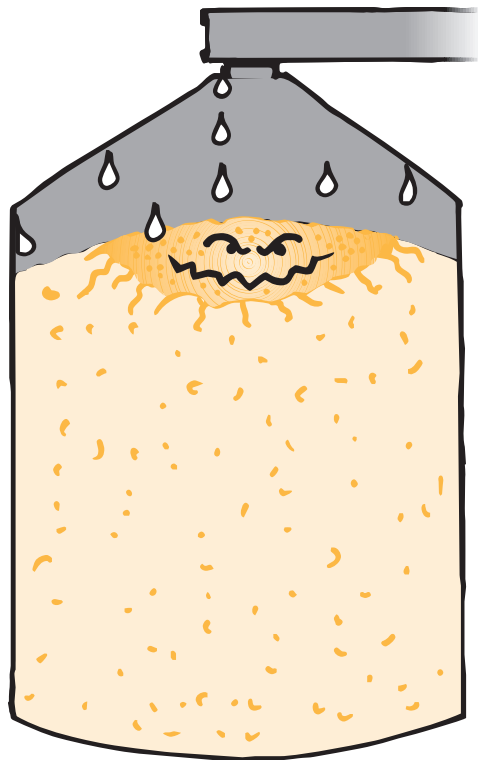


# Lagring av spannmål i utomhussilor

– åtgärder för att hindra återfuktning  
och mögelbildning

Gunnar Lundin  
Nils Jonsson



# Lagring av spannmål i utomhussilor

## – åtgärder för att hindra återfuktning och mögelbildning

*Allt större mängder spannmål lagras på gårdar i oisolerade, utomhusplacerade oftast mycket stora stålsilor. Dessa silor kräver jämförelsevis låga investeringar, men innebär risk för återfuktning, vilket ger sämre spannmålskvalitet. Utifrån redovisade försöksresultat ges i detta häfte rekommendationer om hur man ska gå till väga för att undvika temperaturvariationer, fuktvandring och kondens, vid lagring av spannmål i utomhussilor.*

### Gårdslagring allt vanligare

Sunda råvaror är viktigt för folkhälsan, det har slagits fast i en rad olika sammanhang. Därför kräver myndigheterna och även handeln allt bättre hygienisk kvalitet på den spannmål som produceras av europeiska lantbrukare.

Samtidigt transporteras allt större mängder svenskproducerad spannmål direkt från lantbrukare till kund. Det innebär att mer spannmål lagras ute på gårdarna i stället för vid handelsledets anläggningar, vilket i sin tur betyder att det på många håll pågår en omfattande utbyggnad av såväl torknings- som lagringskapacitet på gårdsnivå.

#### **Dokumentation saknas**

Svenska lantbrukare har traditionellt lagrat spannmålen i inomhusfickor. Under senare år har dessa i ökande omfattning komplet-

terats med runda, utomhusplacerade silor i galvaniserad plåt. Denna lagringsform är förhållandevis oprövad under svenska förhållanden, men den är tilltalande genom att den ofta innebär låga investeringar, i synnerhet om utrymme i befintliga byggnader saknas på gården.

Med utomhussilor blir spannmålslagret mer exponerat för väderlekens växlingar, vilket skulle kunna öka risken för kvalitetsförsämringar. Problem med fuktvandring och kondens i utomhussilor har noterats vid lagring av storkärnig spannmål som majs, i områden med ett annat klimat än Sveriges. I vilken mån problemen skulle gälla spannmålslagring även i Sverige har hittills varit okänt, men under senare år har denna typ av lagring kartlagts genom två undersökningar vid JTI.

#### **Nya regler för bättre matkvalitet**

Enligt den nya EU-förordningen om livsmedelshygien (EG nr 852/2004) ska jordbruksprodukter avsedda för människor betraktas som livsmedel redan från platsen där de produceras tills de når konsumenten. Detta innebär att alla aktörer i livsmedelskedjan - från gård till butik - är ansvariga för livsmedelskvaliteten och ska se till att livsmedelssäkerheten inte äventyras. Huvudsyftet med de nya allmänna reglerna och de särskilda hygienreglerna är att säkerställa en hög nivå på konsumentskyddet med avseende på livsmedelssäkerhet.

## Mögel i spannmål

Den främsta orsaken till kvalitetsförsämringar i lagrad spannmål under våra klimatförhållanden är tillväxt av mögelsvampar. I första hand är det spannmålets vattenhalt och temperatur som styr mögelsvamparnas tillväxt. Spannmålets vattenhalt bör vid torkning sänkas till ca 14 % för att den vid normala temperaturer ska kunna långtidslagras utan kvalitetsförsämringar. Studier vid JTI har dessutom visat att den skadefria lagringstiden fördubblas om spannmålets temperatur sänks med 5 °C.

Man brukar dela in mögelsvampar i fältsvampar respektive lagerskadesvampar, beroende på när de oftast växer till i spannmålskärnan. Tillväxten av fältsvampar är svår att förhindra eftersom deras livsbetingelser främst bestäms av klimatförhållandena i fält, vilka i vårt land ofta är mycket fuktiga. Däremot kan en utveckling av mögelsvampar i lagrad spannmål undvikas om man skapar en miljö runt spannmålskärnan som är ogästvänlig för dessa mikroorganismer.

