



Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Hur påverkar bakteriella tillsatsmedel ensilagetets kvalitet och produktionsförmåga?

Johanna Friman



Examensarbete för kandidatexamen, 15 hp

Agronomprogrammet – Husdjur

Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård, **580**

Uppsala 2016



Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Hur påverkar bakteriella tillsatsmedel ensilagets kvalitet och produktionsförmåga?

How does bacterial additives affect silage quality and production capacity?

Johanna Friman

Handledare: Thomas Pauly, SLU, Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård

Examinator: Rolf Spörndly, SLU, Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0553

Program: Agronomprogrammet - Husdjur

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2016

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 580

Omslagsbild: Johanna Friman

Nyckelord: L. Buchneri, heterofermentativ, homofermentativ, mikroorganismer, LAB

Keywords: L. Buchneri, heterofermentative, homofermentative, microorganisms, LAB

Innehållsförteckning

Abstract	1
Sammanfattning	1
Inledning	1
Huvudtext	2
Ensilering	2
Mikroorganismer	3
Mjölksyrabakterier	3
Enterobakterier.....	4
Klostridier.....	4
Jäst och mögel	4
Tillsatsmedel	5
Bakteriella	5
Kemiska	6
Ensilagekvalitet	6
Vad är god kvalitet?	6
Hur påverkar tillsatsmedel ensilagekvalitet?	7
Hur påverkas foderintaget?	8
Diskussion	9
Slutsats	10
Referenser	11

Abstract

Silage is currently one of the most common feedstuff for our livestock. To produce good silage and maintain the quality during the preservation, the farmer has to think about many factors to ensure the quality of the silage and its nutritive value. Additives are usually added to ensure a reduction in pH and aid the ensiling process. The choice of additives depends of the forage properties at harvest and the silage characteristics aimed at. Studies have shown that the heterofermentative LAB's ability to form acetic acid is favourable for the aerobic stability, while homofermentative LAB are more effective when rapid pH drop is desired. A combination of the two characteristics provides an additive with good properties. The additives actual impact on the animals and their production is in the current situation not completely established, but several studies show that the addition of inoculants results in improved animal production characteristics.

Sammanfattning

Ensilage är idag det ett av de vanligaste fodermedlen till våra produktionsdjur. För att producera ett bra ensilage och bibehålla god kvalitet under hela lagringsprocessen måste bonden tänka på flera faktorer för att säkerställa ensilagens kvalitet och dess nutritionsvärde. Tillsatsmedel blir vanligare för att garantera en pH sänkning och god ensilering. Valet av tillsatsmedel beror av grönmassans egenskaper vid skörd och vilka egenskaper slutprodukten ska ha. Studier har visat att heterofermentativa LAB's förmåga att bilda ättiksyra är gynnsamt för den aeroba stabiliteten, medan homofermentativa LAB är mer effektiva när snabb pH sänkning är att önska. En kombination av de båda egenskaperna ger ett tillsatsmedel med goda egenskaper. Tillsatsmedlens faktiska inverkan på djuren och deras produktion är i dagsläget inte helt fastställt, men flera studier visar på att tillsats av bakteriemedel i grönmassan kan ge förbättrade produktionsegenskaper.

Inledning

Idag är ensilage det vanligaste fodermedlet för nötkreatur. Produktion och välmående har visat sig vara positivt korrelerat med foderintag. Samtidigt har man kommit fram till att ensilagekvalité beror av flera faktorer och att det dagliga intaget hänger ihop med dessa (Dulphy & Van Os, 1996).

Ensilagens slutliga kvalitet beror av flera faktorer. Torrsubstans, kolhydrater och skördetid påverkar alla hur bra ensileringen kommer gå. En av de svåraste faktorerna för att kunna avgöra det slutliga resultatet är den epifytiska mikrofloran. Vilka mikroorganismer man får med sig från fält påverkar i mångt och mycket hur ensileringen kommer gå och även valet av tillsatsmedel för att motverka negativa effekter av oönskade organismer (Pahlow et al., 2006).

Tillsatsmedel kan aldrig göra en dålig grönmassa bra, men det kan göra förutsättningarna för att få en god ensilering och en bra slutprodukt bättre (Kung, 2001; Kung & Muck, 1997). Att få ett ensilage som är stabilt under utfodring då grödan åter utsätts för syre är fördelaktigt (Kristensen et al., 2008) då reducerat intag hos djuren ofta ses i samband med att fodret

exponerats under en längre tid för luft/syre (Gerlach et al., 2013). Flertalet studier har gjorts där djurens produktion har ökat i samband med att ensilaget behandlats med bakteriella medel (Kung & Muck, 1997). Anledningen till ökad produktion är ofta svår att fastställa, men anses ofta vara korrelerat med det ökade intaget. Samtidigt finns det studier på djur där intaget inte ökat, men de faktiska produktionsegenskaperna förbättrats. Slutsatsen har blivit att bakteriemedel potentiellt kan ha andra egenskaper, exempelvis probiotiska effekter i våmmen (Weinberg & Muck, 1996).

