH-värden samt antal Klostridiesporer.

Silo nr	Ts-halt, %	pH-värde		Klostridier, MPN*/g	
	1	1	2	1	2
1	34	4.0	3.8	4	<3
2	29	3.6	3.5	<3	<3
3	19	4.2	4.9	<3	<3
4	31	3.7	3.8	<3	<3
5	27	4.0	3.8	1100	1100
6	33	3.7	3.6	<3	<3

* Most Probable Number