De vanligaste k lagerskadesvamparna utgörs av några arter av *Aspergillus*, som trivs i en förhållandevis torr miljö, och arter av *Penicillium*, som föredrar något fuktigare och kallare förhållanden. Diagrammet i bild 1 ger en ungefärlig uppfattning om vid vilka vattenhalter och temperaturer hos spannmålen som olika mögelsvampar kan utvecklas.

### Mögel bildar gift

Mögelsvampar kan under vissa omständigheter bilda gifter, mykotoxiner. Ett mögelgift

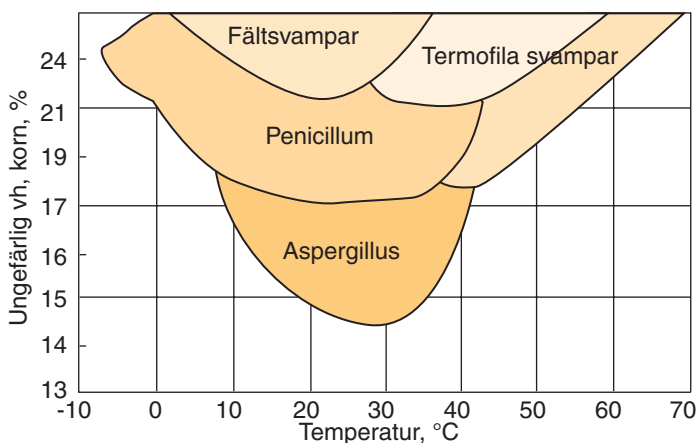
Produkt	Gränsvärde ochratoxin A, µg/kg
Obearbetad spannmål	5
Processade spannmålsprodukter	3
Torkade vindruvor	10

**Tabell 1. EU-värden.** Gränsvärdena för ochratoxin A i livsmedel regleras i en EU-förordning (EG 472/2002). µg=mikrogram, miljondels gram.

som kan förekomma i torkad spannmål är ochratoxin A. Under våra klimatförhållanden är det mögelsvampen *Penicillium verrucosum* som producerar ochratoxin A i spannmål. Denna svamp kan tillväxa och producera mögelgifter om vattenhalten är över 17-18 %. Mögelsvampen växer till bäst vid 20-24 graders temperatur, men om vattenhalten är tillräckligt hög kan svampen växa även om det är köldgrader.

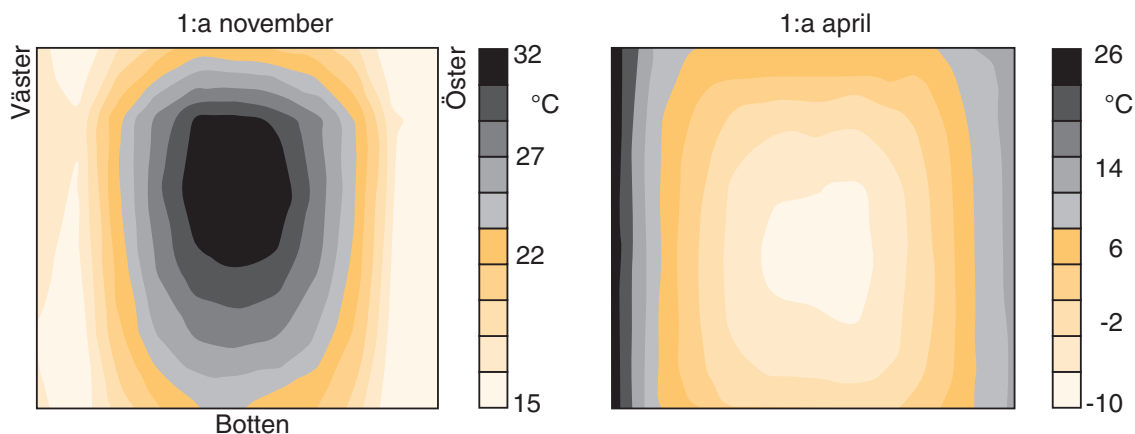
Spannmål svarar för mer än 50 % av människors ochratoxinintag i Europa. Ämnet orsakar bl a njurskador och njurcancer hos försöksdjur och i dag vet man att den även kan orsaka cancer hos människor. Därför har EU infört gränsvärden för detta mögelgift i livsmedel, tabell 1.

Det förekommer också diskussioner om att införa strängare gränsvärden, högst 0,2 mikrogram ochratoxin A per kg, för spannmål som skall användas i barnmat. När det gäller foder har Jordbruksverket riktlinjer för ochratoxin A som ligger högre än gränsvärdena för livsmedel. Riktvärdet för slaktsvin är 100 mikrogram/kg spannmål och för fjäderfä 200 mikrogram/kg.



**Bild 1. Mögeltillväxt.** Ungefärlig bild av vid vilka vattenhalter och temperaturer hos spannmålen som olika mögelsvampar kan växa till. (Efter Lacey, Hill & Edwards, 1980.)

