



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

Ensilering i plansilo



Annica Persson

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **450**

Uppsala 2013

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **450**

Examensarbete, 15 hp

Kandidatarbete

Husdjursvetenskap

Degree project, 15 hp

Bachelor Thesis

Animal Science



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management

Ensilering i plansilo

Ensiling in bunker silo

Annica Persson

Handledare: Thomas Pauly
Supervisor:

Ämnesansvarig: Rolf Spörndly
Subject responsibility:

Examinator: Jan Bertilsson
Examiner:

Omfattning: 15 hp
Extent:

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Course title:

Kurskod: EX0553
Course code:

Program: Husdjursvetenskap - kandidatprogram
Programme:

Nivå: Grund G2E
Level:

Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:

Utgivningsår: 2013
Year of publication:

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 450
Series name, part No:

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>
On-line published:

Nyckelord: Ensilage, packningsteknik, tillsatsmedel, förluster, täckning
Key words:

Abstract

The aim with this literature review is to describe the ensilage process in a bunker silo. The process from harvest and chopping to filling and unloading the silo is explained. The sealing of the bunker silo plays an important role for the final quality of the silage. This review covers some of the techniques used. There are many silage additives on the market, some of them are presented including how they act in the ensilage process. The process is divided into three different phases. Those are the aerobic phase, the storage phase and the feed out phase. This paper will cover what happens in the different phases, where oxygen has an important role. Silage losses during storage and feed out are common. If yeast and clostridia have the opportunity to grow there will be nutritional and dry matter losses in the silage. Means to avoid this are discussed. At last thoughts and opinions about earlier studies and about the use of silage additives and covering materials will be discussed.

Sammanfattning

Syftet med den här litteraturstudien är beskriva hur ensilering i plansilo fungerar i verkligheten, och hur man ska göra för att få ett så bra ensilage som möjligt. Kedjan om hur slåtter på fältet till hackning och inläggning går till beskrivs. Täckning av plansilon är en viktig faktor för hur ensilaget kommer bli. Arbetet tar upp några av de många tekniker som finns. Några av de tillsatsmedel som finns och deras inverkan på ensileringsprocessen presenteras. Ensileringsprocessen är indelad i olika steg, aeroba fasen, lagringsfasen och utfodringsfasen. Arbetet tar upp vad som händer, och varför, i de olika faserna där syrets inverkan har en betydande roll. Om ensileringen skulle bli dålig, exempelvis genom att oönskade mikroorganismer som jäst och klostridier kan få tillfälle att tillväxa, förlorar fodret i näringsvärde och torrsubstans. I diskussionen presenteras bland annat tankar och åsikter om studier som utförts, tillsatsmedlens användning och användningen av täckningsmaterial.

Inledning

På senare år har ensilering blivit ett mer populärt sätt att lagra grödor på i Europa och Nordamerika. Höproduktion är dock fortfarande den mest använda metoden i östra Europa och Nordamerika (Pahlow et al., 2003). Valet mellan hö och ensilage beror mycket på hur klimatet är, om det är risk för regn under skördeperioden är ensilage ett bättre alternativ. Ensilage är också lättare att effektivisera på grund av en högre mekaniseringsgrad än höproduktion. Det är också färre personer involverade i ensilageproduktionen. I länder där det inte går att utfodra djuren med färskt foder året runt är ensilering ett bra alternativ (Pahlow et al., 2003). Ensilage är ett vanligt foder till mjölk- och kött djur, får och hästar utfodras också med det.

Lagring av ensilage sker på många olika sätt till exempel i plansilo, rund- och fyrkantsbal, tornsilo, limpa eller slangsilos. En kombination av olika gräsarter och baljväxter, samt helsädesensilage av stråsäd eller majs är de tre vanligaste grupperna av ensileringsgrödor som används (Slåttner, 2004a). I det här arbetet kommer jag att främst fokusera på ensileringen i plansilo. De har många fördelar genom att de har låga bygg- och underhållskostnader, har stor lagringskapacitet och går snabbt att fylla (Berger, 2005). Plansilos har även en högre säkerhet jämfört med tornsilo eftersom risken att andas in hälsovådliga gaser, t.ex. CO och CO₂, är större i en tornsilo eftersom det inte är naturligt ventilerat (Savoie & Jofriet, 2003; Slåttner, 2004c).

Ett dåligt ensilage kan innebära en sämre ekonomi för många lantbrukare. Om djuren får ett ensilage som smakar dåligt och som påverkar deras foderintag negativt, finns risken att de måste fodras med mer kraftfoder. För mycket kraftfoder kan rubba miljön i våmmen och riskera att de blir sjuka i till exempel acidosis (Sjaastad et al., 2010).

Det finns många olika tekniker för hur en plansilo kan fyllas och sedan täckas. Några av dessa kommer att tas upp i det här arbetet. Även några av de förluster som kan komma med en dålig täckning kommer att behandlas, samt när ensilaget är som mest känsligt för syrekontaminering.

Många lantbrukare jobbar långa dagar när det är dags för ensilageskörd. När sedan all gröda är inne i silon och det är dags att täcka kanske det görs lite för snabbt och slarvigt beroende på trötthet. Men om de lägger ner lite mer tid på täckningen kommer det att löna sig eftersom det då blir mindre risk för dåligt ensilage. Då slipper de lägga många timmar på att ta bort otjänligt ensilage under resten av året.

I den här litteraturstudien kommer jag att redogöra dels för hur ensilering i plansilo går till och dels hur man bör göra för att få en så bra ensilagekvalitet som möjligt.

Ensilering i plansilo

Ett bra ensilage ska ha bra nutritionell kvalitet vilket innebär att det ska vara anpassat till djurens foderintag och näringsbehov. Grödor som används till ensilering har olika halter av socker i sig både beroende på art och mognadsstadium. Ju mognare grödan är desto lägre sockerhalt har den vanligtvis (Sundberg et al., 2000). Dessutom är det viktigt att det har en god hygienisk kvalitet. När fermenteringen varit dominerad av mjölksyrabakterier, fritt från både mögel och klostridier och när det endast varit låga näringsförluster under lagringen blir ensilaget väljäst, smakligt och lagringsstabilt. Ett lagringsstabilt ensilage tål att exponeras för syre i ungefär fyra till fem dagar utan att jäst tillväxer så mycket att ensilaget blir märkbart varmt (Pauly, 2013 personligt meddelande).

