

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Hackselängdens inflytande på ensilagens kvalitet och användbarhet. Litteraturoversikt

**The effect of chop length on silage quality and
feeding value. A review of the literature**

Alfredo De Toro A

**Institutionen för
lantbruksteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural
Engineering**

**Rapport 108
Report**

Uppsala 1986

ISSN 0283-0086

ISBN 91-576-2797-5

FÖRORD

SLR Maskinavd. har uppdragit åt Sveriges lantbruksuniversitets institution för Lantbruksteknik att utföra den här litteraturöversikten. Jag tackar SLR för möjligheten att genomföra arbetet och de forskare som jag intervjuade samt lantbruksuniversitetets bibliotek. Ett särskilt tack vill jag framföra till min handledare, professor Kjell Svensson för värdefull ledning och språkgranskning.

Alfredo de Toro A
Uppsala Maj 1985

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	Sid
SUMMARY	1
REFERAT	2
1. INLEDNING	3
2. ALLMÄNNA ASPEKTER PÅ ENSILAGET OCH HACKELSEMÄNGDEN	4
2.1. Grönmassans sönderdelning - en faktor bland flera i ensileringsprocessen	4
2.2. Hackar	4
2.3. Grönmassans sönderdelningsgrad	5
3. HACKSELÄNGDENS INVERKAN PÅ ENSILERINGSPROCESSEN	8
3.1. Mjölksyra	8
3.2. Densitet	9
3.3. Förtorkning och temperatur	10
3.4. Baljväxtensilering	10
3.5. Förluster	10
4. KONSERVERINGSKVALITET	13
4.1. Hel eller sönderdelad grönmassa	13
4.2. Hackelsens inverkan på konserveringen	13
4.2.1. Färsk grönmassa, ej förtorkad och utan tillsatsmedel	13
4.2.2. Förtorkad grönmassa utan tillsatsmedel	14
4.2.3. Ej förtorkad grönmassa med tillsatsmedel	15
4.2.4. Förtorkad grönmassa med tillsatsmedel	15
4.3. Majsensilage	16
5. SMÄLTBARHET OCH HACKSELÄNGD	17
5.1. Helt kontra sönderdelat material	17
5.2. Sönderdelat ensilage: nötkreatur	17
5.3. Sönderdelat ensilage: får	18
6. ENSILAGETS KONSUMTION	19
6.1. Helt kontra sönderdelat ensilage	19
6.2. Sönderdelat ensilage: nötkreatur	19
6.3. Sönderdelat ensilage: får	22
7. HACKSELÄNGDENS INVERKAN PÅ PRODUKTIONEN	25
7.1. Mjolkproduktion	25
7.2. Köttproduktion	27
7.3. Fårproduktion	27
8. DISKUSSION	29
SAMMANFATTNING	30
LITTERATURFÖRTECKNING	32
PERSONLIGA MEDDELANDEN	36

SUMMARY

This paper reviews the effects of mechanical treatment on the ensiling process of pasture and maize, its losses, quality, digestibility, intake and subsequent animal production. At present there are four common types of forage harvesters: flail, double-cut and metered-chop machines and the pick-up wagon equipped with a large number of knives. Compared with a long chop length, short chopping has a positive influence on losses and silage quality, but this effect decreases with high moisture content, early harvesting, additives, high tower silo, etc.

The chop length does not influence digestibility as long as it is over 10 mm and as long as the ensiling process losses are small. A chopping length shorter than 10 mm can affect digestibility for cattle and sheep. Several studies show that, for maize silage, a chop length between 5 and 15 mm does not cause any significant difference in losses, conservation quality, or digestibility.

According to the studies reviewed, fine chopping (less than 20 mm) increases the intake, especially by sheep, but the effect diminishes with a higher proportion of concentrates in the ration. The influence of chop length in milk, meat, and sheep production was variable in several trials, so that further studies are necessary to explain chopping effect under different conditions. No optimal chop length was determined, but it seems that a length of about 20 mm is better in terms of silage quality and intake. Under favourable ensiling conditions a longer chopping length also produces a good silage.

REFERAT

Hackselängdens inverkan på ensileringsprocessen och -förlusterna, ensilagens kvalitet och smältbarhet, foderkonsumtionen och produktionen av mjölk och kött med vall- och majsensilage har granskats. De aktuella hackarna är slag-, dubbel- och exakthack samt lastarvagnar utrustade med stort antal knivar. Jämförd med längre hackelse hade kort hackelse ett positivt inflytande på förluster och konserveringskvalitet men denna verkan minskade med hög vattenhalt, tidig skörd, tillsatsmedel, hög tornsilage, etc.

Smältbarheten påverkas inte av hackselängden så länge den överstiger 10 mm och det inte förekommit betydande förluster. Vid kortare hackselängd än 10 mm kan smältbarheten minska för nötkreatur och får. Med majsensilage föranledde en hackselängd mellan 5 och 15 mm inga signifikanta skillnader i förluster, konserveringskvalitet och smältbarhet i flera undersökningar.

