



## 3. Lagring av kraftfoder

Det finns idag en rad olika system för lagring och hantering av kraftfoder. Med kraftfoder avses i detta avseende spannmål, trindsäd, oljeväxter, färdigfoder och premix. Djurens behov samt gårdens förutsättningar och storlek, så som tillgången på maskiner, tid och lagringskapacitet, styr till stor del valet av lagrings- och transportsystem. Valet bör också baseras på ekonomiska kalkyler där inte bara investeringskostnaden utvärderas utan även driftskostnaden, kostnaden för lagringsförluster och eventuella kvalitetsförsämringar.

*Tabell 3:1. Volymvikter för olika typer av kraftfoder*

Typ av kraftfoder	kg/m <sup>3</sup>	
	Medeltal	Variation
Vete	770	720 - 820
Råg	730	680 - 750
Rågvete	730	670-800
Korn	670	580 - 700
Korn, kross	410	350 - 470
Korn, gröpe	525	450 - 600
Havre	500	400 - 600
Havre, kross	385	320 - 450
Havre, gröpe	450	400 - 500
Trindsäd	800	760 - 840
Krossensilerad spannmål	550 kg ts/ m <sup>3</sup>	500-600 kg ts/ m <sup>3</sup>
Soja	600	-
Expro	600	-
Agrodrank	660	-
Betfor	250	-
Koncentrerat	675	600 - 750
Färdigfoder, nöt, kross	475	400 - 550
Färdigfoder, nöt, pelletter	600	550 - 650



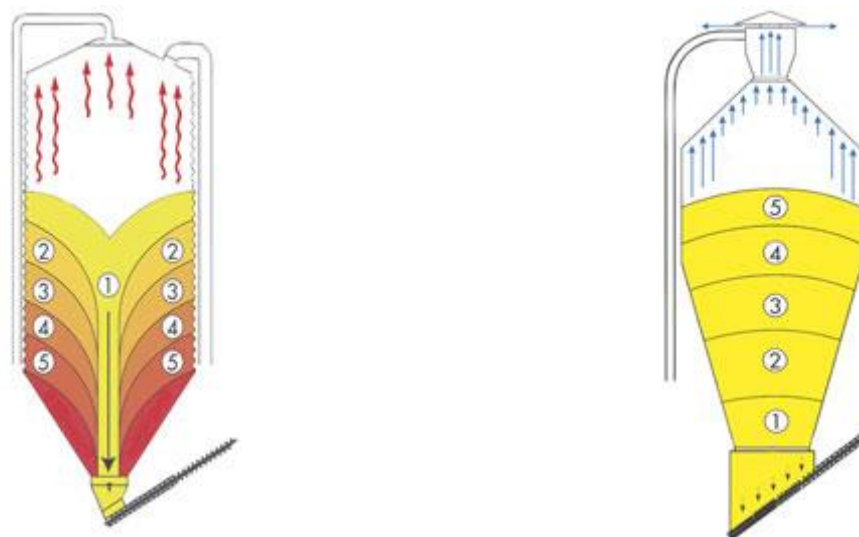
## Lagringsmetoder för fabrikstillverkade kraftfoder

Fabrikstillverkade kraftfoder levereras i bulk eller i säck. Sker leveransen i bulk lagras fodret vanligen i någon form av fodersilo tillverkad av plåt, hårdplast eller väv. Kraftfoder som levereras i säck levereras i storsäck, som inte kan förflyttas manuellt, eller i mindre säckar av papper eller plast på 50 eller 25 kg. De mindre säckarna är vanliga då åtgången av kraftfodret är låg eller då det saknas lagringsutrymme eller hanteringsmöjligheter för storsäck.

## Separation vid fyllning och tömning av silo

Vid hantering av foder, både fabrikstillverkat och hemmaproducerat, finns det alltid en risk för separation. Den största risken för separation uppstår i samband med fyllning och tömning av silon och påverkas i stor utsträckning av partiklarnas storlek, dvs. deras volym och vikt. Äldre silos konstruerades för att tömmas genom en tratt, vilket resulterade i det som kallas för *trattstömning*. I denna typ av silo faller de stora och tyngsta partiklarna ner i mitten av silon, medan de små och lättare partiklarna hamnar längs kanterna. När silon sedan töms bildas en tratt och de stora tunga partiklarna är de som lämnar silon först. De små partiklarna längs silons kanter bildar så småningom en restfraktion längst ner i silon, s.k. döda zoner, som aldrig byts ut eftersom silon sällan töms helt och rengörs. Denna fraktion kan ha en sämre hygienisk kvalitet än övrigt foder i silon.

Dagens moderna silos är oftast försedda med en cyklon och *masströmning*, vilket innebär att det foder som är först in i silon också är först ut ur silon. Detta minimerar separationen och innebär också att det inte bildas några restfraktioner i silon. Cyklonen hjälper också till att ventilera silon, vilket förhindrar kondens i silon då den varma luften stiger uppåt. Detta minskar i sin tur risken för försämring av den hygieniska kvaliteten.