Skörd, inläggning och packning

När det är dags för skörd slås grödan vanligtvis med någon typ av slåtterkross, antingen en som bogseras bakom traktorn eller en självgående. Den skär av stråna som sedan bearbetas genom att de går genom valsar eller slagor innan grödan läggs i sträng bakom maskinen. Vissa slåtterkrossar kan också bredsprida strängarna för snabbare torkning. Genom att grödan krossas blir den mjukare och går lättare att packa. Det är viktigt att inte slå grödan med för kort stubb eftersom det då kan komma jord i strängen. Jord innehåller oönskade bakterier, främst klostridier. Tidpunkten för när grödan är som bäst att ensilera och har ett bra näringsinnehåll är när gräset precis ska sätta ax och när baljväxter ska sätta knopp. Detta är viktigast inför förstaskörden eftersom värdena förändras snabbt. Inför en andra skörd är det inte lika viktigt eftersom vallen inte utvecklas lika snabbt. När grödan ska bärgas från skiftet ska den hackas eller skäras för att få förbättrade packningsegenskaper. I hackningen frigörs det växtsaft som innehåller näring till mjölksyrabakterierna. Detta gör att ensileringprocessen startar snabbare. När grönmassan läggs in i plansilo är det vanligast att det hackas med exakthack. Ju äldre och därmed grövre grönmassan är desto finare behöver det hackas, detta för att porositeten ska bli så låg som möjligt. Däremot har man i Sverige sagt att ensilaget inte ska hackas kortare än två cm eftersom det kan göra att kornas behov av grovfoder inte tillgodoses (Slåttner, 2004b). Sedan körs grönmassan till gården där det tippas framför silon och en lastartraktor börjar inläggningen och packningen (Sundberg et al., 2000).

För att förhindra att syre tränger in i ensilaget under inläggningen är det viktigt att ensilaget har hög densitet. Om ensilaget håller en ts-halt på 30 % är ett bra målvärde för densiteten 195 kg ts/m³ (Honig, 1987). Vid hög densitet minskar risken för varmgång. Ju högre densitet ensilaget har desto svårare blir det för syre att tränga in i grönmassan. Detta minskar respirationen hos växterna och de aeroba mikroorganismerna och i förlängningen foderförluster. Silons kapacitet ökar också vid hög densitet vilket leder till billigare lagring per viktenhet. Torrsubstanshalten (ts-halten) och densiteten påverkar porositeten i ensilaget. När ts-halten är hög ökar porositeten och vid ökad densitet minskar porositeten. Ju mer poröst det är desto mer syre kan ta sig in i silon. Det bidrar till förluster vid lagring och utfodring (Bolton & Holmes, 2013).

Densiteten påverkas av packnings- och inläggningsteknik. En vedertagen metod för att få en god packning är att börja längst in i silon i en kilform längs bakre kanten och golvet, och lägga grönmassan i lager om cirka 15 cm på varandra. Varje lager ska packas väl innan nästa läggs på. Packningen blir effektiv om en tung traktor med lastare och enkeldäck används. (Bolton & Holmes, 2013). För att få ett bra packningsresultat körs traktorn med låg hastighet spår vid spår eller helst med överlappande spår över silon (Sundberg et al., 2000; Bolton & Holmes, 2013).

Tillsatsmedel för ensilering

Tillsatsmedlen gör att mjölksyrabakterierna i silon gynnas så att ensileringen kommer igång snabbt och att tillväxt av oönskade mikroorganismer förhindras. Detta används när grödan själv inte innehåller tillräckligt med socker för mjölksyrabakterierna att växa av eller om det är för få eller ineffektiva mjölksyrabakterier på grödan. Fördelarna med tillsatsmedel är att det går att få ett bra ensilage även om förutsättningarna inte varit optimala, t.ex. vid regn eller vid misstanke av låga sockerhalter. Däremot kan vissa tillsatser vara farliga att hantera, som t.ex. koncentrerad, obuffrad myrsyra (85 %). Det finns olika typer av tillsatsmedel; kemiska, näringsberikande och biologiska. Målet med tillsatsmedlen är bland annat att minska näringsförluster, de ska vara säkra att hantera, öka den hygieniska kvaliteten på ensilaget och att lantbrukaren ska vinna på att använda tillsatsmedlet genom att djurens produktion höjs (Henderson, 1993; Sundberg et al., 2000).

I en studie gjord av Randby (2000) där effekter av syrabaserade tillsatser på blöta gräsgrödor under olika ensileringsförhållanden undersökts tar hon upp laborationssilos. Hon nämner att studier gjorda i laborationssilor ofta har mer fördelaktiga förhållanden än silor ute på gårdar. Antagligen beror detta på den snabba inläggningen och täckningen av försökssilor jämfört med att det ofta tar flera dagar för en stor silo. Därför gjordes täckningen både direkt efter inläggning och efter 24 timmar. Enligt Randby underdoseras ofta tillsatsmedel ute på gårdar, därför gjordes experimentet dels genom att följa rekommenderad dos och dels genom att halvera den. Hon fick fram att när silorna täcktes direkt blev ensileringen bättre än vid försenad täckning. Doseringen av syra hade inget konsekvent samband med etanolproduktionen i ensilaget. Däremot kunde en positiv korrelation mellan doseringen av syra och sockerhalt påvisas när silon täcktes direkt. Denna koppling fanns inte om täckningen fördröjs 24 timmar.