## Temperaturvariation ger fuktvandring



**Bild 2. Växlande temperatur.** Temperaturskillnader i en 182 m<sup>3</sup> stor spannmålsilo på hösten respektive våren. (Efter Hagstrum & Flinn, 1992.)

När spannmål har torkats och kylts i varmluftstork är dess temperatur oftast högre än den genomsnittliga omgivningstemperaturen. Eftersom spannmål har god värmeisolerande förmåga kommer temperaturen i partiets ytterkanter sedan att ändras fortare än temperaturen i spannmålslagrets inre delar, bild 2.

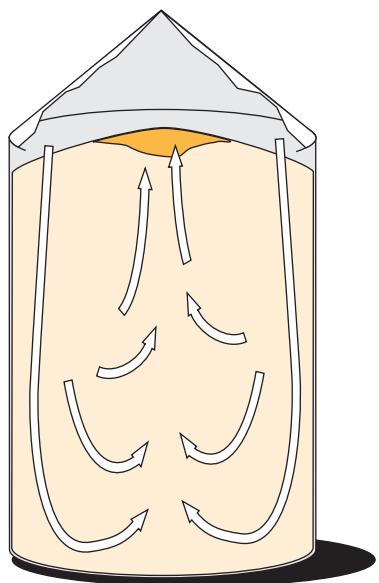
När det uppstår temperaturskillnader inom ett spannmålsparti börjar luftströmmar föra fukt från varmare till kallare delar, bild 3. Ju högre vattenhalt i spannmålspartiet och ju större temperaturskillnad mellan olika delar av ett spannmålsparti, desto snabbare

sker överföringen av fukt. Fuktvandringen sker huvudsakligen under senhöst och vinter, när temperaturskillnaderna inom det lagrade spannmålspartiet är som störst.

### Kritisk zon

Spannmålen i den oisolerade silons topp är mest utsatt för återfuktning under lagringen. Temperaturen varierar kraftigast här under dygnet p g a variationer i solinstrålning och hos omgivningsluftens temperatur. Fukt tillförs detta område dels från underliggande spannmålslager, dels från omgivningsluften. Om temperaturskillnaderna är tillräckligt stora kommer fritt vatten att kondenseras på den kalla spannmålen. Vatten kan också fällas ut på takets insida och droppa ned på spannmålen.

Denna typ av fuktvandring har visat sig kunna orsaka problem i storkärnig spannmål som majs, i områden med betydande temperaturvariationer mellan årstiderna. Sådana erfarenheter har gjorts bl a i USA:s majsbalte.



**Bild 3. Fuktvandring.** När omgivningstemperaturen faller så att väggarna kyls ner, sjunker luften i ytterkanterna av spannmålslagret, medan luften i mitten stiger eftersom den värms upp av spannmålen. När den varma luften når toppen kondenseras den. Vintertid blir lagrad spannmål alltså fuktig i övre lagret. På sommaren, när strömriktningarna är de motsatta, uppträder återfuktningen i stället längre ned i lagret.

### **Väggar skyddar**

Småkärniga produkter som vete erbjuder större motstånd för luftströmmar inom spannmålspartiet och lagras normalt också vid något lägre vattenhalter än majs. Tidigare fältförsök och simuleringar tyder dock på att vattenhaltsökningen i den översta metern i en silo kan vara 0,5-1,0 procentenheter p g a fuktvandring i väl torkat vete som lagras utan luftning. Fuktigheten i spannmålets allra översta skikt ligger i jämvikt med den relativa fuktigheten i luftutrymmet i silotoppen, men endast till ett djup av någon decimeter.

Termiska egenskaper hos silokonstruktionen avgör omfattningen och frekvensen för temperaturförändringar i silolufte. Försök med oisolerade stålsilo har visat att temperaturen hos luften ovan spannmålen i silon

varierar 2-3 ggr mer jämfört med motsvarande dygnsvariation hos uteluften p g a solinstrålning. Detta minskar påtagligt när stålsilo placeras inomhus, skyddad från direkt solstrålning. En utomhussilo av betong följer inte heller förändringarna i solstrålning och omgivningsluftens temperatur på samma sätt som en stålsilo bl a beroende på dess cirka 20 gånger högre värmemotstånd.

### **Insektsproblem**

Ett problem som kan uppstå vid lagring av varm spannmål under längre tid är insekter som förökar sig. För att undvika detta bör spannmålets temperatur ej överstiga 15 °C. För att klara detta när silons diameter överstiger 6 meter krävs att silon är utrustad med luftningssystem, i enlighet med erfarenheter från kanadensiska försök.

### **Kontrollera spannmålets vattenhalt!**

Den nya livsmedelslagen kräver att god tillverkningssed (GMP) följs på gården för att förebygga risker med livsmedlets säkerhet. Det innebär bl a att man skall ha kontroll på spannmålets lagringsvattenhalt, vilken inte bör vara högre än 14 % i någon del av spannmålslagret. Då kan spannmålen även lagras under sommarhalvåret utan att kvaliteten försämras. Den spannmål som förbrukas som foder på den egna gården och lagras enbart under vinterhalvåret kan lagras vid något högre vattenhalt - helst inte högre än 16 %. I detta fall är det viktigt att spannmålen kyls genom luftning under lagringen och att dess lagringstemperatur kontrolleras.