**Figur 3:1.** Till vänster ses en silo med trattstömning, dvs. det foder som är först in är sedan sist ut, medan det till höger ses en silo med masströmning, dvs. det foder som är först in är också först ut (siffrorna visar i vilken ordning fodret lämnar silon). Källa: mafa.se.



## Lagringsmetoder för hemmaproducerade kraftfoder

Valet av lagringssystem för hemmaproducerat kraftfoder, framför allt spannmål, påverkas i stor utsträckning av om halm och kärnor skördas separat (träskning) eller tillsammans (helsäd) samt av grödans ts-halt vid skörd, se tabellen nedan. Ju tidigare grödan skördas, desto högre är vattenhalten i grödan. De olika lagringsmetoderna har olika egenskaper och kräver olika utrustning samtidigt som möjligheten att styra kvaliteten på spannmålen varierar. Samtliga metoder har dock som mål att begränsa en eller flera av de faktorer som styr aktiviteten i spannmålskärnan, dvs. temperaturen, vattenhalten eller syretillgången och som annars kan ge upphov till mögeltillväxt.

Den vanligaste metoden för lagring av hemmaproducerade kraftfoder är torkning, både kall- och varmluftstorkning förekommer. Andra alternativ är att lagra spannmålen våt och detta kan då göras genom krossensilering, syrabehandling, lutning eller genom gastät lagring. I Danmark utvecklas just nu ytterligare en metod för lagring av våt spannmål. Denna metod kallas för hybridmetoden och är en blandning mellan krossensilering och syrabehandling. För helsäd används samma lagringsmetoder som för ensilage, vilka du kan läsa mer om under Flik 2. Lagring och hantering av ensilage.

**Tabell 3:2.** Vattenhalter respektive ts-halter vid skörd som bör eftersträvas för respektive lagringsmetod

Lagringsmetod	Vattenhalt vid skörd (%)	Ts-halt vid skörd (%)
Helsäd av spannmål		30-45
Majsensilage, helsäd		25-30
Krossensilering	30-40	
Lufttät lagring	Upp till 25	
Hybridmetoden	20-25	
Lutning	20-25	
Syrabehandling	15-25	
Torkning	Upp till 22	



**Tabell 3:3. Egenskaper för olika lagringssystem för hemmaproducerat kraftfoder**

	Varmluftstorkning	Kallluftstorkning	Lufttät lagring	Syrabehandling	Lutning	Hybridmetoden	Krossensilering
<b>Vattenhalt vid skörd (%)</b>	Upp till 22	Upp till 22	Upp till 25	Upp till 30	20-25	20-25	30-45
<b>Vattenhalt för säker lagring (%)</b>	13	13	18-25	20-25	20-25	20-25	Minst 40
<b>Tillsatser</b>	-	-	Koldioxid	Propionsyra	Kaustiksoda (lut)	Propionsyra	Propionsyra, melass
<b>Hygienisk säkerhet</b>	Hög	Riskabelt	Riskabelt <sup>1</sup>	Rimlig <sup>2</sup>	Rimlig <sup>3</sup>	Rimlig	Rimlig
<b>Möjlighet att styra kvaliteten</b>	Hög	Obetydlig	Obetydlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig
<b>Lagringssystem</b>	Planlager, lagringsficka, spannmålssilo	Planlager, lagringsficka, spannmålssilo	Lufttät silo, slang	Planlager	Planlager	Lufttät i plansilo, tornsilo, slang, storsäck	Lufttät i plansilo, tornsilo, slang, storsäck
<b>Lagringsförluster</b>	Obetydliga	Stora	Stora	Obetydliga	?	?	?
<b>Utfodringssystem</b>	Fullfoder & separat utfodring	Fullfoder & separat utfodring	Fullfoder	Fullfoder	Fullfoder	Fullfoder	Fullfoder
<b>Investeringskostnad</b>	Hög	Måttlig	Måttlig	Låg	Låg	Låg	Låg
<b>Driftskostnad</b>	Måttlig	Låg	Låg	Hög <sup>4</sup>	Hög	Hög	Hög
<b>Övrigt</b>	Säker handelsvara		Utfodring endast under vintern		Kan ha en lägre vattenhalt vid skörd & sedan blötas vid lutningen		

<sup>1</sup> Den hygieniska säkerheten är särskilt riskabel sedan uttagning påbörjats.

<sup>2</sup> Den hygiensiska säkerheten är rimlig vid rätt dosering, men riskabel vid ojämn dosering.

<sup>3</sup> Den hygiensiska säkerheten är rimlig vid rätt dosering, men riskabel vid ojämn dosering.

<sup>4</sup> Driftskostanden påverkas av vattenhalten i spannmålen och vid en hög vattenhalt kan driftskostnaden därför bli mycket hög.