Syftet med denna litteraturstudie är att klargöra vilka faktorer som avgör ett ensilage av bra kvalitet och hur dess innehåll påverkas av mikroorganismer från fält samt tillsats av bakteriella medel. Kemiska tillsatser kommer att nämnas, men fokuseringen kommer vara kring mjölksyrabildande bakterier och de studier som finns om dessa. Vidare är målet att se hur produktionsförmåga hos djuren påverkas av tillsatsmedel och att försöka finna orsaken till eventuella förändringar hos både djuren och ensilaget.

Huvudtext

Ensilering

Ensileringsprocessen är en kritisk punkt för att få ett foder med hög kvalitet. Det mest avgörande steget uppstår när ensilaget ska lagras, att få en miljö som är helt fri från syre är av yttersta vikt för att undvika tillväxt av oönskade bakterier och mögel i grödan (O'Kiely et al, 2009).

Grödans egenskaper påverkar i stor utsträckning hur lätt- respektive svårensilerad den är. Kemiskt innehåll, växtslag och grad av mognad hos grödan är tre faktorer som är viktiga att ta hänsyn till för att få en lyckad ensilering. En studie av McEniry et al. (2013) visade på att en gröda med en hög koncentration av vattenlösliga kolhydrater (WSC) är lättare att ensilera jämfört med grödor som har lägre WSC koncentrationer. Detta eftersom att mjölksyrabakterier (LAB) använder sig av WSC i sin fermentation och bidrar till att sänka pH. En hög andel tillgänglig WSC är viktigt för att LAB ska kunna producera tillräckliga mängder mjölksyra, och surgöra miljön i önskvärd takt. Däremot styrs syrabildningen av TS-halten i grödan, vilket medför att en hög andel WSC inte alltid är synonymt med snabb LAB tillväxt.

Höga koncentrationer av WSC hittar man i regel i förstaskörden. Däremot har grödan i förstaskörden en lägre andel torrs substans och högre buffertkapacitet, alltså att grödan kan balansera syrabildningen från LAB, vilket i sig skulle kunna leda till att grödan blir svårensilerad och miljön görs gynnsam för oönskad bakteriell tillväxt, (McEniry et al. 2013).

Fyra faser av ensilering

Ensileringsprocessen går att dela upp i fyra faser 1) inläggning, 2) jäsning/fermentation, 3) stabil fas och 4) utfodring. Under den första fasen sker en reduktion av tillgängligt syre. Samtidigt fortsätter växten att respirera då den har ett lagrat innehåll av syre. Växtdelar i den skördade grödan nyttjar syret och kemiska förändringar sker. Respiration, där växtdelarna använder kvarvarande tillgängligt syre och WSC för sin fermentation samt proteolys, där

växtenzymer såsom proteaser hjälper till att bryta ned proteiner i grönmassan, påverkar det slutgiltiga näringsinnehållet i ensilaget (Pahlow et al., 2006; Kung, 2001).

Så länge syre finns tillgängligt kan oönskade mikroorganismer (m.o.) också växa till såsom jäst och mögel. Att packa snabbt och tätt för att på så kort tid som möjligt få en syrefri miljö är därför av yttersta vikt för att få en bra slutprodukt. Syret måste förvinna för att få en optimal fermentation och för att fas 2 ska ta vid. Under den andra fasen sker en jäsning där de önskade LAB använder sig av WSC och sänker pH. Under den tidiga delen av jäsningsprocessen finns det anaeroba bakterier som tävlar om den tillgängliga näringen, exempelvis enterobakterier och klostridier. En snabb pH-sänkning, med andra ord en dominerande LAB flora, är viktigt för att begränsa tillväxten av dessa oönskade bakterier (Pahlow G et al., 2006; Gustavsson S, 2008). Ytterligare fördel med att snabbt sänka pH i den packade grödan är att de enzymer i de skördade växtdelarna som bryter ned protein, proteaser, avdödas och en lägre andel av protein i grödan bryts ned. Även oönskade bakterier såsom enterobakterier och klostridier är effektiva på att bryta ned proteiner i grödan, att snabbt konkurrera ut dessa är således också fördelaktigt för att bevara proteinet i grödan. Samtidigt respirerar växtdelarna och förbrukar WSC i grönmassan vilket också sänker näringsinnehållet (Kung L, 2001).