Tillsatsmedel har olika pris beroende på vilket preparat det är. Kemiska ensileringsmedel kostade år 2010 mellan ca 12 och 16 öre/kg ts om man ensilerade vid 30 % ts i plansilo. Bakteriepreparat har ett lägre pris, mellan 5 och 10 öre/kg ts. Sedan tillkommer kostnader för exempelvis applicering i grönmassan och tillredning av medel (Spörndly, 2010).

De kemiska tillsatsmedlen delas in i organiska syror och salter av syror. De vanligaste organiska syror är myrsyra och myrsyrablandningar med propionsyra, de gör att pH-värdet i silon sänks och att växternas cellandning slås ut (Sundberg et al., 2000). Genom att tillsätta en stark syra (som t.ex. myrsyra) hämmas både cellandningen i växterna som förbrukar socker samt de flesta mikroorganismerna. Det har till följd att nästan allt socker står till mjölksyrabakteriernas förfogande. Ensileringsprocessen fortgår tills det finns så mycket laktat att mjölksyrabakterierna har inaktiverat sig själva pga. det låga pH-värdet eller tills sockret tagit slut för mjölksyrabakterierna (Pauly, 2013 personligt meddelande). De organiska syror gör också att oönskade mikroorganismer såsom klostridier har det svårt att växa till i silon. Klostridier är särskilt aktiva vid låg torrs substanshalt, < 30 % (Sundberg et al., 2000). En rekommenderad dos av myrsyra ligger mellan 3-5 liter/ton (Randby, 2000).

Genom att tillsätta myrsyra till grönmassan kan man förhindra bildning av smörsyra, hämma nedbrytningen av proteiner och begränsa koldioxidproduktionen (Weissbach et al., 1977). Myrsyra hämmar tillväxt av de flesta bakterier som till exempel klostridier. Det används främst på ensileringsgrödor med låg ts-halt, < 35 % (Sundberg et al., 2000). Myrsyra slår mot alla typer av bakterier, även mjölksyrabakterierna, därför tar det lite längre tid innan de har återhämtat sig och kan börja sänka pH genom mjölksyraproduktion (Spörndly, 2000). Myrsyra (85 %) är starkt frätande och kan tas upp av huden och orsaka förgiftning (giftinformation.se).

Till skillnad mot myrsyra är Kofasil Ultra inte frätande, pH-värdet ligger mellan 8,0 och 9,5 (Addcon, 2013). De verksamma ämnena är natriumnitrit, hexametylentetraamin, natriumbenzoat och natriumpropionat. Medlet skyddar mot svampar och klostridier. Genom att nitrit, i sur miljö, övergår i gasform får man en bra fördelning i grönmassan och därmed en bra effekt mot klostridier (Sundberg et al., 2000).

De näringsberikande tillsatsmedlen som till exempel melass och betför kan hjälpa till att höja halten lättlösliga kolhydrater. Näringsberikande medel är ofta dyra eftersom man måste tillsätta så stor mängd av det, 3-6 liter/ton (Pauly, 2013 personligt meddelande).

Melass kan tillsättas vid ensilering av grödor med låg sockerhalt för att ge extra näring till mjölksyrabakterierna. Det innehåller runt 700 g/kg ts vattenlösliga kolhydrater (Mc Donald et al., 2011). Melass kan också tillsättas för att öka densiteten i grönmassan eftersom den fyller ut de små luftutrymmen som kan bildas vid packning genom att den har en klistrande effekt (Spörndly, 2000). Däremot måste grödorna förtorkas till ca 30 % ts, annars kommer melassen att lösas upp och näringsämnena rinner bort tillsammans med pressvattnet. Mängden tillsatt melass i grönmassan ska ligga mellan 30 och 100 kg/ton vallfoder beroende på ts-halten hos grödan. Om grönmassan är blötare 30 % ts kan istället betför användas eftersom det suger upp vätskan, vilket kommer ge mindre pressvattenförluster. Samma dosering som för melass kan användas (Sundberg et al., 2000). En risk med användning av melass är om ts-halten är för hög eftersom det då inte går åt så mycket socker för mjölksyrabakterierna. Då kan istället jästbakterier använda sockret och då bildas etanol vilket vid avdunstning leder till energiförlust (Pauly, 2013 personligt meddelande).

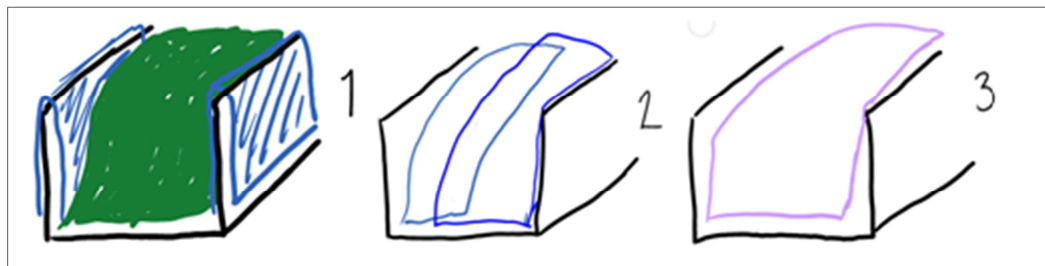
Mjölksyrabakterier finns naturligt på samtliga ensileringsgrödor. Halten av mjölksyrabakterier på grödorna är ofta lägre på våren än senare på säsongen (Pauly, 2013 personligt meddelande). I dessa fall kan bakterier tillsättas för att snabbare få igång mjölksyrabildningen vilket ökar pH-sänkningens hastighet. Mjölksyrabakterier kan dock inte sänka pH-värdet om det inte finns tillräckligt med socker. Ett lågt pH-värde gör att stabiliteten i silon ökar vid ensilering. Ofta är dessa medel torra pulver med frystorkade mjölksyrabakterier som blandas

ut med vatten innan de kan användas. Det finns olika typer av mjölksyrabakterier. De homofermentativa bildar endast mjölksyra och de heterofermentativa bildar mjölksyra och ättiksyra. Ättiksyran bidrar till ett mer lagringsstabil ensilage då silon har öppnats (Spörndly, 2010). Mjölksyra ger inget bra skydd mot tillväxt av svamp. Därför är det viktigt att göra en bra inläggning, genom väl utförd packning och täckning, av grönmassan och att materialet är sönderdelat, exempelvis genom exakthackning av gräset. Då kommer medlet ge låga pH-värden. Grödor där dessa biologiska tillsatsmedel används får inte heller ha för låg ts-halt. Om ts-halten ligger under 25-30 % bildas det pressvatten som kan föra bort näringsämnen ur fodret (Sundberg et al., 2000). I låga ts-halter finns det höga tal av oönskade bakterier som tillväxer snabbt. Detta gör det svårare för mjölksyrabakterierna att konkurrera ut dem (Svensson, 2013).