## Torkning

Torkning av spannmål sker i kall- eller varmluftstork och innebär att spannmålen torkas till en vattenhalt runt 13 %. Lagringstiden är beroende av vilken vattenhalt som spannmål torkas ner till och vattenhalter under 14 % räknas som lagringsduglig under vintersäsongen, medan lagringstider över sex månader kräver vattenhalter under 13 %. Efter torkningen lagras spannmålen i någon form av spannmålssilo inom- eller utomhus alternativt i en lagringssicka eller planbotten av trä eller betong. De spannmålssilos som finns för lagring utomhus är vanligen tillverkade av glasemaljerad eller varmgalvaniserad plåt, medan lagringssilos för inomhusbruk oftast är tillverkade av stålplåt, trä eller väv.

Vid torkning av spannmål diffunderar vattnet från spannmålskärnans inre och ut till kärnans yta. Från ytan avdunstar sedan vattnet i form av vattenånga. För att vattenångan ska kunna avdunsta krävs energi, vilket tillförs via torkluften. Luftens förmåga att binda vattenånga är beroende av luftens temperatur och ju varmare luften är, desto mer vattenånga kan den innehålla. Detta innebär att kall luft inte har så stor förmåga att ta upp vatten, vilket leder till att vattnet faller ut som kondens. Diffusionen i kärnan är det som i första hand bestämmer torkningshastigheten, men även tillförseln av varm luft har betydelse och ju mer varm luft som tillförs desto snabbare går torkningen. Torkningstiden är direkt avgörande för den hygieniska kvaliteten och ju längre tid det tar att torka spannmålen till lagringsduglig vara, desto större är risken för försämring av den hygieniska kvaliteten. Se tabell 3:4 för exempel på vattenhalter och längsta lämpliga torktid. Samtidigt får inte torkningen ske för snabbt, vilket kan skada kärnans grobarhet. För att få en jämn torkning av spannmålen krävs ett jämnt luftflöde över hela spannmålspartiet. Detta innebär att olika lagringshöjd och förekomsten av föroreningar, med högre täthet än vanlig spannmål, ska undvikas i möjligaste mån. Torkluften väljer nämligen alltid den enklaste vägen ut ur spannmålspartiet.

**Tabell 3:4. Exempel på skördevattenhalt och längsta lämpliga torktid**

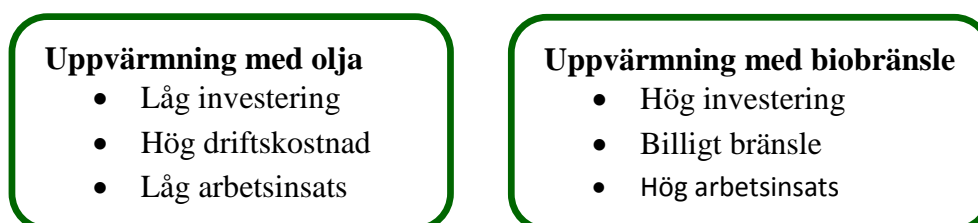
Skördevattenhalt (%)	Längsta lämpliga torktid (dagar)
18	10
20	7
22	6

Om den torkade spannmålen lagras i någon form av spannmålssilo är det viktigt att ventilationen i silon fungerar under hela lagringstiden. Under hösten kyls luften i silon ner under natten, vilket gör att luften blir tyngre och sjunker neråt. I mitten av silon är luften varm, vilket gör att den stigen uppåt och möter det kalla silotaket. Detta gör att luften bildar kondens som sedan rinner ner i spannmålen. Skillnaderna i temperatur gör att luften i silon cirkulerar, men med en god ventilation kan detta förhindras. På våren sker det motsatta. Solen värmer silotaket, vilket gör att luften blir varmare, lättare och stiger uppåt. Dessutom tar den varma luften upp fukt och ökar därmed sitt eget fuktinnehåll. Om den varma luften inte vädras ut ur silon bildas kondens mot silotaket precis som på hösten.

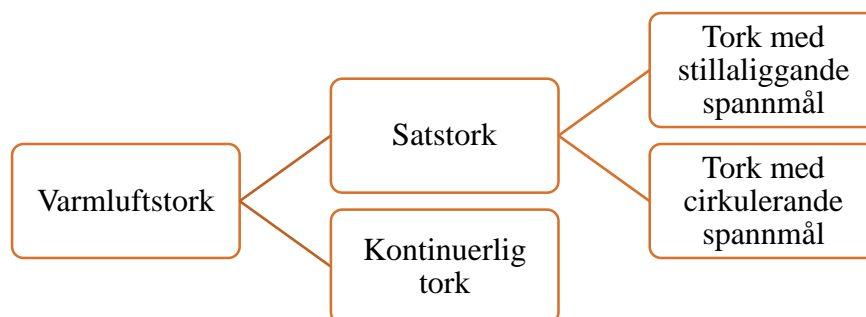


## Varmluftstorkning

Varmluftstorkning är den absolut vanligaste torkningsmetoden på gårdsnivå. Metoden brukar delas upp beroende på om varmluften skapas genom att ytterluften värms upp direkt eller indirekt samt beroende på om torkningen sker kontinuerligt eller satsvis. Direkt uppvärmning av varmluften innebär att rökgas från en brännare blandas med luft utifrån så att lagom torktemperatur uppnås, dvs. ca 50-90°C. Vid indirekt uppvärmning värms värmebatterier av varmvatten, ånga eller hetluft och värmeflödet styr sedan lufttemperatur. Traditionellt används varmluftspannor som värmekälla och då oftast med eldningsolja som energibärare. Oljan kan dock helt eller delvis ersättas med biobränsle i form av t ex halm, flis, pellets eller ved. Ytterligare ett alternativ är att använda gasol.