När pH har sjunkit till den grad att LAB minskar når den tredje fasen, den stabila fasen. Om all WSC har förbrukats finns risk för att en instabil fas inleds redan här på grund utav WSC-brist. En liten del kvarblivet WSC är bra då det indikerar att LAB fått så mycket WSC som de vill ha. Om LAB har dominerat fermenteringen under denna fas sker ingen, eller mycket liten aktivitet. Det finns emellertid några typer av mycket tåliga jäst som kan överleva lågt pH samt sporbildande bakterier som går in i ett inaktivt stadie och som har potential att växa till när grödan åter utsätts för syre (Pahlow G et al., 2006). Under utfodringsfasen, som är den fjärde och sista fasen, är varmgång det vanligaste tecknet på att ensilaget förstörts (Gustavsson S, 2008). Jäst som vilat under den anaeroba perioden kan aktiveras vid kontakt med syre när balen öppnas och konsumera den mjölksyra som bildats under ensileringen, vilket höjer pH och möjliggör tillväxt av ytterligare m.o. som kan skada grödan. Detta kan leda till ensilage som är otjänligt som foder, alternativt ett foder med ett sämre näringsvärde (Pahlow G et al., 2006; Kung L, 2001).

Mikroorganismer

Mjölksyrabakterier

LAB finns naturligt på grödan och har en utmärkande egenskap i att de har en hög syratolerans och dessutom förmåga att leva och föröka sig både i syrerika och syrefattiga miljöer (Gustavsson S, 2008).

Det finns två huvudsakliga grupper av LAB:

- 1) de obligat homofermentativa mjölksyrabakterierna som fermenterar hexoser till mjölksyra i princip uteslutande och

2) de heterofermentativa som också använder hexoser, men som förutom mjölksyra även kan bilda ättiksyra och etanol tillsammans med koldioxid som slutprodukt (Pahlow G et al., 2006).

Både de homo- och heterofermentativa grupperna ger upphov till pH-sänkare i form av syror. De homofermentativa kan ses som fördelaktiga då de bara producerar mjölksyra. Produktionen av koldioxid som biprodukt leder till förlust av torrs substans i slutprodukten (Kung L, 2001). Samtidigt bidrar bildandet av ättiksyra från de heterofermentativa LAB till ett mer lagringsstabil ensilage vid uttag då ättiksyran hämmar tillväxt av jäst (Växa, 2011).

Enterobakterier

Närvaro av enterobakterier är inte att föredra, detta då enterobakterier tävlar med LAB om näring. De orsakar också bildande av ammoniak (NH_3), dels genom att bryta ned nitrat till ammoniak eller genom att deaminera aminosyror och då bilda NH_3 , vilket leder till en ökad buffertkapacitet som kan leda till att pH inte sänks tillräckligt fort. Sänkt näringstillförsel och ökad buffertkapacitet gör att LAB får svårt att konkurrera och pH i ensilaget blir högt och risken för tillväxt av eventuella klostridier eller andra oönskade m.o. ökar (Pahlow G et al., 2006).

Avsaknad av enterobakterier i det färdiga ensilaget är den bästa indikatorn för en lyckad ensilering. Enterobakter dör av när pH sjunker och visar därför på en fermentation som dominerats av LAB och en gröda med god näringstillförsel, vattenhalt och lagom temperatur (Pahlow G et al., 2006).

Klostridier

Blöta förhållanden och ett relativt högt pH gynnar tillväxten av klostridier. Ett blött ensilage där ts-halten är lägre än 30% löper högre risk för tillväxt (Gustavsson S, 2008).

De sackrolytiska klostridierna kan höja pH i ensilaget och förstöra ensileringen genom att jäsa socker och även mjölksyra. Proteolytiska klostridier drar ner proteinvärdet i ensilaget och bidrar också till försämrad smaklighet och minskat foderintag genom att bryta ned aminosyror och peptider till aminer och ammoniak vilka är giftiga och smakar illa. Smörsyra som bildas av klostridierna när de förjäser är inte giftiga för djuret, men bidrar till mindre smakrikt och näringsrikt foder, samt ökad förstörelse och gynnsammare förhållande för andra bakterier i och med det höjda pH i ensilaget (Växa, 2011).

Jäst och mögel

Närvaro av jäst är oönskat och ett bevis på att silo eller bal inte tillslutits helt korrekt (Gustavsson S, 2008). Jäst i sig är inte farligt, men producerar etanol som gör ensilaget mindre smakrikt och sänker samtidigt TS- halten i ensilaget då även CO_2 bildas i produktionen (Växa, 2011). Jäst är eukaryoter som spelar en stor roll i förstörelsen av ensilage. De kan fermentera socker men är vanligen känsliga mot sura förhållanden under anaeroba förhållanden och inhiberas effektivt av propionsyra och ättiksyra (Pahlow G et al., 2006).

Jäst som lyckas överleva lagringsfasen är högst troligt orsaken till förstörelse under aeroba förhållanden under anaeroba förhållanden. Detta då de har möjlighet att metabolisera

mjölksyra och därmed sänka pH. Ökande temperatur i ensilaget, den syrerika miljön och det höjda pH möjliggör tillväxt av bakterier som tidigare inhiberats och som ytterligare bidrar till aerob förstöring (Pahlow G et al., 2006; Kung L, 2001).