Det finns olika metoder för att bestämma spannmålets vattenhalt. Den bästa noggrannheten har de som torkar provet, t ex i värmeskåp eller under värmelampa. Av dessa är värmelampa mest lämplig för gårdsbruk. De värden man får med hjälp av värmelampa avviker normalt inte med mer än  $\pm 0,5-1,0$  procentenheter från värden uppmätta med den noggrannare värmeskåpsmetoden. Det tar ca 20 minuter att med hjälp av värmelampa bestämma vattenhalten hos ett malet prov spannmål. Följ fabrikantens tidsangivelser!

Bestämning av spannmålets vattenhalt med hjälp av elektriska snabbvattenhaltsmätare är den vanligaste metoden på gårdsnivå. Det är en enkel och snabb metod (ett par minuter) som bestämmer spannmålets vattenhalt utifrån hur vattenhalten påverkar spannmålets elektriska egenskaper. Det förekommer skillnader i tillförlitlighet mellan olika fabrikat av snabbvattenhaltsmätare, vilket brukar framgå av officiella tester. För att denna typ av mätare ska ge en god noggrannhet måste den regelbundet kontrolleras mot en direkt metod.

För att kunna fastställa om spannmålen är färdigtorkad måste upprepade prover tas efter torkningen. Om analyserna säger att vattenhalten är tillräckligt låg i medeltal men ojämn, kan spannmålspartiet behöva blandas om. Detta görs bäst genom att flytta spannmålen till en annan silo.

## Svenska fältförsök

### Inledande studie

Under sommaren 1996 uttogs på gårdar i Mellansverige prover från spannmål som lagrats sedan föregående höst. Undersökningen omfattade dels fyra utomhussilor i plåt dels lika många inomhusfickor.

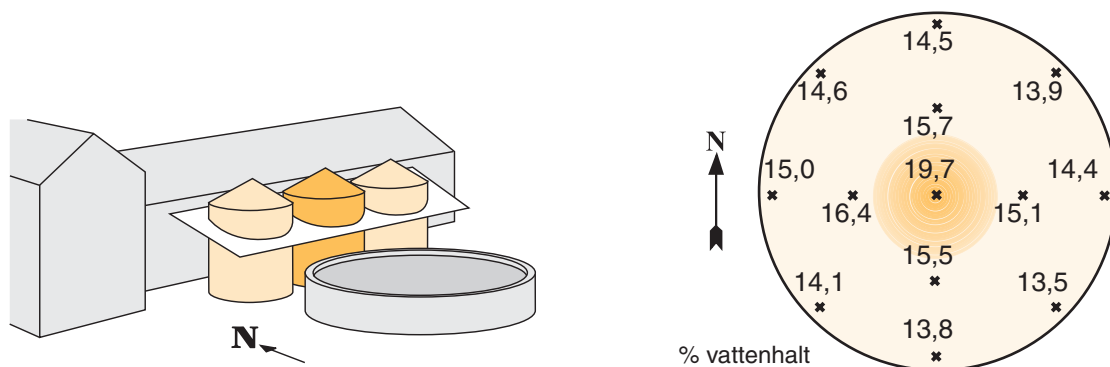
I två av de sammanlagt åtta lagringsutrymmena kunde betydande återfuktning konstateras, en i respektive lagringsform. För inomhusfickan, där den högst uppmätta vattenhalten uppgick till 23,5 %, orsakades återfuktningen av nederbörd genom ett öppet fönster. Vattenhaltsökningen orsakade kraftig tillväxt av lagerskadesvampar hos spannmålen.

Av utomhussilorna var endast en silo helt fylld och orörd sedan inlagringen. I detta lager kunde emellertid konstateras att en be-

tydande återfuktning ägt rum i det översta spannmålsskiktet närmast silons centrum. Den hygieniska analysen av spannmålen i detta område visade på en omfattande tillväxt av mögelsvampar, bild 4.

I båda lagringsutrymmena där problem konstaterades var återfuktningen huvudsakligen lokaliserad till ytskiktet. En meter ned i spannmålen var vattenhalten i inomhusfickan som högst 13,6 % och i utomhussilon 15,5 %.

När lagringen avslutades uttogs kontinuerligt prover i anslutning till tömningstransportörerna. De punktvis förhöjda vattenhaltarna respektive den försämrade hygieniska kvaliteten som hade konstaterats i spannmålen övre skikt under lagringen kunde inte påvisas i tömningsproverna.



**Bild 4. Prover från lagrat korn.** Från den mittre av tre utomhussilor uttogs under juni månad 1996 prover för bestämning av vattenhalt och hygienisk kvalitet i korn som lagrats under nio månader. Prover uttogs dels i ytskiktet (0-15 cm) dels en meter ned i spannmålen. I bilden av spannmålen ytskikt redovisas uppmätta vattenhalter (%) och området som var mögelangripet.