Vid kontinuerlig torkning rör sig spannmålen från ett våtlager till en torkzon där spannmålen strömmar vertikalt nedåt och möter torkluften i motström eller tvärström. Från torkzonen passerar sedan spannmålen vidare till kylzonen för kylning innan den transporteras till lagringsplatsen. Vid satstorkning däremot ligger spannmålen som en bädd och torkluften strömmar genom bädden. Efter avslutad torkning kyls spannmålen innan den transporteras vidare till lagringsplatsen.



**Figur 3:2.** Olika typer av varmluftstorkar på gårdsnivå.

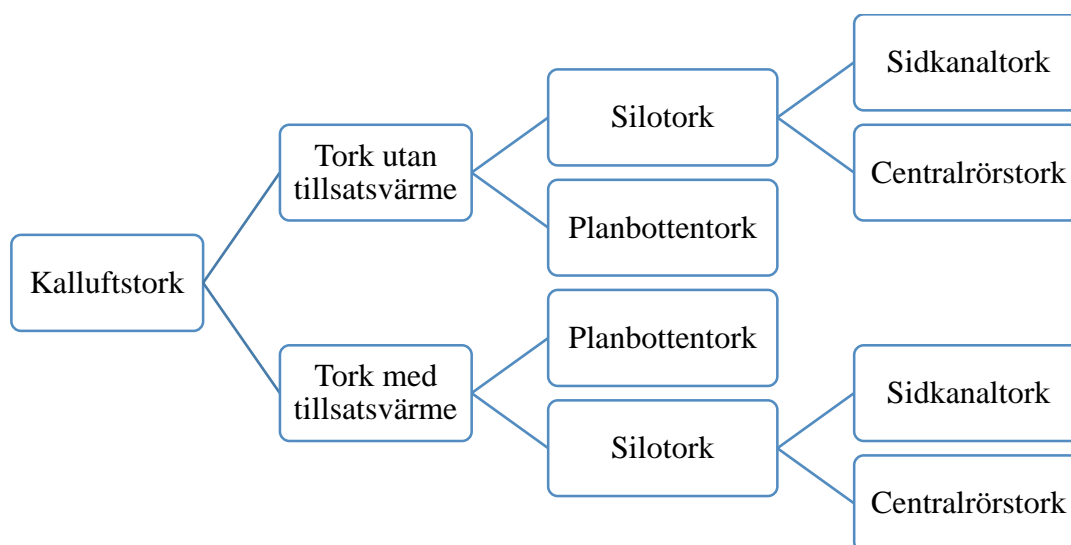
Satstorkar finns både med och utan cirkulation, dvs. att spannmålen cirkulerar under torkningen. Cirkulationen ger en jämnare torkning samtidigt som det är möjligt att hålla en högre lufttemperatur. På gårdsnivå är dock satstorkar med cirkulation relativt ovanliga. I satstorkar med stillaliggande spannmål kan problem uppstå med ojämn torkning och det kan skilja så mycket som 5-40 % i vattenhalt mellan olika partier i en sats. En viss utjämning sker dock under kylningen, transporten och under lagringen. Den kontinuerliga torken kräver oftast en större investering än satstorken, men ger samtidigt en jämnare torkning än satstorken. Den kontinuerliga torken har dessutom en hög kapacitet, 4-40 ton spannmål/timme samt en låg



energiförbrukning. Satstorken däremot har en kapacitet på 1,5–11 ton spannmål/timme. Den lägre kapaciteten för satstorken beror till stor del på tidsåtgången för kylning och satsbyte. Kapaciteten kan dock ökas genom en separat kylficka och genom en våtficka som påskynda fyllningen av torken.