Jäst förekommer ofta tillsammans med mögel (Växa, 2011). Mögel som återfinns i ensilage är potentiellt toxiskt. Många av de sorter som tillväxer producerar mykotoxiner (Pahlow G et al., 2006). Tillsats av propionsyra vid lagringen, eller att spraya ytlagren i silos med propionsyra har visat sig vara effektivt för att förhindra tillväxt av olika mögel (Pahlow G et al., 2006; Kung L, 2001; O'Kiely et al, 2009).

Tillsatsmedel

Bakteriella

Idag används vanligen kombinationer av flera olika arter av LAB eller en mix av LAB och enzymer för att fibrer lättare ska kunna sönderdelas, socker frigöras och näring blir tillgänglig för LAB som kan växa till mer effektivt (Växa, 2016). Ursprungligen tillsattes medel i grödan i undantagsfall till följd av ogynnsamma förhållanden vid skörd. Idag är tillsatsen av LAB vanligare då man vill försäkra sig om att pH sänks till den grad att inga oönskade m.o. kan växa till. Ytterligare faktorer som gör det svårt att helt kunna försäkra sig om att ensilering blir lyckad är att grödan som används till ensilage varierar i sitt innehåll. Variation i torrsubstans, mängd kolhydrater och att veta vilken mikroflora som faktiskt följer med grödan samt svårighet att upprätthålla och bibehålla en helt syrefri miljö. Genom att tillsätta LAB kan man stimulera och behålla mjölksyraproduktionen och undvika tillväxt av oönskade bakterier med hjälp av det låga pH och den syrefria miljön (Pahlow G et al., 2006). Vilket tillsatsmedel man väljer att använda väljs utefter vilka utmaningar som antas uppstå, exempelvis låg WSC halt eller hög andel oönskade m.o i grönmassan och anpassas ofta efter förhållandena som råder vid skörd (Kung & Muck, 1997; Muck, 2010).

Homofermentativa mjölksyrabakterier är i regel ett mycket användbart medel då den slutliga fermentationsprodukten endast består av mjölksyra med den egenskapen att det sänker pH effektivt. Mjölksyra är även den starkaste syran som produceras av fermenterande bakterier och den bidrar till mindre förluster av den ursprungliga grödans näringsinnehåll och torrsubstans vid inläggning (Kung L, 2001).

Nackdelen med de homofermentativa bakterierna är ändå att de inte producerar några andra fermentationsprodukter än just mjölksyra. Trots den effektiva pH sänkningen minskar ofta den aeroba stabiliteten på grund av ett lägre innehåll av ättiksyra och andra ämnen som förhindrar tillväxt av svampar (Kung, 2001).

De heterofermentativa LAB är att föredra för att öka den aeroba stabiliteten framförallt i en välensilerad gröda där mindre andelar av syror såsom ättiksyra och smörsyra som biprodukter gör ensilaget mindre lagringsstabil, en faktor som anses vara en av de viktigaste kvalitetsaspekterna. Produktionen av ättiksyra bidrar således till att jäst- och mögelsvampar inte växer till. *Lactobacillus buchneri* är vanligt förekommande i bakteriemedel som domineras av heterofermentativa LAB eller i kombination med homofermentativa LAB såsom *Lactobacillus plantarum* (Kung, 2001; Växa, 2011).

Kemiska

Det finns en mängd kemiska tillsatsmedel att tillgå både organiska och oorganiska syror. Övergången från kemiska tillsatsmedel till bakteriella är som tidigare nämnts väldigt aktuell. Organiska syror användes från början för att förbättra ensileringsprocessen, då kunskapen var bristande och tillsatsen av syror nödvändig för att förhindra tillväxt av klostridier. Idag används kemiska tillsatser inte i lika stor utsträckning då kunskapen om ensilering blivit större och hanteringen vid ensileringsprocessen är generellt mer noggrann och bättre.

Myrsyra används främst som inhibitor för klostridier och för att förhindra deras tillväxt. I försök där myrsyra har använts har man kunnat påvisa att tillsats förbättrar den aeroba stabiliteten. Nackdelen med myrsyra är att för stor tillsats inte bara inhiberar oönskade m.o. utan också hämmar tillväxt av LAB. Tanken är dock att de oönskade mikroberna påverkas mer än de syratåliga LAB vilket tar bort konkurrensen och hämningen av LAB kan anses försumbar (O'Kiely et al, 2009).

Propionsyra används ofta på spannmål och torrt hö för att förhindra tillväxt av mögel. Ett problem som ofta uppstår vid utfodring av djuren är att ensilaget utsätts för syre och blir känslig för mögeltillväxt. Detta kan man till viss del undvika genom att sätta till propionsyra vid ensileringsprocessen. Propionsyra är det kemiska tillsatsmedel som visat sig ha bra effekt när det kommer till att motverka försämring av grödan och öka den aeroba stabiliteten (O'Kiely et al, 2009; Kung, L, 2001).

Ensilagekvalitet

Vad är god kvalitet?

Ett ensilage som når ett lågt pH och en hög halt av mjölksyra är i grund och botten att klassa som ett högkvalitativt ensilage, men detta garanterar dock inte att slutprodukten är lagringsstabil. Att det är lagringsstabil och kan bibehålla en god kvalitet även efter exponering av syre är viktiga parametrar, vilket kräver att det också finns närvaro av ättiksyra (Kristensen et al., 2008).