Flera av dessa medel har olika effekt och är verksamma mot olika mikroorganismer. Det är därför inte givet att det går att byta ut dem mot varandra (Pauly, 2013 personligt meddelande).

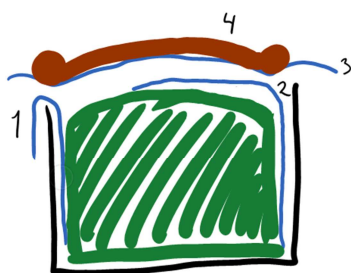
Täckning och täckningstekniker

Enligt Honig (1991) är det bästa sättet att täcka en plansilo (se figur 1) att lägga plast 1-2 meter ner längs silons väggar (beroende på silons höjd och väggarnas kondition). Om väggarna är av trä eller med sprickor i betongen ska plasten nå ner till golvet (1). När silon sedan har fyllts läggs båda sidofolier med överlappning in över gräset (2) innan den sista täckplasten läggs ovanpå (3). Täckplasten ska gå upp lite mot siloväggen och fixeras med grussäckar (4) så regnvattnet inte kan tränga ner i ensilaget.



Figur 1: Täckningsprincip enligt Honig, 1991.

När silon är färdig täcks den översta plastfolien med sand, se figur 2.



Figur 2: Principskiss på hur lagren ser ut med täckning.

Plastfolie är det vanligaste täckningsmaterialet till plansilos. Den är för det mesta gjord av polyetylen och är mellan 150 och 200 μm (0,15 och 0,20 mm) tjock (Savoie, 1988). Platen måste uppfylla fyra krav för att fungera på ett bra sätt. Dess mekaniska struktur måste tåla nederbörd i form av regn, hagel och snö så näring inte rinner ut tillsammans med vattnet. Den måste också så långt som möjligt vara tålig mot de skador som djur kan orsaka, så som rispor

av fågelklor, gnagare och att vilda djur tar sig upp i silon. Plastfolien måste garantera att den anaeroba miljön hålls genom att inte släppa in eller ut för mycket gaser, främst syre och koldioxid. Den bör vara tillräckligt motståndskraftig mot UV-strålning (ultraviolet) för att tåla att utsättas för solljus och får inte bli skör (Bernardes, et al., 2009). Svensk P-märkt plastfolie innehåller alltid ett skydd mot UV-strålning (Pauly, 2013 personligt meddelande).

Att täcka plansilon på ett bra sätt är viktigt för att den anaeroba miljön ska bibehållas under hela lagringsperioden. Det finns två viktiga anledningar till att täcka plansilon. Den första är att förhindra att nederbörd ska skölja bort organiska syror och andra vattenlösliga ämnen från fodret eftersom det innebär en energi- och näringsförlust. Den andra orsaken är att förhindra att syre ska tränga ner i silon så aeroba mikroorganismer kan börja bryta ner fodret och orsaka näringsförluster (Holmes, 2006).

Borreanni et al. (2007) har gjort en studie på en ny plastfolie, oxygen barrier (OB), som är 125 µm tunn och läggs närmast grönmassan. De jämförde den med vanlig polyetylenplast (ST) genom att de delade silon på mitten längs med långsidan och täckte halvorna med respektive plast. De fick fram att sidan där OB-plasten varit hade lägre pH-värde, ts-förlusterna minskade 3,7 gånger och ensilaget som täckts med OB-plasten var mer stabilt jämfört med sidan som täckts med ST-plasten. Den här plasten är alltså bra om inte tillräcklig mängd ensilage tas ut ur silon varje dag.

Det finns olika material att täcka plastfolien med. Bolton & Holmes (2013) har sammanställt några av de material som används för att fixera täckplasten med; däck, jord, sand eller sågspån. För att täcka laboratoriesilos har även äppelmos och jordnötsmör testats men utan goda resultat (Savoie et al., 2003). Ytterligare ett alternativ är att inte täcka silon alls, vilket ibland tillämpas i stora plansilos för produktion av biogas. Det leder dock till ett upp till 60 cm djupt skikt med ruttet ensilage och för med sig betydande energiförluster (Pauly, 2013 personligt meddelande).

Enligt en studie av Johansson (2008) tyckte de flesta lantbrukare att det är bäst att täcka silon med plastfolie och sand. Det ger ett bra ytskydd och väger ner plastfolien jämnt över hela ytan. Lantbrukarna tyckte att nackdelar med sand kan vara att det är tungjobbat och att det lätt försvinner i exempelvis slänter vid nederbörd. Vid avtäckning kan den vara blöt och under vintertid kan den frysa till tunga block.

Att väga ner plasten med däck är en vanlig metod för att förhindra luftintrång (Mc Donell & Kung, 2006). Däcken gör bäst nytta om de läggs sida vid sida över hela siloytan och utgör då en bra fixering av plasten. Att täcka silon med plast och däck kräver att många kan hjälpa till med arbetet. Ensilage som enbart täcks med däck ovanpå plasten har inte lika bra mekaniskt skydd mot trampskador som plast som täcks med sand (Lanyon et al., 2004).

Många lantbrukare känner berättigat motstånd mot att täcka plastfolien med ett lager jord. De tycker att det är för stor risk att ensilaget blir kontaminerat om det skulle komma stora mängder nederbörd som spolar ner jorden i ensilaget (Bernardes, et al., 2009).