### **Kallluftstorkning**

Kallluftstorkning förekommer framför allt på mindre gårdar i områden där spannmålsodlingen är mindre intensiv. Detta bl.a. som en följd av att den uppvärmda utomhusluften används för torkning. Kallluftstorkning är främst användbart vid lägre vattenhalter eftersom det annars tar för lång tid för torkzonen att tränga igenom spannmålslagret. För att uppnå ett bra resultat krävs därför oftast tillsatsvärme. Under goda förhållanden kan dock kallluftstorkning vara ett fullgott alternativ för att uppnå tillräckligt låga vattenhalter. Kallluftstorkar brukar delas in i planbottentorkar och silotorkar. Planbottentorken är en satstork som består av fläkt och luftfördelningssystem. En torkzon vandrar genom spannmålen, vilket medför att torkningen inte sker likformigt i hela spannmålsskiktet. Det är mängden luft per tidsenhet som avgör torktiden och luftmängden kan påverkas via fläktens kapacitet och genom att anpassa tjockleken på spannmålsskiktet till vattenhalten i spannmålen. Den rekommenderade luftmängden är dock 1 000 m<sup>3</sup>/ton och timme. Det finns två olika typer av silotorkar; sidkanaltork och centralrörstork. Sidokanaltorken fungerar som en planbottentork, men är ställd på högkant. Luftfördelningskanalen finns i mitten och luften strömmar genom spannmålen och ut genom siloväggen. Centralrörstorken är oftast rund med en central tilluftskanal. Från denna kanal passerar luften genom spannmålen och ut genom siloväggen. I silotorken packas spannmålen lätt ojämnt, vilket också ger en ojämn torkning. I silotorken måste fläktens kapacitet anpassas efter vattenhalten, eftersom det inte är möjligt att anpassa spannmålsskiktet som vid användning av planbottentork. Den rekommenderade luftmängden är dock 1 000 m<sup>3</sup> luft/ton och timme även för silotorken.



**Figur 3:3.** Olika typer av kallluftstorkar på gårdsnivå.





## Fördelar, nackdelar och kostnader

Varmluftstorkning är vanligare på rena spannmålgårdar än på djurgårdar och ställer dessutom större krav på anläggningen. Varmluftstorkningen ger dock ett säkrare resultat än kallluftstorkningen och gör det dessutom möjligt att använda den torkade spannmålen som handelsvara. En nyinvestering i en varmluftstork inklusive övrig utrustning kan vara svår att räkna hem för den enskilde producenten och ett alternativ kan därför vara att samarbeta med andra gårdar. Att bygga ut eller komplettera en befintlig anläggning är dock lättare att motivera. Dagens moderna kallluftstorkar med körbara golv och tillsatsvärme kan dessutom användas för torkning av t ex hö, halm eller flis, vilket ytterligare ökar deras användning. Torkkostnaden för spannmålen är naturligtvis beroende på vattenhalten i spannmålen och ju högre vattenhalt som spannmålen har, desto dyrare blir torkningen.

## **Kombination av kall- och varmluftstorkning**

För den som ska använda spannmålen som djurfoder kan en kombination av kallluft- och varmluftstorkning vara ett alternativ. Detta innebär att spannmålen torkas till en vattenhalt på ca 16 % och sedan luftas regelbundet. Denna kombination blir mer energieffektiv än varmluftstorkning eftersom de sista procenten vatten oftast är relativt dyra att torka bort. Dessutom ökar torkkapaciteten samtidigt som spannmålen blir något smakligare än vid varmluftstorkning.

## **Silotork**

Det finns även en tredje typ av tork som blir allt vanligare i Sverige. Denna består av en rund utomhusplacerad silo i galvaniserad plåt. Silon kan användas både med och utan tillsatsvärme, men tillsatsvärme rekommenderas för att systemet ska fungera korrekt. Temperaturen på tillsatsvärmens bör vara 45-50°C för att systemet ska fungera optimalt och för att inte orsaka övertorkning. Tillsatsvärmens tillförs via ett perforerat golv. Silon är även försedd med vertikala skruvar för blandning av spannmålen. Dessa skruvar rör sig dessutom in och ut från centrum av silon för att nå alla delar av silon och på så sätt jämna ut vattenhalten i silon. Detta system fungerar framför allt bra för skördevattenhalter upp till 20 % och kan även fungera upp till 22 % vatten om inläggningen sker långsamt och/eller om lagringshöjden minskas. Detta för att uppnå en snabb torkning. Högre skördevattenhalter är dock inte att rekommendera. Om ingen tillsatsvärme används bör spannmålen dock ha en skördevattenhalt under 18 %. Efter avslutad torkning kan stora skillnader i vattenhalten förekomma som en följd av ojämn torkning. Detta eftersom de små partiklarna samlas i mitten av silon, vilket resulterar i en sämre luftgenomgång och fuktigare spannmål. Detta kan till viss del avhjälpas genom att omrörningsskruvarna används flitigt under hela torkningsprocessen och även efteråt.



Jämfört med en konventionell varmluftstork har denna typ av silotork en högre mottagningskapacitet, men också en högre energiförbrukning. Däremot är både





investeringskostnaden och arbetsbehovet något lägre än för en konventionell varmluftstork. Denna typ av silotork är speciellt användbar om det behövs stora silos (> 500 m<sup>3</sup>) och om olika spannmålslag inte behöver hållas åtskilda. Dessutom är det möjligt att lagra hela gårdens spannmål i samma silo som den torkas. Blandningen av spannmålen ger dessutom samma resultat som om de olika spannmålsslagen lagrats i olika fickor och sedan blandats innan utfodring, vilket innebär att ett arbetsmoment sparas in.