Näringsinnehåll är en viktig indikator på kvalitet. Näringsinnehållet som grödan har vid skörd kommer påverkas av flera biologiska processer (Muck, 1988). Flertalet oönskade mikroorganismer fermenterar socker och aminosyror, vilket leder till en minskning av näringsvärde i ensilaget. Enterobakterier kan metabolisera både socker och aminosyror. Deras förmåga att fermentera hexoser gör dem konkurrenskraftiga mot LAB, vid förhållanden då dessa är konkurrenssvaga till exempel vid låg ts-halt eller lägre halt WSC, och risken finns att de tar över fermentation och ger en försämrad slutprodukt. Deras möjlighet att bryta ned aminosyror leder inte bara till sämre värden i ensilaget utan genererar också toxiska ämnen i form av aminer som påverkar smakligheten och minskar intaget (Oude Elferink et al., 2000).

Klostridier och dess sporer påverkar både näringsinnehåll och hygienisk kvalitet. Deras förmåga att fermentera både socker och proteiner gör att de dels kan minska det faktiska näringsvärdet, men också bilda aminer och ammoniak. Samtidigt kan klostridier bilda smörsyra, som i sig inte är skadlig, men som ses som en indikation på felaktig fermentering och inte är synonymt med ensilage av god kvalitet. Sporbildande klostridier är också icke önskvärda, framförallt hos mjölkproducerande kor, då dem kan överleva och övergå i

mjölken. När de sedan växer till i den mjölk som används vid osttillverkningen leder dem till defekta och blåsta ostar som endast kan säljas till ett reducerat pris vilket kan bli en stor kostnadsfråga hos lantbrukaren. (Muck, 1988; Växa, 2011; Dulphy & Van Os, 1996).

Som Kristensen et al. (2008) tidigare nämnt så är ensilaget aeroba stabilitet en viktig indikator på hur väl ensilering gått och på den kvalitet som ensilaget håller. Om fermentation gått rätt till så kommer pH-sänkningen ha inhiberat jäst och den aeroba stabiliteten ökar (Pahlow G et al., 2006; Kung L, 2001). Ett ensilage med bra värden när det tas ut för att serveras på foderbordet, men som efter ett par dagar har genomgått en sådan aerob förstörelse så att det inte går att utfodra med kostar pengar och kan inte klassas som kvalitativt. Att det därför är lagringsstabil även under utfodringsfasen och kan motstå varmgång är en viktig indikation på ett ensilage av god kvalitet (Kristensen et al., 2008).

Hur påverkar tillsatsmedel ensilagekvalitet?

Trots att ensilaget lagts in under goda förhållanden finns det alltid en viss risk för sekundär fermentation av oönskade mikroorganismer. Detta kan orsakas av att LAB inte växer till som de ska eller att tillgängligt WSC inte är tillräckligt högt (Oude Elferink et al., 2000).

Tillsats av bakteriemedel har i flera studier visat sig ha varierande effekt på grödan och slutprodukten. I en studie av Kristensen et al. (2008) hade tillsats av homofermentativa LAB ingen påvisad effekt på totala antalet mjölksyrabakterier i majsensilage, den aeroba stabiliteten eller mikrobiell sammansättning jämfört med kontroll. Däremot förbättrades dessa parametrar när heterofermentativa LAB användes. Den faktiska orsaken till förbättringen har inte gått att förklara i försöket, men i genomsnitt fördubblades den aeroba stabiliteten.

I samma försök mättes näringsinnehållet som inte påverkades nämnvärt av tillsatsen utav LAB. Däremot höjdes halten av råprotein i försöket med de heterofermentativa LAB jämfört med de andra behandlingarna, men det kunde inte utslutas att detta var en effekt av analysmetoden.

Behandling med heterofermentativa medel förbättrade den aeroba stabiliteten hos majsensilage i ett försök av Kristensen et al., (2010). Inga skillnader mellan kontroll och behandling med homofermentativa LAB gick att påvisa. Anledningen ansågs vara att den fältfloran redan var fler till antalet jämfört med den tillsatta LAB och därför inte kan konkurrera med denna. Ingen av behandlingarna påverkade produktionsegenskaperna (tillväxt, mjölkproduktion eller intag) hos de djur som ingick i försöket jämfört med kontrollen.

Ytterligare en studie av Driehus et al. (1999) visade att den heterofermentativa bakterien *Lactobacillus buchneri* höjde den aeroba stabiliteten och reducerade antalet jäst väldigt effektivt. I samma studie visade det sig att tillsats av heterofermentativa bakterier påverkar bildandet av mögel genom att kunna omvandla bildad mjölksyra till ättiksyra och 1,2-propandiol. Ättiksyra har en påvisad effekt på svampar och förmågan att reducera dessa höjer den aeroba stabiliteten ytterligare (Driehus et al., 1999).