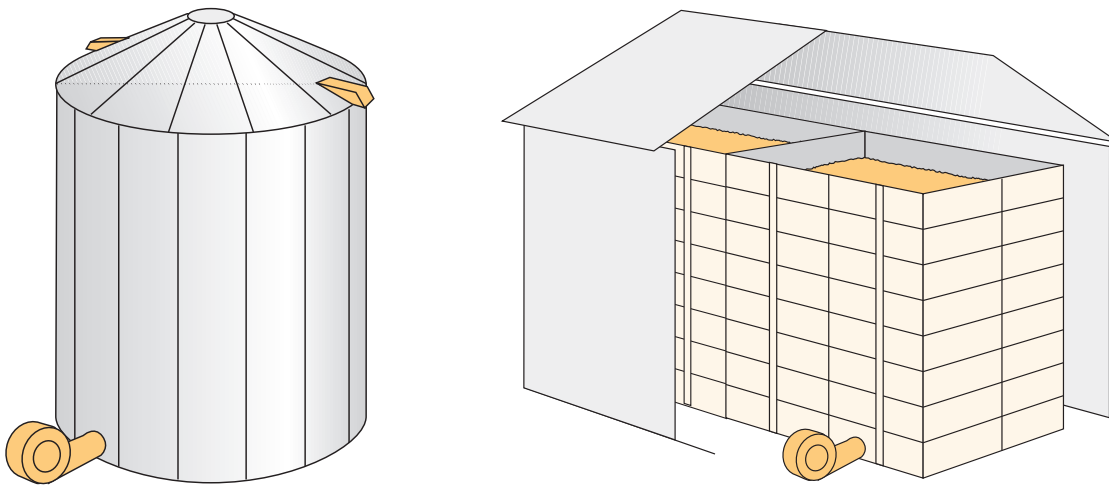
### EU-projekt mot ochratoxin A

Under inledningen av 2000-talet genomfördes ett EU-projekt med det övergripande målet att minska intaget av ochratoxin A från livsmedel som produceras i Europa. Inom detta projekt ledde JTI en studie med syfte att utvärdera och förbättra tekniken för lagring av spannmål i utomhussilor.

I fältförsök följdes lagring av korn och vete på tre gårdar i Mellansverige under

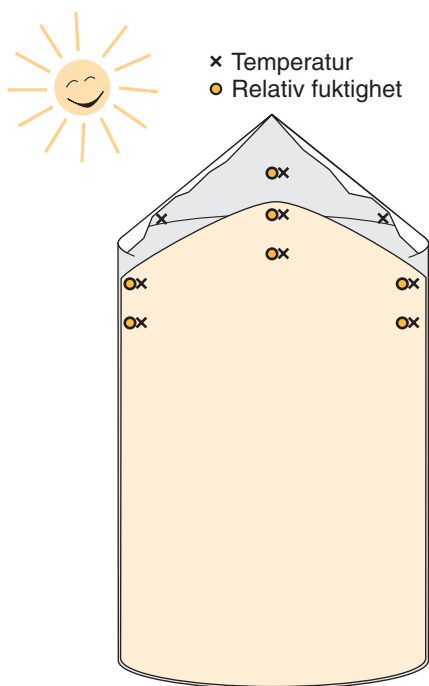
lagringssäsongerna 2000-2001 och 2001-2002. Då tidigare arbeten tydde på att risken för fuktutfällning är störst i silornas övre delar, studerades inverkan av olika system för luftväxling mellan silotopp och omgivning, bild 5. Vidare undersöktes hur luftning kunde användas för att sänka spannmålen temperatur och jämna ut temperaturskillnader inom partiet.

Skördad spannmål varmluftstorkades till



**Bild 5. Olika typer av ventilation.** Fem oisolerade utomhussilor av stålplåt samt tre inomhusfickor studerades inom EU-projektet. Några av utomhussilorna var försedda med frånluftshuvar på silotaket, här två stycken diametralt placerade, för att underlätta luftutbytet med atmosfären. För övriga utomhussilor skedde ventilationen av silotoppen enbart genom öppningar vid takfoten.

vattenhalter lägre än 14 %, kyldes i torken och transporterades därefter i regel direkt till lagringssilorna. Temperatur och relativ luftfuktighet (RF) i silornas övre delar följdes med dataloggrar, bild 6. Prover från spannmålets övre skikt samt från fyllnings- och tömningstransportörerna uttogs för analys av svampflora, ochratoxin A, vattenhalt och vattenaktivitet.