### **Lufttät lagring (gastät lagring)**

Lufttät lagring av spannmål innebär att de blöta spannmålskärnorna (upp till 25 % vattenhalt) lagras i en gastät silo vanligen tillverkad av stål eller vävplast (glasfiberarmerad polyester), alternativt i en gastät slang eller storsäck där luften sugts ut. Silon är försedd med en vätskeventil för justering av det över- och undertryck som uppstår då temperaturen förändras. Vid lufttät lagring förbrukas syret i silon och en del av spannmålen omsätts till koldioxid. Detta under förutsättning att inget nytt syre tränger in i silon. Ofta kombineras den lufttäta lagringen med att koldioxid tillsätts i silon, vilket ökar säkerheten på resultatet ytterligare. Är silon otät avstannar inte omsättningen, vilket innebär att mikroorganismernas aktivitet inte upphör. Detta kan i sin tur leda till förruttelse. Även då silon öppnas kan detta inträffa, men en låg temperatur utomhus kan bromsa processen. Detta medför att spannmål som lagrats lufttätt oftast kan betraktas som kyllagrad då silon öppnas.

### ***Fördelar, nackdelar och kostnader***

Lufttät lagring är ett komplext lagringssystem rent biologiskt och små skillnader i sammansättningen av koldioxid och syre har stor påverkan på vilka mikroorganismer som kommer att utvecklas. Däremot är lufttät lagring en relativt energisnål lagringsmetod och innebär dessutom att spannmålen kan lagras vid en något högre vattenhalt än vid t ex torkning. Detta ger i sin tur något smakligare foder.



## **Krossensilering**

Krossensilering innebär att grödan skördas innan den är helt mogen, vid en vattenhalt runt 30-40 % och sedan krossas och ensileras. Både ren spannmål och en blandning av spannmål och trindsäd kan krossensileras. Spannmålskärnorna krossas antingen i ett separat moment innan packningen eller med en kross som är integrerad med packaren om lagring sker i slang. Krossensilerad spannmål kan även lagras i plansilo, tornsilo eller storsäck. Den krossensilerade spannmålen är klar att använda tre till fyra veckor efter inläggning i silon.

Spannmålen bör skördas vid en vattenhalt på 30-45 %, vilket innebär att grödan skördas då den befinner sig i gulmognad, dvs. 3-4 veckor innan tröskmognad. Den höga vattenhalten är viktig för att de krossade kärnorna ska kunna packas i silon, men också för att ensileringsprocessen ska kunna starta. Enligt danska rekommendationer önskas en vattenhalt över 35 % och det optimala skördefenstret ligger vid en vattenhalt på 35-40 %. Vid denna tidpunkt har spannmålskärnan det högsta näringsvärdet och grödan den högsta ts-avkastningen. Detta medför att en för tidig skörd kan innebära ts-förluster, medan en sen skörd ökar risken för att kärnorna ska drösa och spannmålen lägga sig. En sen skörd innebär också att kärnorna blir svårare att ensilera samt att risken för tillväxt av mögel och jäst ökar.

För att uppnå en god hygienisk kvalitet är det bra att använda ensileringsmedel. Dessa tillsätts i samband med krossningen och säkrar ett lågt pH samt att fodret inte tar värme när silon väl öppnats. Vanligen används ren propionsyra, men även melass, vassle eller startkultur av mjölksyrabakterier kan användas.

Krossensilering av spannmål påverkar inte den totala smältbarheten hos spannmålen, men däremot förändras sättet som spannmålen bryts ner på. Efter krossensilering har spannmålen en högre andel vomlösliga och snabbsmälta ämnen jämfört med torkad spannmål samtidigt som de olösliga delarna blir mer svårnedbrytbara. Vid utfodring av krossensilerad spannmål kan konsumtionen av vallensilage minska något. Denna minskning påverkar dock i de flesta fall inte djurens tillväxt. Djur som utfodras med krossensilerad spannmål har liknande tillväxt och köttkvalitet som djur som utfodrats med syrabehandlad eller ureabehandlad spannmål. Stärkelsen i krossensilerad spannmål bryts ner lika snabbt i vommen som stärkelsen i torkad spannmål, men eftersom den krossensilerade spannmålen är fuktig blandas den bättre med övriga fodermedel i vommen. Detta innebär förmodligen att den krossensilerade spannmålen är mer skonsam mot miljön i vommen än torkad spannmål.