En del studier har gjorts där bakteriemedel har kombinerats med enzymer i form av exempelvis cellulaser och xylanaser. Ökad nedbrytning av fibrer frigör mer WSC som kan användas av LAB och ökar därmed dess tillväxt (Kung & Muck, 1997).

Hur påverkas foderintaget?

Kung & Muck (1997) sammanställde resultaten från flera studier för att se sambandet och hitta gemensamma effekter av tillsatsmedel. I dessa studier har man försökt påvisa de faktiska effekterna av tillsatsmedel på djurens foderintag och prestation. Tolkningen av data från sådana försök bör granskas kritiskt, då samma tillsatsmedel påverkar olika beroende på flera yttre faktorer exempelvis mängden applicerad produkt, gröda och torrsubstansen (Kung & Muck, 1997).

Av flera studier som gjordes mellan 1990-1995 på mjölkkor och deras intag, tillväxt och mjölkproduktion, kunde man påvisa positiva effekter av tillsatsmedel i flera av försöken. Foderintag, tillväxt och produktion ökade när bakteriemedel tillsattes. Tillsatsmedel som på något sätt förbättrade smältbarheten hade en stark, positiv korrelation på djurens produktionsförmåga (Kung & Muck, 1997).

I en studie som gjordes på getter, med syftet att avgöra hur den aeroba förstörelsen av ensilage påverkade det dagliga intaget, fann man en stark korrelation mellan intagen volym ensilage och antal dagar som ensilaget exponerats för syre. Det dagliga intaget sjönk signifikant efter fyra dagar av exponering för syre, och i samtliga tester var det dagliga intaget som lägst vid den sista dagen för exponering. Den sista dagen var även innehållet av jäst och mögel som störst varför man drog slutsatsen att tiden som ensilaget exponerats för luft har en starkt negativ påverkan på foderintag och produktionsförmåga (Gerlach et al., (2013).

Studier har gjorts för att se pH värdets faktiska påverkan på intag och där intag både ökat och minskat i samband med att ensilagens pH-värdet hade ökat. I det fall där intaget minskade när pH ökade, antar författarna att intaget inte påverkas av syrahalten, utan av en försämrad fermentering där bildandet av ammoniak, acetat och buffrande ämnen gör ensilaget mindre smakligt. I det andra fallet ökade intaget, trots att pH ökade och syranivån minskade. Detta är ofta fallet med ensilage som haft ett lågt innehåll av socker och där medel tillsattes för att förbättra fermentationen, eller där grödan förtorkats för att öka ts-halten. Detta leder till att ensilaget får ett högre pH, men utan förhöjd halt av aminer och ammoniak, vilket ger ett smakligt foder och ett högre ensilageintag (Dulphy & Van Os, 1996)

Dulphy & Van Os (1996) kom i sin studie fram till att fermentationsprodukter spelar en liten roll på det dagliga ensilageintaget om ensilaget lagrats väl. De tittade på faktorer som avgör foderintag och drog slutsatsen att egenskaper hos grödan såsom proteininnehåll, smältbarhet och fiberinnehåll spelar större roll så länge grödan genomgått en fördelaktig LAB fermentation.

Tillsatsmedel som innehåller någon form av enzym har ofta använts i kombination med bakteriella medel. Vanligast är enzymer som på något vis påverkar cellväggen hos grödan, till exempel cellulaser och xylanaser. Även amylas har använts för att förbättra nedbrytningen av stärkelse. Den faktiska effekten av enzym som tillsats har däremot varit svår att bevisa, men djuren påverkas i regel positivt genom ökat intag och ökad tillväxt när enzymer kombineras med något tillsatsmedel (Kung & Muck, 1997). Tillsats av enzym används i regel framförallt för att öka nedbrytningen av fiber och frigöra med WSC till LAB. De positiva egenskaperna

som kommer i och med ökad mängd LAB kan antas vara orsaken till att produktionen förbättras (Kung, 2001).

Försök har också gjorts där enzymer tillsattes till ensilage vid olika tidpunkter innan utfodring för att förbättra smältbarheten. Man fann att NDF sjönk på det behandlade ensilaget och att passagehastigheten ökade liksom den totala smältbarheten både när enzymer tillsattes 24 timmar innan och precis vid utfodring (Lewis et al., 1996).

Diskussion

Ensileringsprocessen anses vara en relativt viktig aspekt när det kommer till att få ett ensilage av god kvalitet. Kunskap och god hantering av grödan vid skörd och inläggning är en viktig försäkring för lantbrukaren för att få en grönmassa med goda ensileringssegenskaper. Att snabbt få det syrefritt betraktas som en avgörande faktor i hela processen, framförallt för att undvika näringsförluster till följd av respirationen i de skördade växtdelarna och de proteaser som finns naturligt och som bryter ned proteinet. Den syrefria miljön är också till fördel för LAB och att snabbt få igång pH-sänkningen är gynnsamt och bidrar till att förhindra tillväxt av enterobakterier och klostridier.