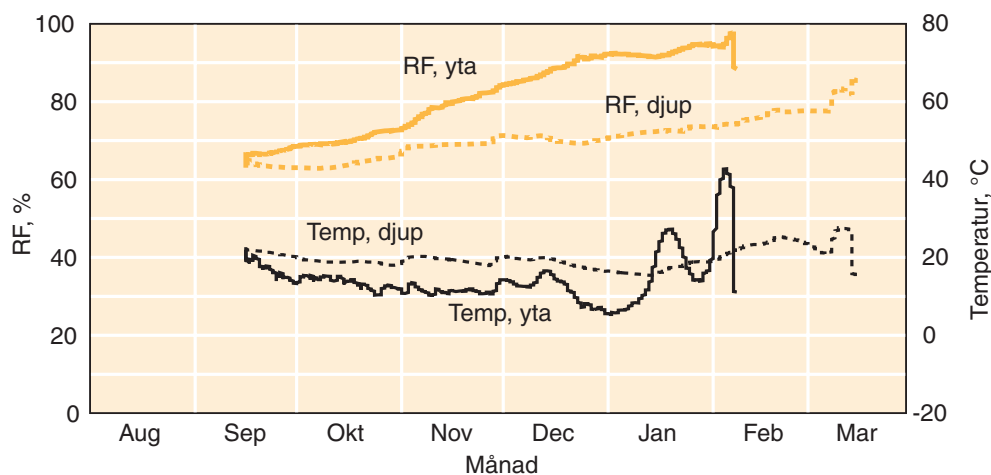
### Betydande läckage

Vatten som trängde in i silorna påverkade den hygieniska kvaliteten i spannmålets övre skikt mycket mer negativt än eventuella brister i systemen för toppventilation eller luftning. I flertalet av utomhussilorna trängde vatten in genom otätheter vid manluckor, påfyllningsrör och andra öppningar i silotaken. Som mest ökade spannmålets vattenhalten i dessa kritiska punkter till 80 %. Exempel på utvecklingen av klimatet i en sådan silo ges i bild 7.

Vid påtaglig vatteninträngning var skadorna på spannmålen omfattande, halter av ochratoxin A upp till 388 µg/kg kunde påvisas lokalt. För de utomhussilor där inga betydande läckage förekom begränsades däremot förändringarna i spannmålets hygieniska kvalitet som mest till produktion av ochratoxin A upp till nätt och jämnt mätbara nivåer. Detta oavsett system för toppventilation eller luftning.

**Bild 6. Mätpunkter.** Dataloggrar installerades i det övre spannmålsskiktet och i utrymmet ovanför spannmålen för mätning av temperatur och relativ luftfuktighet (RF) varannan timme. Mätinstrumenten placerades i en nord-sydlig axel 0,1 resp. 1,0 meter under spannmålets yta. Dessutom mättes temperaturen på insidan av silotaket. Spannmålsprover uttogs i anslutning till mätinstrumenten i början och i slutet av lagringsperioden.





**Bild 7. Återfuktning vid vatteninträngning.** Mätningar 0,1 respektive 1 meter ner i spannmålen vid en av utomhussilornas centrum visar att luftfuktigheten ökade under lagringstiden och var störst vid ytan. Temperaturen låg på en ganska stabil nivå 1 meter ner i spannmålen, men varierade i hög grad vid ytan. Återfuktningen orsakades av läckage genom ett 3 mm stort hål i en horisontell plåt i silotoppen. Redan efter en veckas lagring hade spannmålen börjat gro i detta område. Spontan värmebildning, upp till 43 °C noterades. Efter ca fem månader havererade den ytligt placerade dataloggern, troligen på grund av de fuktiga förhållandena.

#### Återfuktning både ute och inne

För båda silotyperna registrerades en successiv återfuktning av spannmålens ytskikt (0-15 cm) under lagringen, bild 8. I genomsnitt ökade vattenhalten med 2,4 procentenheter i utomhussilorna jämfört med 1,2 procentenheter i inomhusfickorna.

Skillnaden orsakades av lägre genomsnittliga temperaturer och därmed högre luftfuktighet hos luften ovan spannmålen i de silor som var placerade utomhus. Troligen var infiltrationsgraden av omgivningsluften högre i utomhussilorna än i inomhusfickorna, i synnerhet vid stora ventilationsöppningar. En meter ned i spannmålen var fuktighetsförhållandena mer stabila.

#### Risk för kondens

I studien gjordes också beräkningar av risken för att kondens skulle bildas på insidan av silons tak eller på den översta spannmålen under lagringen. Kondensbildning uppstår när varmare luft träffar en kallare yta, varvid vattenångan i luften fälls ut till fritt vatten om temperaturskillnaden är tillräckligt stor.

En jämförelse mellan inomhusfickor och utomhussilor visade att riskerna för kondensation mot tak eller spannmålens ytskikt var

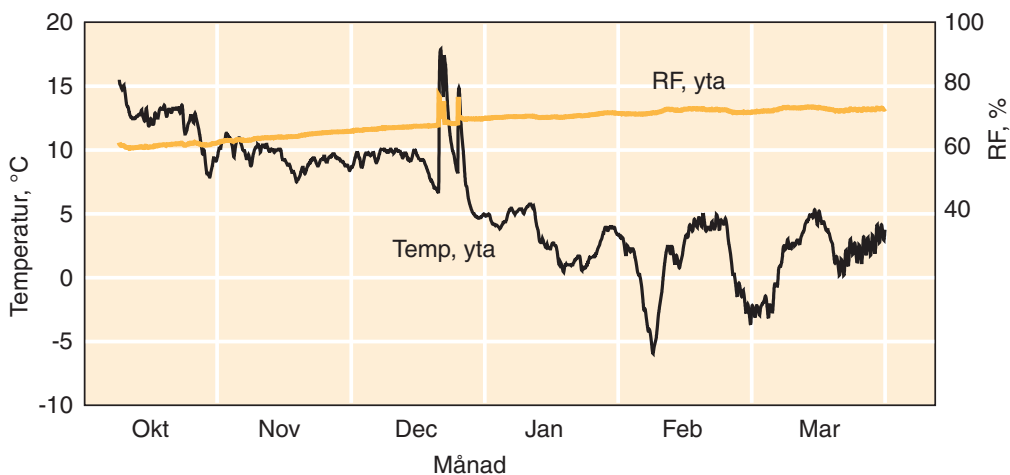
försumbara i inomhussilorna. För utomhussilorna visade beräkningarna alltid högre risk för kondensation än inomhusfickorna, på grund av högre utbyte med omgivningsluften samt lägre temperatur hos silotak och väggar.