## **Fördelar, nackdelar och kostnader**

Att lagra spannmålen krossad har flera fördelar. Dels är det ett mycket tilltalande foder som djuren gärna äter, dels fungerar det bra i fullfodersystem och det går att använda samma uttagningsutrustning som till vanligt ensilage. Dessutom behöver nästan alla spannmål krossas innan utfodring och att göra detta i samband med packningen är mer arbetseffektivt än att göra det i samband med uttagning och utfodring, vilket ofta innebär att det ska göras dagligen. Därtill behöver varken djur eller människor utsättas för damm. Vidare är det lättare att packa krossad spannmål jämfört med hela kärnor, vilket gör att luft inte lika lätt tränger in i silon när den väl är öppnad. Däremot krävs en viss nivå av konsumtion för att kunna styra uttagshastigheten och undvika varmgång. Lagringen i tub/slang ökar möjligheterna till en rimlig uttagshastighet jämfört med om den krossensilerade spannmålen lagras i t ex plansilo. Krossensilerad spannmål



passar bra vid fullfoderutfodring, men kan vara svår att använda vid separat utfodring eller då kraftfoderautomater används. Detta eftersom den krossensilerade spannmålen är tung, kletig och svårskruvad, vilket innebär att den inte rinner fram som torkad spannmål. Krossensilering ökar också möjligheterna till maskinsamarbete, både när det gäller tröskor, utrustning för krossning och ensilering.

I områden med en kort växtsäsong kan det vara säkrare att krossensilera spannmålen än att vänta till mogen skörd, dessutom innebär den tidigare skörden att nästa skörd eller insädd kan tidigareläggas.

Krossensilering är en flexibel metod och med krossensilering av spannmål är det möjligt att spara upp till 98 % energi och 25-60 % av kostnaderna jämfört med att använda varmluftstorkning. Detta beror till stor del på att kostnaden för torkning samt kapital- och underhållskostnader för fasta lagringsutrymmen ersätts av rörliga kostnader.



## Syrabehandling

Spannmål som skördas vid en vattenhalt under 30 % kan syrabehandlas. Denna metod passar bäst för spannmål som skördats med en vattenhalt på 15-25 % och det vanligaste är att tillsätta propionsyra jämnt över de hela spannmålskärnorna. Detta är en effektiv och väl beprövad metod och oftast tillsätts propionsyran med en syraapplikator via en skruv. Det finns både pumpdrivna applikatorer och självtrycksapplikatorer. De pumpdrivna applikatorerna har dock en högre kapacitet än självtrycksapplikatorerna. För att doseringen ska bli rätt bör skruven vara minst tre meter lång och det är även viktigt att veta vilken kapacitet som skruven har, dvs. hur mycket spannmål som passerar genom skruven. Ett alternativ är att använda fullfodervagn. Mängden propionsyra som tillsätts är beroende av vattenhalten i kärnorna samt hur länge spannmålen ska lagras, se tabell 3:5. Syrabehandling av spannmål och proteingrödor med vattenhalter under 25 % räcker att göra en gång, medan proteingrödor med vattenhalter över 25 % måste behandlas två gånger. Vid dessa tillfällen används hälften av den rekommenderade mängden syra vid varje tillfälle och behandlingarna upprepas med några dagars mellanrum. Propionsyran sänker pH, vilket hämmar och döda de mikroorganismer som finns på kärnorna och en tumregel bör vara att aldrig tröska mer spannmål än vad som kan syrabehandlas samma dag. Detta eftersom mikroorganismerna annars snabbt kan växa till och förstöra spannmålen. En väl genomförd syrabehandling innebär alltså att spannmålskärnan steriliseras helt, vilket gör att spannmålen kan lagras med fullt lufttillträde. Oftast lagras den syrabehandlade spannmålen i ett planlager på golv. Om den syrabehandlade spannmålen lagras på betonggolv är det viktigt att golvet skyddas med t ex plast (polyeten) eller målas med hårdlack av epoxiplast för att inte betongen ska neutralisera syran i det nedersta lagret av spannmålen så att konserveringseffekten bryts. Även asfalt fungerar bra som underlag. Ytorna i lagret måste dessutom vara täckta med ett icke korrosivt material eftersom syran är frätande. För att skydda spannmålen mot fåglar och smådjur är det klokt att täcka spannmålshögen med plast. Den syralagrade spannmålen kan också lagras i tornsilo, vävsilo eller storsäck. Både vävsilo och storsäck kan förslutas lufttät vilket ytterligare ökar säkerheten under lagringstiden. Den syralagrade spannmålen kan transporteras med en vanlig transportskruv så länge vattenhalten är 20-25 %, även kraftfodervagnar brukar fungera. Innan utfodring måste de hela spannmålskärnorna krossas och efter att kärnorna har tagits ut och krossats bör de utfodras inom en vecka.

**Tabell 3:5.** Rekommenderade mängder propionsyra vid syrabehandling av spannmål (om det förekommer grönskott bör mängden syra ökas med två liter per ton spannmål)

Vattenhalt (%)	Mängd propionsyra	Mängd propionsyra
	vid 6-8 månaders lagring (liter/ton gröda)	vid 12 månaders lagring (liter/ton gröda)
15	5,0	6,0
17	5,5	7,0
19	6,0	7,5
21	7,0	8,5
23	7,5	9,0
25	8,0	10,0
27	9,0	11,0
29		12,0
31		13,5



Vid utfodring med fuktig spannmål är det viktigt att utfodringen baseras på aktuella ts-halter i spannmålen så att rätt mängd utfodras. Syrabehandlad spannmål har dessutom ett lägre innehåll av vitamin E än torkad spannmål, vilket medför att extra tillskott kan behövas då syrabehandlad spannmål utfodras.