En studie av Henderson & Mc Donald (1974) jämförde täckning direkt med täckning efter tre dagar. Den visade att ytlagret i silon påverkades negativt av den försenade täckningen genom att en stor del av proteinet bryts ned och socker oxideras, vilket ledde till en temperaturökning och förändring i bakteriefloran. Vid höga proteinnivåer produceras mycket ammoniak, vilket leder till att syror neutraliseras och pH-värdet höjs. Med ökat pH-värde kan också klostridiebakterier bli aktiva. Om klostridiebakterierna får fäste i ensilaget kommer koldioxid och vätgas att förloras. Koldioxid innehåller inte så mycket energi, det gör däremot vätgas och

då kan energiförlusterna bli betydande (Pauly, 2013 personligt meddelande). När klostridier förbrukar 2 mol laktat bildas det buturat, två mol koldioxid och två mol vätgas som ger en energiförlust på 18,4 %. Enterobakterier som förbrukar 1 mol glukos ger ättiksyra, etanol, två mol koldioxid och två mol vätgas som ger en energiförlust på 16,6 % (Mc Donald et al., 1991).

I en studie av Sundberg et al. (2012) undersöktes hur korta inläggningsavbrott påverkade ensilagekvaliteten. De kom fram till ensilagens kvalitet och ekonomiska värde påverkas redan efter fem timmar i aerob miljö. Därför rekommenderar de en snabb provisorisk täckning vid uppehåll under inläggningen.

Ensileringsfaser

Aeroba fasen

Under inläggningen är miljön i silon aerob, men syret förbrukas snabbt av växternas respiration och av aeroba mikroorganismer under bildning av koldioxid (Savoie & Jofriet, 2003). I en studie gjord av Sprague (1974) mättes syrehalten i plastsilos fyllda med lucern. Han kom fram till att 90 % av syret hade försvunnit inom 15 minuter och 30 minuter efter täckning fanns det 0,5 % syre kvar i ensilaget med en ts-halt på 23,7 %. I ett ensilage där ts-halten var 37,2 % hade växternas cellandning gjort slut på syret efter 22 timmar.

Huvudfaktorerna som bestämmer ensilagens densitet är ts-halten, fodrets hackselängd, packningsmaskinernas vikt och tjockleken på grönmassaskiktet under inläggningen (Honig, 1991; Holmes & Muck, 2002). Den stora förlusten av torrsubstans sker på grund av aerob mikrobiell aktivitet (Bolsen et al., 1993). När syret i silon har tagit slut dör växtcellerna, då är det bara bakterier och svampar som kan bryta ner organisk substans i koldioxid och vatten ifall det läcker in syre någonstans (Pauly, 2013 personligt meddelande).

Lagringsfasen

Fermenteringsprocessen av grönmassan tar ungefär två veckor (Bolton & Holmes, 2013). En anaerob lagringsperiod på åtta veckor rekommenderas för att svamparna ska hämmas tillräckligt. Det är viktigt att jäst och mögel hämmas under lagringsfasen så de blir så få som möjligt genom att se till att syre inte läcker in i silon. Då minskar man antalet svampar till en ofarlig nivå till dess att silon öppnas (Pahlow & Hünting 2012.). Svamparna hämmas om packning och täckning av silon har utförts på ett korrekt och noggrant sätt.

Om det blir aerob miljö i silon kan det leda till tillväxt av oönskade mikroorganismer. Bakterier som enterobakterier och klostridier bildar ammoniak när de bryter ned aminosyror. Det leder till att pH-värdet stiger, vilket gör att de syrakänsliga organismerna kan börja växa (Sundberg et al., 2000).

Detta kan medföra att det blir mögeltillväxt i de översta lagren i silon. Ensilaget kan också bli mer instabilt och ta värme vid utfodring om det har varit aerob miljö under lagringstiden. Varmgång i ensilaget beror på att de aeroba mikroorganismerna förökar sig under lagringstiden när syre finns tillgängligt. De oxiderar kvarvarande socker, mjölk- och ättiksyra, och etanol. När bakterierna blivit tillräckligt många kommer värmen som avges vid oxidationen bli så hög att man märker skillnad i temperatur. Detta medför också en ökning av pH-värdet eftersom de buffrande syrorna försvinner (Pahlow et al., 2003).

Jäst kan växa både aerobt och anaerobt, men om det är en anaerob och sur miljö kan de bara leva på socker och blir lätt utkonkurrerade av mjölksyrabakterierna. Om det blir aerobt i silon utnyttjar de mjölksyra och socker och de är då okänsliga för syran (Svensson, 2013). Mögel använder sig av samma substrat som jäst för att växa, men måste ha en aerob miljö (Sundberg et al., 2000). Då kan de bilda mykotoxiner, t.ex. aflatoxin och ochratoxin A, som är skadliga för djuren (Bennett, 1987).

Utfodringsfasen

Om ensilaget har lagrats helt anaerobt, dvs. utan luftläckage, tål det att exponeras för syre några dagar och kommer inte att förlora i torrsubstans. Det låga pH-värdet hämmar många organismer men inte jäst och mögel eftersom det är aerob miljö. Om silon öppnas innan grönmassan är färdigensilerad och pH-värdet är så lågt som möjligt kommer ensilaget ha kort aerob stabilitet, vilket gör att de tar värme snabbare. Det är viktigt att ensilaget inte blir liggande för lång tid på foderbordet eftersom det då är större risk för tillväxt av oönskade mikroorganismer (Bolsen et al., 1993). Smakligheten i ett ensilage som inte är färdigensilerat försämras först när det legat aerobt för länge. Det har högre pH och därmed en svagare syrabildning (Bolsen et al., 1993; Pauly, 2013 personligt meddelande).