Ett ensilage av god kvalitet ska ha relativt låga halter av oönskade fermentationsprodukter, såsom etanol och smörsyra, vilka är en indikation på närvaro av jäst och klostridier. En låg halt behöver inte innebära att det påverkar intaget hos djuren negativt, men bör ändå ses som ofördelaktigt och processen bör ses över till nästa år för att undvika närvaro och tillväxt av dessa m.o.

En tanke skulle kunna vara att enterobakterier i viss mängd potentiellt skulle kunna vara gynnsamt genom att förhindra klostridietillväxt främst genom att reducera nitrat till nitrit. Deras förmåga att fermentera proteiner gör dem också till konkurrenter gentemot klostridier. Då de klarar lägre pH bättre och kan överleva längre kan de konkurrera ut dessa, förhindra deras tillväxt, men samtidigt kommer LAB att fortsätta sänka pH och enterobakterierna dör ut. En positiv effekt kräver dock att LAB floran är talrikare än enterobakteriefloran, samt har förmåga att konkurrera ut den. Om detta inte uppfylls kommer fermentationen att domineras av enterobakterierna vilket resulterar i en försämrad produkt. Trots de möjliga positiva effekterna borde det vara mer fördelaktigt att snabbt avdöda enterobakterierna för att förhindra att de fermenterar socker, fördröjer pH-sänkningen och ökar halterna av aminer och ammoniak i slutprodukten.

Bakteriella tillsatsmedel har inte den egenskap att de kan förbättra en grönmassa som från början har egenskaper som gör den svår att ensilera. Målet bör vara att välja en tillsats som förbättrar djurens produktion, ökar lagringsstabiliteten och förmågan att bibehålla näringsvärde och förbättrar den aeroba stabiliteten vid uttag.

En nackdel med tillsatsmedel skulle kunna vara att de heterofermentativa LAB ger upphov till bildning av CO₂ och därmed TS förlust i grönmassan. De växer heller inte lika snabbt och effektivt som de homofermentativa. Däremot ses deras förmåga att bilda ättiksyra och därmed stabilisera den aeroba fasen vid uttag som mycket fördelaktigt. Den minimerade tillväxten av jäst och därmed risk för varmgång ger ett ensilage som kan exponeras längre för syre vilket är

kostnadseffektivt och ger lantbrukaren mer utrymme att utfodra djuren optimalt. Därför anses nackdelarna vara försumbara i detta fall.

Nackdelarna med de homofermentativa LAB är att de inte är lika effektiva mot jäst när ensilaget åter exponeras för syre. Arter av jäst som är mycket motståndskraftiga växer således gärna till när syre finns tillgängligt och försämrar lagringsstabiliteten.

Fördelaktigt är den snabba pH-sänkningen och studier visar på att homofermentativa LAB i majoritet av fallen bidrar till ett smakligt foder och ökat intag, samt ökade produktionsegenskaper.

I flertalet studier har dock de homofermentativa LAB inte haft någon fördelaktig förändring av ensilaget och slutprodukten. Kontrollen och det behandlade ledet har haft likvärdiga resultat. En slutsats skulle kunna vara att en gröda som har mycket goda ensileringsegenskaper och där LAB dominerar fermentationen är inte i behov av tillsats. Där är istället komplimenterande medel en onödig kostnad som inte kommer påverka positivt. Svårigheten ligger emellertid i att kontrollen inte går att göra förrän ensilaget öppnats.

Tillsats av heterofermentativa LAB skulle kunna vara fördelaktigt för att öka möjligheten för att ensilaget även bibehåller sina egenskaper även vid uttag. De många studierna som visar på att ättiksyra effektivt förbättrar stabiliteten vid uttag talar för att det är försvarbart att tillsätta exempelvis *L. buchneri* trots att grönmassan är av god kvalitet.

Den faktiska orsaken till djurens ökade ensilageintag och förbättrade produktion är inte fastställd och det är svårt att dra tydliga slutsatser. En faktor till den ökade produktionen är troligtvis det ökade intaget av foder, men anledningen till djurens ökade foderintag och hur tillsatsmedlen påverkar detta är svårt att fastställa, vilket samtliga studier är överens om. En orsak skulle kunna vara att tillsatsmedlen bidrar till att minska och förhindrar bildandet av oönskade m.o. vars fermentationsprodukter ofta är osmakliga och påverkar intaget negativt. Dessutom fermenterar de socker och proteiner vilket negativt påverkar näringsinnehållet i ensilaget. När dessa hindras växa till genererar det ett smakrikt foder med bra värden och bibehållet näringsinnehåll.

En kombination av homo- och heterofermentativa LAB anses vara ett effektivt tillsatsmedel. Homofermentativa LAB sänker snabbt och effektivt pH i grönmassan, samtidigt ger tillsats av heterofermentativa LAB ett ensilage som är stabilt även under den aeroba fasen vid uttag.