### ***Fördelar, nackdelar och kostnader***

Syrabehandling kräver utrustning för att kunna spraya syra på kärnorna i samband med t ex inläggning. Syran kan dessutom vara besvärlig att arbeta med. Den enkla lagringen gör dock att investeringskostnaden för systemet blir relativt låg, medan driftskostnad blir högre än för t ex torkning. Det är framför allt kostnaden för propionsyran som är en stor post. Ju högre vattenhalt spannmålskärnorna har desto dyrare blir metoden, eftersom det krävs större mängder propionsyra ju blötare spannmålen är.



## Lutning

Lutning av hela spannmålskärnor är ett alternativ till syrad spannmål. Lutningen görs enkelt i en fullfodervagn och innebär att natriumhydroxid (kaustiksoda) tillsätts till spannmålen, vilket höjer pH. Rekommenderade doseringar är 3 % i vete och 5 % i korn och havre. De torra granulerna av natriumhydroxid blandas med spannmålskärnorna, varefter vatten tillsätts så att spannmålskärnorna uppnår en vattenhalt på 25 %. Efter detta är det viktigt att den lutade spannmålen får svalna och för att undvika klumpbildning kan det vara bra med omrörning eller omlastning samt att lagringshöjden inte är över en halv meter under det första dygnet. Ungefär ett dygn efter lutningen har spannmålen svalnat så att det går att lägga den i ett planlager. För att förhindra föroreningar bör lagret täckas.

Lutningen gör att nedbrytbarheten hos stärkelsen i vommen minskar. Detta medför en bättre miljö i vommen samt möjliggör högre spannmålsgivor. Dessutom medför lutningen att proteinet får sämre smältbarheten i vommen, vilket får till följd att större andel protein passerar till tunntarmen. Vid lutning sjunker dessutom innehållet av E-vitamin, precis som vid syrabehandling, vilket medför att djuren kan behöva extra tillskott i fodret.

### **Fördelar, nackdelar och kostnader**

Lutad spannmål är något svårt att arbeta med, men eftersom lutningen gör att skalet på spannmålskärnan luckras upp behöver inte spannmålen krossas innan utfodring. Lutning av hela spannmålskärnor är framför allt aktuellt till mindre mängder spannmål och då denna ska utfodras inom tre månader. Vid en längre tids lagring av lutad spannmål ökar risken för att spannmålen ska drabbas av svampangrepp med försämrad hygienisk kvalitet som resultat.

Lutning är dock inte tillåtet om produktionen är ansluten till KRAV, eftersom kaustiksoda inte är tillåtet att använda som tillsatsmedel.

Jämfört med torkning och lufttät lagring har lutning en lägre investeringskostnad, men samtidigt en högre driftskostnad. Kaustiksoda är dessutom något dyrare än propionsyra, vilket gör lutningen något dyrare än syrabehandlingen.





### Hybridmetoden (krossensilering och syrabehandling)

Hybridmetoden är en blandning av krossensilering och syrabehandling. Spannmålskärnorna krossas direkt efter tröskning då kärnorna har en vattenhalt på 20-25 % varefter propionsyra tillsätts. Spannmålen lagras sedan lufttätt i plansilo, slang eller storsäck. Eftersom lagringen ska ske lufttätt är det viktigt att spannmålen packas ordentligt, i plansilo bör tunna lager på 1-2 cm läggas och sedan packas väl. Spannmålshögen täcks slutligen med plastfilm (0,04 cm) och därefter vanlig ensilageplast (0,15 mm). För att hålla lagringen lufttät är det även viktigt med rätt uttagshastighet (minst 10 cm per dag) samt att snittytan är ren.

Hybridmetoden fungerar både för ren spannmål och en blandning av spannmål och proteingrödor. Grödor som lagras med hybridmetoden är dock endast möjliga att utfodra i fullfodersystem eller liknande. Detta medför dessutom att det inte är möjligt att använda grödor som lagrats med hybridmetoden som handelsvara.

Den låga vattenhalten gör att det inte sker någon jäsning, vilket innebär att det inte sker någon ensilering, utan konserveringen bygger på lufttät lagring och propionsyra som förhindrar förluster och tillväxt av mögel. Rekommenderad mängd propionsyra är i dagsläget den samma som vid syrabehandling av hel spannmål, men danska undersökningar pågår för att eventuellt kunna minska mängden propionsyra med 20-30 % (se tabell 3:6).

**Tabell 3:6. Mängd tillsatt propionsyra vid krossensilering**

	Kornets vattenhalt (%)						
	16	18	20	22	24	26	28
<b>Traditionell syrabehandling, 12 månaders lagring</b> (liter propionsyra/ton korn)	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5
<b>Hybridmetoden, 3 månaders lagring</b> (liter propionsyra/ton korn)	4,0		4,5	5,0	5,5		