Det är viktigt att ha bra utrustning vid uttag av ensilaget. Om man använder en blockuttagare eller silofräs blir det skarpa snitt och syre har svårt att ta sig in i silon. Om ensilaget istället rivs ut med en traktorburen grep eller liknande blir ytan mer porös och syre tar sig djupare in. Vid uttagsytan på silon kan luft ta sig in en meter på en vecka i en bra packad silo. Därför är det viktigt att uttagshastigheten och storleken på silon är kompatibla med varandra för att förhindra onödig syreexponering (Honig, 1991).

Förluster

När silon inte täcks med varken plast eller annat material har man sett att torrsubstans förloras ner till ca 67 cm djup i silon. De silos som inte täcktes hade också högre temperatur än de som täcktes direkt. I silos där täckningen gjordes direkt såg man att de innehöll mer torrsubstans och organiskt material än de där täckningen försenades (Bolsen et al., 1993).

Det är för det mesta jäst som startar den nedbrytning som sker vid syreläckage genom att de då förbrukar socker och syror som bildats vid fermenteringen. Det ger en ökning i temperatur och pH-värde på ensilaget (Pahlow et al., 2003). När väl jästen börjat föröka sig kommer andra mikroorganismer som aeroba bakterier och mögel att tillväxa som gör att ensilaget blir dåligt (Muck et al., 2012).

Ibland tror lantbrukare att de inte har så stora förluster eftersom mycket av den mikrobiella nedbrytningen inte syns. De märker det först när det bildats synlig mögel och då kan förlusterna vara uppe i 5 till 20 % av torrsubstansen (Holmes & Muck, 2013).

Ensilaget klarar olika uttagshastigheter beroende på vilken torrsubstans det håller eftersom det vid höga ts-halter är svårare att packa det på ett bra sätt (Bolton & Holmes, 2013).

Protein kan genomgå protolys där proteinet bryts ner till fria aminosyror av växtproteaser. De fria aminosyrorna kan sedan genomgå nedbrytning (desmolys) där de bryts ner till organiska syror, ammoniak och biogena aminer av klostridier, enterobakterier och bacillusarter. Dessa processer gör att det blir förlust av det sanna proteinet och en ökning av koncentrationen av de lösliga ickeproteinfraktionerna. De här faktorerna bidrar till att värdet på fodret minskar och att det kan bildas oönskade substanser till exempel biogena aminer som kan bidra till nedsättning av djurhälsan. Proteinnedbrytning kan minskas genom att se till att externa

faktorer som tillräckligt lågt pH-värde, rätt temperatur och ts-halt i silon uppfylls. Tillräcklig förtorkning och en god fermentering ger också förutsättningar för minskad proteinnedbrytning. Interna faktorer hos växterna kan vara att de innehåller proteinbindande tanniner som skyddar mot nedbrytning (Hoedtke et al., 2010).

Diskussion

I det här arbetet har jag försökt ta reda på hur man ska göra för att få ett så bra ensilage som möjligt. Artiklarna jag har läst visar på att det inte finns någon entydig metod som är rätt och som alltid kommer fungera. Det är många komponenter som ska stämma vid ensilering. Vädret ska vara bra, inte regn men inte heller för soligt eftersom grödan kan torka för mycket på fältet. Om grödan får ligga länge i solen kan den bli för torr och då sjunker ensilerbarheten. Det gör att ensilaget blir poröst och när man öppnar silon blir det problem med varmgång. Detta kan hända om de slåttermaskiner som används är för effektiva jämfört med de som ska transportera in grönmassan till silon. Man hinner helt enkelt inte med och grödan blir liggande kvar på vallen. Om packningen görs med egen traktor och de andra maskinerna är effektiva kan ensilaget bli liggande framför silon. De maskiner som används ska hålla under de dagar då skörden pågår. Om något går sönder kan det leda till att inläggningen fördröjs och då blir grönmassan i silon utsatt för syre under onödigt lång tid.

Om tillsatsmedel används ska de vara anpassade för de förhållanden som råder vid just den förestående skörden. Många lantbrukare kanske köper in samma tillsatsmedel år efter år eftersom det har fungerat bra erfarenhetsmässigt. Det kan göra att medlet är till för att förhindra klostridiesporer men det som hade behövts var för att förhindra svamptillväxt. Om en lantbrukare använder sig av tillsatsmedel är det viktigt att veta att den dosering som används är tillräckligt hög för att ge resultat. Vid underdosering kanske inte medlet kan göra den verkan som behövs och då kostar det bara pengar utan att ensilaget blir bättre. Om dosen som används är för hög blir det onödigt höga kostnader för medlet.

Spörndly (2000) nämner i sin rapport att om man får problem med mögel eller sporer kan det löna sig att tillsätta ett ensileringsmedel. Samma sak om ts-förlusterna minskar med mer 10 % -enheter i ensileringen. Försöken om ensileringsförluster har gjorts på laboratoriesilor så hur resultaten kan appliceras på praktiska förhållanden är ovisst.

Hur täckningen av silon ska göras på bästa sätt är också en fråga med många svar. Det är bevisat att plast ger de bästa förutsättningarna för en aerob miljö i silon. Vad sedan plasten i sin tur täcks med kan variera, och det finns många alternativ att välja bland. Det vanligaste är sand eller däck.

Diskussioner har förts om huruvida man bör använda hela däck eller endast däcksidorna. Lanyon et al. (2004) har beskrivit för- och nackdelar med däckanvändning. Däcken ska läggas sida vid sida för att tynga ner plasten så jämnt som möjligt. Dock är hela däck tunga och otympliga att hantera. Däcksidorna blir lättare och det är bra för lantbrukaren som ska täcka och täcka av silon, men de kommer inte ge ett lika bra tryck på grönmassan. De hela däcken är ju egentligen bättre eftersom de är tyngre, men då får lantbrukaren slita mer. Om detta sätts i relation till att ha jobbat väldigt mycket och intensivt under skördeperioden vill troligtvis lantbrukarna ha så lätta däck som möjligt att jobba med.