Slutsats

Flera faktorer spelar roll när det kommer till att göra ett ensilage som är av god kvalitet. Torrsubstans, mängd kolhydrater och mikroflora är avgörande för hur väl grönmassan går att ensilera. Tillsatsmedel bör väljas med omsorg för att passa de rådande förhållande. Samtidigt måste man tänka på att tillsatsmedel inte kan ersätta en noggrann ensileringsprocess.

Djurens produktionsförmåga hänger delvis ihop med deras foderintag. Tillsatsmedel har visat sig ha en positiv effekt på dagligt intag, men dem faktiska orsakerna är svåra att avgöra. Att

LAB-baserade tillsatsmedel kan förhindrar tillväxt av oönskade m.o. och därmed bildningen av osmakliga ämnen skulle kunna vara en anledning till de positiva resultaten.

Referenser

- Dulphy J. P., and Van Os M. 1996. Control of voluntary intake of precision-chopped silages by ruminants: a review. *Reproduction Nutrition Development*, 36: 113-135.
- Driehuis, F., Oude Elferink S.J.W.H., and Spoelstra, S. F. 1999. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *Journal of Applied Microbiology*, 87: 583–594.
- Oude Elferink S.J.W.H., Driehuis, F., Gottschal J. C., and Spoelstra, S. F. 2000. Silage fermentation processes and their manipulation. *FAO Plant Production and Protection Paper 2000 (161) pp. 17-30*
- Gerlach K., Ross F., Weiss K., Büschner W and Südekum K-H. 2013. Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. *Agricultural and Food Science*, 22: 168-181.
- Gustavsson S. 2008. *Effekt av förtorkningsteknik och tillsatsmedel på ensilagekvalitet samt konsumtion och produktion hos mjölkkor*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa; Avdelningen för produktionssystem Tillgänglig: <http://ex-epsilon.slu.se/2854/>
- Kristensen N.B., Sloth K. H., Højberg O., Spliid N. H., Jensen C., and Thøgersen R. 2010. Effects of microbial inoculants on corn silage fermentation, microbial contents, aerobic stability, and milk production under field conditions. *Journal of Dairy Science* 93(8): 3764-3774.
- Kristensen N. B., Højberg O., Spliid N. H. och Thøgersen R. 2008. Virkning af ensileringsmidler i majs – ensilering. Ensilering af majs og græs. *Intern rapport Aarhus Universitet, Husdyrbrug* nr. 21, mars 2010
- Kung L Jr. 2001. *Silage Fermentation & Additives*. Direct-fed Microbial, Enzyme & Forage Additive Compendium, Miller Publishing Co., Minnetonka MN, USA.
- Kung L, Jr. & Muck R.E. 1997. *Animal Responses to silage additives*. Proc. from the Silage: Field to Feedbunk North American Conference. Hershey Penn., Northeast Regional Agric. Engineering Service (NRAES), Ithaca NY, USA. p. 200-210.
- Lewis G.E., Hunt C.W., Sanchez W.K., Treacher R., Pritchard G.T. and Feng P. 1996. Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage-based diet fed to beef steers. *Journal of Animal Science* 74(12): 3020-3028

- McEniry J., King C. & O'Kiely P. 2013. Silage fermentation characteristics of three common grassland species in response to advancing stage of maturity and additive application. *Grass and Forage Science* 69: 393-404.
- Muck R. E. 1988. Factors Influencing Silage Quality and Their Implications for Management. *Journal of Dairy Science* 71: 2992-3002.
- Muck R. E. 2010. *Silage Additives and management issues: Introduction to Inoculants*. Proc. Idaho Alfalfa and Forage Conference.
- O'Kiely P. 2009. *Chemical additives and the aerobic stability of silages*. Proc. International Symposium on forage Quality & Conservation, Sao Pedro, Brazil. eds: L.G. Nussio & M. Zopollatto, FEALQ, Piracicaba, Brazil. p.155-174.
- Pahlow G., Muck R.E., Oude Elferink S.J.W.H., Spoelstra S.F., 2003. *Chapter 2: Microbiology of ensiling*. p. 31 - 93. In: *Silage Science and Technology* (editors: Al-Amoodi L. et al.), Agronomy series #42. American Society of Agronomy, with others, Madison, Wisconsin, USA.
- Växa Sverige. 2011. *Hygiensik kvalite i ensilage*. Tillgänglig: <http://www.vxa.se/Global/Dokument/EPi-tradet/Mjolkgarde/Foder/473%20Hygienisk%20kvalitet%20i%20ensilage%20-%20fakta%20och%20atgarder.pdf> (2016-05-10)
- Växa Sverige. 2016. *Försäljning av ensileringsmedel i Sverige 2016*. Tillgänglig: <http://www.vxa.se/Global/Dokument/Dokument/Foder/PDF/Ensileringsmedel%20April%202016.pdf?epslanguage=sv> (2016-05-10)
- Weinberg, Z.G., & Muck, R.E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol. Rev.*, 19: 53-68.