Varm spannmål och förhöjda vattenhalter på grund av läckage ökar risken för kondensation betydligt. Enligt dessa beräkningar, vilka förutsatte att luftens fuktighet var i jämvikt med den torra spannmålens fuktighet (14 % vattenhalt), sker det en fuktutfällning om temperaturskillnaden är högre än 7-8 °C. Detta innebär att spannmålens temperatur före inlagring men även under lagringsperioden inte bör överstiga omgivningens medeltemperatur med mer än 7-8 °C för att undvika kondensbildning.

#### Frånluftsöppningar är viktiga

Det är viktigt att frånluftsöppningarna i silotoppen är tillräckligt stora för att inte motverka fläktens arbete i en silo utrustad med luftning. I en av de luftningsbara silorna uppgick luftspalten vid takfoten endast till några enstaka millimeter. När varm spannmål lades in i denna silo uppstod en kraftig kondensbildning på silons väggar och tak under de första dagarna efter inlagringen.





**Bild 8. Fuktig yta.** Oavsett silotyp skedde ofta en successiv återfuktning av spannmålsens ytskikt under lagringsperioden. Diagrammet visar temperatur och relativ fuktighet 10 cm under spannmålsens yta vid centrum i en av utomhussilorna. Spannmålen luftades under den 18, 19 och 23 december vilket förklarar kurvornas skarpa toppar vid dessa tidpunkter.

Detta medförde att spannmålskärnorna i ytskiktet grodde och klumpade ihop sig. Kondensbildningen ledde i sin tur till att damm fastnade på insidan av silon. Därigenom ökade risken för överföring av mögelsporer till andra spannmålspartier under efterföljande lagringssäsonger.

Den i flera fall omfattande, punktvisa återfuktningen som dokumenterats, huvudsakligen på grund av vatteninträning, kunde inte påvisas vid tömningen av utomhussilorna. Utifrån de prover som togs från elevatorerna då lagringsperioden påbörjades respektive

avslutades ökade den genomsnittliga vattenhalten som mest med 0,6 procentenheter.

I endast en av inomhusfickorna kunde någon påtaglig ökning av halten ochratoxin A under lagringen konstateras. En bidragande orsak till dessa kvalitetsskador skulle kunna vara kvarvarande otorkad spannmål i silon från skördeperioden när lagringsbehållaren använts som våtficka. Analyser av spannmålsproverna från tömningselevatoren, med vattenhalter varierande mellan 15 och 20 %, indikerar att det aktuella partiet var mycket heterogent.

### Små läckor kan begränsa hela spannmålspartiets användbarhet

Vatten som trängde in genom läckor i EU-projektets utomhussilor, ledde till höga halter av mögelgiftet ochratoxin A. I anslutning till läckagen uppmättes som mest 388 µg ochratoxin per kg spannmål. Även sådana punktvisa skador skulle kunna höja den genomsnittliga halten av ochratoxin A för hela spannmålspartiet till nivåer som minskar dess användbarhet.

Mängd spannmål i silon, kg	175 000
Därav mängd infekterad spannmål, kg	100
Halt ochratoxin A i infekterad spannmål, µg/kg	388
Mängd ochratoxin A totalt, µg	38 800
Genomsnittlig halt ochratoxin A i silon, µg/kg	0,22*

\* Som gränsvärde för ochratoxin A i barnmat har 0,2 µg/kg diskuterats

## Rekommendationer

---

Mot bakgrund av redovisade försöksresultat, föreslås nedan åtgärder för att förhindra återfuktning och mögeltillväxt vid lagring av spannmål i utomhusilor.

**Kyl ner!** Kyl spannmålen väl redan i torken före inlagringen i silon. Spannmålen temperatur bör inte överstiga omgivningens med mer än 7-8 °C. Spannmålen bör därefter fortgående kylas under hösten i takt med sjunkande omgivningstemperaturer för att minimera risken för fuktvandringar och kondensbildning. För att inte återfukta upp spannmålen bör kylningen ske när den relativa luftfuktigheten utomhus är lägre än ca 75 %.

Det är angeläget att hela spannmålspartiet blir genomkyllt, vilket uppnås med ca 1 000 m<sup>3</sup> luft per ton spannmål. Nedkylningsprocessen kan kontrolleras genom att silon förses med utrustning för temperaturövervakning.