Att täcka silon med sand är en annan metod som används. Tyngden av sanden kommer vara jämnt utspridd över siloytan och då ge ett jämnt tryck på grönmassan under plasten. Sanden ger också ett extra skydd för plasten eftersom den håller att gå på och skyddar bättre mot exempelvis fåglar. Om korna på gården kommer lösa kan de komma på att gå upp på silon.

Då är det bra om den är täckt med sand istället för däck eftersom de kan fastna i däcken och punktera plasten. Är bara sandlagret tjockt nog elimineras båda dessa risker.

Om man har lagt mycket gräs i silon så att det blivit en rygg på silon kan det vara svårt att få sanden att ligga kvar. Då tycker jag att en kombination av sand och däck kan vara en lösning. Då kan däcken läggas längs med ryggen och sedan läggs sand i däcken så det blir extra tryck och sanden ligger kvar.

Det finns både för- och nackdelar med att täcka plasten med material som djuren kan äta, exempelvis halm. Om silorna står för sig själva utan att ha gräsbevuxna jordvallar på någon kant kan det vara ett praktiskt möjligt alternativ. Då slipper lantbrukaren slita med att plocka bort däck eller skyffla bort sand. Men om de är byggda med vallar på någon sida kan det finnas risk för att råttor och möss tar sig upp på silon och äter och bygger bo och skadar plasten. Detta kan göra att syre tränger ner i ensilage, som då ruttnar. Eftersom råttor och möss inte gärna går på öppna platser hjälper det att hålla så rent som möjligt runt silons kanter.

Eftersom det används mycket plast i lantbruket för att på olika sätt täcka ensilage har jag funderat på hur miljön påverkas av det. Svensk Ensilageplast Retur AB (SvepRetur) är ett företag som samlar in använd ensilageplast i Sverige. Deras mål är att samla in 70 % av plasten som används på lantbruken. Minst 30 % av den insamlade plasten ska gå till materialåtervinning och resten till energiutvinning i form av värme och el. Det finns olika sorters plast, till exempel sträckplast till balar och täckplast till plansilo. Dessa måste separeras på gården. Plasten ska vara så torr och ren som möjligt och fri från främmande föremål. 2012 lämnade svenska lantbrukare in ca 17 000 ton plast varav ca 90 % gick till materialåtervinning (Svepretur, 2013). Man skulle kunna tolka den höga materialåtervinningsgraden som att lantbrukarna tar miljöpåverkan på allvar, då den insamlade plasten varit så väl sorterad och ren att 90 % kunnat materialåtervinnas. År 2009 konsumerades 15 643 ton plast och av det gick 88 % till materialåtervinning (naturvårdsverket, 2013).

Många lantbrukare jobbar väldigt intensivt vid ensilageskörden och när sista lasset är inne och det är dags att täcka, hur hög är arbetsviljan då? Lantbrukarna känner säkert sina vallar väl och vet hur mycket gräs de ger och ungefär hur lång tid det tar att skörda. Då kan de veta ungefär när på dagen de ska börja för att få in sista lasset under dagtid. Däremot kan det ju hända oförutsedda saker, som att det är mer eller mindre gräs i strängarna än vad man trott eller om något skulle gå sönder. Då kan tidsplaneringen spricka och ta längre eller kortare tid än vad man beräknat. Om sista lasset kommer in på kvällen kanske inte lika många väljer att täcka direkt. Men om lantbrukaren vet hur viktigt det är och vad som kan tjänas under året, i form av bra djurfoder, ser de nog till att det finns både folk och material som underlättar täckning i mörker.

I många av rapporterna jag läst har studier utförts i små försökssilor. Jag har funderat på hur bra resultat det ger i förhållande till ensileringar som görs ute på gårdarna. En försökssilo är mycket mindre än en i gårdsstorlek och då går det fortare att fylla den. Det är också lättare att packa till grönmassan, och om det görs inomhus så finns det ingen risk för regn i den. Skulle man kunna göra försöken mer realistiska på något sätt? Kanske genom att fylla försökssilorna proportionerligt mot de gårdsstora. Exempelvis genom att packa i lager som är nedskalade och motsvarar de 15 cm som anges i rapporten av Bolton & Holmes (2013). Detta skulle ta längre tid, och kanske motsvara den tid det tar att fylla en gårdssilo. Under inläggning och packning i en gårdssilo är gräset exponerat för syre längre tid än i laborationssilorna. Detta kan påverka resultatens giltighet.

Slutsats

Efter att ha gjort den här litteraturstudien förstår jag den komplexiteten som finns i ensilering. Det finns inte bara ett sätt som är det rätta, och det är många faktorer som är avgörande. Men vissa moment är särskilt viktiga för att få en god ensilagekvalitet:

- Kort hackning för att kunna packa väl och minska porositeten och därigenom förhindra varmgång när silon öppnas.
- Använda sig av tillsatsmedel som förhindrar tillväxt av oönskade mikroorganismer.
- Försluta silon så snabbt som möjligt och täcka den med sand och/eller däck för att pressa ihop plastfolielagren och förhindra att syre tränger ner i ensilaget.