Det är också viktigt att frånluftsöppningarna i silotoppen har tillräckligt stor sammanlagd yta för att inte motverka fläktens arbete, minst 5,3 dm<sup>2</sup> per 1 000 m<sup>3</sup> luft i timmen enligt amerikanska rekommendationer. Å andra sidan orsakar stora ventilationsöppningar vid takfoten risk för inträngning av yrsnö. Bland marknadsförda system för ventilation av silotoppen tycks huvar, om möjligt monterade så att de är skyddade för vind alternativt försedda med klaffventiler, vara den bästa lösningen.

**Förhindra läckage!** I småkärnig spannmål kan läckage orsaka mer problem med återfuktning än fuktvandring. Även små öppningar kan orsaka omfattande fuktinträngning. Under lagringsperioden är det därför viktigt att på ett tidigt stadium upptäcka och åtgärda eventuella läckage.

Det betyder att förvaring av spannmål i utomhusilor kräver mer övervakning än inomhuslagring. Det är mer troligt att sådana inspektioner blir genomförda om tillträdesvägarna, d v s stegar, manluckor etc är bekväma och säkra. En RF-givare installerad i det övre spannmålsskiktet kan ge möjlighet att förbättra kontrollen av spannmålens lagringsduglighet i denna del av silon.

**Inspektera!** Övre spannmålsskiktet bör inspekteras före tömning och eventuell mögelskadad spannmål avlägsnas före leverans. Detta är ofta praktiskt genomförbart genom att mängden skadad vara i allmänhet är begränsad. Använd lämpligt andningsskydd, partikelfilter klass P3, vid hantering av möglig spannmål.

Återfuktning av spannmålen i utomhusilor med åtföljande mögelbildning är ett dolt problem. Skadorna observeras sällan, p g a den omblandning som sker när silon töms.

## Referenser

---

Hagstrum D.W. & Flinn P.W., 1992. Integrated pest management of stored-grain insects. Storage of Cereal Grain and their Products, pages 539-541. Am. Ass. of Cereal Chem., Inc. St Paul, Minnesota.

Hellevang K.J. & Hirning H.J., 1988. Moisture movement in stored grain during summer. Am. Soc. Agric. Eng. Tech. Pap. 88-6052.

Lacey J, Hill S T & Edwards M A, 1980. Microorganisms in stored grains: Their enumeration and significance: Trop. stored prod. inf. 39:19-33.

Khankari K.K., Morey R.V. & Patankar S.V., 1995. Application of a numerical model for prediction of moisture migration in stored grain. Trans. ASAE 38(6): 1789 - 1804.

Meiering A. G. 1986. Oxygen control in sealed silos. Transaction of the ASAE 29(1): 218-222.

## Mer att läsa

---

**Konservering av spannmål med höga skördevattenhalter.** N. Jonsson. Jordbruksinformation nr 21. Jordbruksverket, 1999, Jönköping.

**Lagerutformningens inverkan på spannmållens kvalitet.** G. Lundin. Provtagning från åtta gårdslager. Rapport 250, Jordbrukstekniska institutet, 1998, Uppsala.

## Kontakt

---

Gunnar Lundin, JTI, tel 018-30 33 56,  
e-post: [gunnar.lundin@jti.slu.se](mailto:gunnar.lundin@jti.slu.se)

Nils Jonsson, JTI, tel 018-30 33 15,  
e-post: [nils.jonsson@jti.slu.se](mailto:nils.jonsson@jti.slu.se)

## Länkar

---

**Livsmedelsverket:**

[http://www.slv.se/templates/SLV\\_Page\\_\\_\\_5075.aspx](http://www.slv.se/templates/SLV_Page___5075.aspx)

**Quality of Life and Management of Living Resources:**

<http://www.mycotoxin-prevention.com/ProjectsPage.htm>



## 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 besluts-underlag, 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.slu.se](http://www.jti.slu.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):

tel: 018 - 67 11 00, fax: 018 - 67 35 00

e-post: [bestallning@jti.slu.se](mailto:bestallning@jti.slu.se)

### JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Box 7033, 750 07 UPPSALA

vx: 018 - 30 33 00, fax: 018 - 30 09 56

Besöksadress: Ultunaallén 4

[www.jti.slu.se](http://www.jti.slu.se)

De redovisade resultaten i denna publikation bygger på undersökningar finansierade genom EU:s Femte ramprogram inom Key action 1: Improving the quality of life and management of living resources, Formas (tidigare Skogs- och Jordbrukets Forskningsråd), Stiftelsen Lantbruksforskning och AB AKRON-maskiner.

EU-projektet har genomförts i samarbete med Svenska Livsmedelsverket, National Veterinary and Food Research Institute i Finland, AB AKRON-maskiner och Svenska Lantmännen.

© JTI, 2005. Citera oss gärna, men ange källan!

Ansvarig utgivare: Lennart Nelson  
Faktaunderlag: Gunnar Lundin och Nils Jonsson  
Redaktör: Carina Johansson  
Grafisk form och illustrationer: Kim Gutekunst

ISSN 1651-7407