Litteraturlista

- Addcon Maj 2013. <http://www.astiongroup.com/en/enKofasilUltra.html>
- Bennett, J.W. 1978. Mycotoxins, mycotoxicoses, mycotoxicology and mycopathologica. *Mycopathologica* 100, 3-5
- Berger, L.L., 2005. Covering Bunker Silos. Tri-State Dairy Nutrition Conference, Indiana, USA 2-3 maj. 2005
- Bernardes, T H. do Amaral, C R. och Nussio, L G. 2009. Sealing strategies to control the top losses in horizontal silos (eds. M. Zopolatto, G.B. Muraro, L.G. Nussio), Symposium on Forage Quality & Conservation, São Pedro, Brazil. www.silagesymposiumbrazil.com; ISSN 2175-4632
- Bolsen, K.K., Dickerson, J.T, Brent, B.E., Sonon, R.N., Dalke, Jr. B.S., Lin, C. Boyer, Jr. J.E. 1993. Rate and extent of top spoilage in horizontal silos. *Journal of Dairy Science* 76, 2940-2962.
- Bolton, B., Holmes, B.J. Maj 2013. Management of bunker silos and silage piles <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/mgmt-bunkers-piles-bjh2.PDF>
- Borreani, G., Tabacco, E., Cavallarint, L. 2007. A new oxygen barrier film reduces aerobic deterioration in farm-scale corn silage. *Journal of dairy science* 90, 4701-4706.
- Giftinformation. Maj 2013. <http://www.giftinformation.se/AlphaList.asp?ArticleID=11448&CategoryID=6289&pDisplayType=0>
- Henderson & Mc Donald 1974. The effect of delayed sealing on fermentation and losses during ensilage. *J. Sci. Fd Agric* 26, 653-667.
- Henderson, N 1993. Silage additives. *Animal feed science and technology* 45, 35-56.
- Hoedtke, S, Gabel, M, Zeyner. 2010 Protein degradation in feedstuffs during ensilage and changes in the composition of the crude protein fraction. *Übersichten zur Tierernahrung* 38, 157-179.
- Holmes, B. 2006 Bunker silo cover alternatives. Focus on forage 1.
- Holmes, B J., Muck, R. E. Maj 2013. Preventing silage storage losses. <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/prevent-silage-storage7.PDF>
- Honig, H. 1987. Influence of forage type and consolidation on gas exchange and losses in silo. Summary of papers, 8th Silage Conference, 51-52. Hurley, UK.
- Honig, H. 1991. Reducing losses during storage and unloading of silage. In Forage conservation towards 2000. (eds. G. Pahlow, H. Honig.), 116-136. Braunshweig, Germany.
- Johansson, P. 2008. Täckning av plansilo. Sveriges lantbruksuniversitet, Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskapliga fakulteten, Lantmästarprogrammet. Examensarbete.
- Lanyon, L.E., Garthe, J., Heinrichs, A.J. Maj 2013. Reducing mosquito breeding sites when using waste tires as anchors for bunker silo covers www.extension.psu.edu/pubs/uc185
- McDonald, P., Henderson, N., Heron, S. 1991. The biochemistry of silage. 241-244. Chalcombe publications, UK

- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L. A. Wilkinson, R.G. 2011. *Animal Nutrition*. Prentice Hall, UK.
- Muck, R.E., 2012. Microbiology of ensiling. In: *Proceedings of the XVIth International Silage Conference* (eds. K. Kuoppala, M. Rinne, A. Vanhatalo.) 75-86. Hämeenlinna, Finland.
- Naturvårdsverket. Maj 2013.
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6482-2.pdf>
- Pahlow G., Hünting K. 2012. Gärungsbiologiske Grundlagen und biochemische Prozesse der Silagenbereitung (Principles and biochemical processes of silage fermentation). In: *Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung*, 73-82. DLG-Verlags GmbH, Frankfurt, Germany.
- Pahlow. G, Muck. R. E, Driehuis. F, Oude Elefrink, S. J. W. H, Spoelstra. S. F. 2003. Microbiology of ensiling. In: *Silage science and technology* (eds. D.R. Buxton, R.E. Muck, J.H. Harrison) 31-77. Wisconsin, USA.
- Pauly, T. April-Maj 2013. Personligt meddelande. Forskare, Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala
- Randby, Å.T. 2000. The effect of some acid-based additives applied to wet grass crops under various ensiling conditions. *Grassland and Forage Science* 55, 289-299.
- Savoie, P., Jofriet, J. 2003 Silage storage In: *Silage science and technology* (eds. D.R. Buxton, R.E. Muck, J.H. Harrison) 405-467. Wisconsin, USA
- Savoie, P. 1988 Optimization of plastic cover for stack silos. *Journal of Agriculture Engineering Research* 41, 65-73. Québec, Canada
- Sjaastad ØV, Sand O & Hove K. 2010. *Physiology of Domestic Animals*. 2nd edition. Oslo: scandinavian Veterinary Press. 804
- Slåttner, D. 2004a Grödor. <http://ensilagenytt.se/grodor.htm>
- Slåttner, D 2004b Ensilage som foder. http://ensilagenytt.se/ensilage_som_foder.htm
- Slåttner. D 2004c Tornsilo. <http://ensilagenytt.se/tornsilo.htm>
- Sprague, M.A. 1974 Oxygen disappearance in alfalfa silage. Organizing committee XII international grassland congress, 216-225 Moscow, Russia.
- Spörndly, R. 2010. Om tillsatsmedel i ensileringen. Djurhälso- & Utfodringskonferensen. Svensk mjölk.
- Spörndly, R. 2000. Foderkonservering.
http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/utan_serietitel_sjv/UST00-04/UST00-04F.HTM
- Sundberg, M., Emanuelson, M., Lingvall, P. 2000. Kvalitetssäkrad mjölkproduktion – Ensilering av vallfoder.

Sundberg, M. Pauly, T. Spörndly, R. 2012 Inverkan av korta inläggningsavbrott på ensilagekvalitén i plansilor – Modellförsök. Rapport 407, Lantbruk & Industri. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala

Svensk ensilageplast Retur AB (svepretur). Maj 2013. <http://www.svepretur.se/1/1.0.1.0/2/1/index.php>

Svensson, E. Svensk mjölk. Ensilering. Maj 2013.

<http://www.svenskmjolk.se/Mjolkgarden/Foder/Fodermedel/Vall-och-bete/Ensilering/#.UYd1baK-2Sp>

Wiessbach, F., Hein Ehrengard., Schmidt L. Studies regarding the effects and the optimal dosis of fomme acid in ensiling high-protein forages. 1977. Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf/Rostock, Bereich Tierernährung, der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik, GDR

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida www.slu.se.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website www.slu.se.

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 Uppsala
Tel. 018/67 10 00
Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-varld

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Nutrition and Management
PO Box 7024
SE-750 07 Uppsala
Phone +46 (0) 18 67 10 00
Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-management*