En kort hackselängd medförde högre foderkonsumtion, speciellt med får men effekten minskar vid stigande kraftfodergiva. Hackselängdens påverkan på mjölk-, kött- och fårproduktion varierade i de olika försöken så att det behövs mer försök för att klargöra hackselängdens inverkan under olika förutsättningar. Ingen optimal hackselängd kunde fastställas men det verkade som om en längd av ca 20 mm var bäst från konserverings- och konsumtionssynpunkt. Längre hackelse medförde emellertid också bra ensilagekvalitet under gynnsamma förhållanden.

1. INLEDNING

Intresset för ensilage som grovfoder har ökat i omfattning och betydelse i landet de sista åren. Jämfört med hö har ensilaget många fördelar:

- Minskat väderberoende
- Ca 8-15% högre mjölk- eller köttproduktion per kg torrs substans (Lingvall, 1977) eller 5-15% högre mjölkproduktion per laktation med högavkastande kor (Lingvall, pers medd, 1984)
- Lättare att bibehålla grönmassans näringsvärde vid lämplig ensileringsteknik.

Samtidigt finns det nu en fullständig mekaniseringskedja från fält till foderbord som underlättar ensileringarbetet och ensilagehanteringen. Detta har gett anledning till ökat intresse för ensileringfrågor och bland dessa inte minst grönmassans sönderdelning.

Syfte

Litteraturöversiktens mål är att sammanställa försökresultaten och klargöra hackselängdens inflytande på ensilagens kvalitet och på nötkreaturens och fårens foderkonsumtion och produktion. Speciell uppmärksamhet har ägnats försöksresultat från länder med liknande förutsättningar som Sverige.

Ensilering, en komplex process

Grönmassans sönderdelning är en faktor av många som påverkar ensileringprocessen. Liksom de flesta biologiska förlopp är ensileringprocessen komplicerad och resultatet bestäms av många faktorer vilka är inbördes beroende och korrelerade i tiden. Faktorer som växtart, skördestadium, vattenhalt, inläggningshastighet, packning, täckning, silotyp, tillsatsmedel etc påverkar processen. Till dessa kommer en rad animaliefaktorer så att det slutliga resultatet eller produktionen är en följd av en lång kedja av faktorer.

Resultatjämförelse

Försöksverksamhet med många inblandade faktorer är svår att genomföra. Resultaten beror till stor del på de förutsättningar under vilka försöket utförs. I litteraturöversikten jämförs, analyseras och dras slutsatser från olika länders försök. Dessa har i allmänhet inte utförts under samma omständigheter vilket lätt kan leda till felaktiga konklusioner. Detta är en stor svaghet i litteraturstudien men den ger dock kunskaper på ett billigt sätt.

Informationssökning

Sökningen utfördes med dator. Den täckte ett betydligt antal databaser med information från och med 1970. Sökningen gav ca 40 referenser relaterade till hackselängden. Mest intressanta var franska och engelska rapporter. Ytterligare gjordes en traditionell informationssökning i Sveriges lantbruksuniversitetets bibliotek och relevanta forskare intervjuades om ämnet.

Mättsystem

SI-systemet används så långt som möjligt. Vattenhalter ges på våt bas om inte något annat anges.

2. ALLMÄNNA ASPEKTER PÅ ENSILAGET OCH HACKELSELÄNGDEN

2.1. Grönmassans sönderdelning - en faktor bland flera i ensileringsprocessen

Ensileringsprocessen är ett biologiskt förlopp som påverkas av en rad olika faktorer. Några har en direkt inverkan på resultatet och andra faktorer utövar sin effekt mera indirekt. Hellberg (1963) pekar på fem primära faktorer som har ett fundamentalt inflytande på processen:

- Fodrets kemiska sammansättning
- Mikrofloran
- Temperaturen
- Packningsgraden eller massans volymvikt
- Gasutvecklingen och gasutbytet med omgivningen

Grönmassans sönderdelning påverkar processen i första hand genom massans packningsgrad. God packning begränsar gasutbytet med omgivningen och reducerar temperaturökningen. Packningsgraden beror också på andra faktorer såsom vattenhalt, växtslag, utvecklingsstadium, packning, fördelning av fodret, silohöjd och grönmassans belastning. Vattenhalten hos grönmassan har stort inflytande på packningsgraden vid normal belastning och packning. Dessutom påverkas ensileringsprocessen av tillsatsmedel, täckning, inläggningshastighet, silons täthet, förtorkning, osv. (Hellberg, 1963).

Somliga faktorer måste nå ett visst tröskelvärde för att påverka resultatet, andra kan i varierande grad kompenseras med åtgärder av annat slag. Detta medför att kombinationsmöjligheterna mellan olika faktorer är nästan oändliga. Försök med så många variabler är svåra att genomföra. Resultaten beror på de förutsättningar under vilka försöken är gjorda och man bör undvika att dra generella slutsatser.

2.2. Hackar

De hackar som användes i Sverige är: slaghack, dubbelhack och exakthack. På senaste tid har intresset ökat för lastarvagnar som alternativ för grönmassans sönderdelning och transport.

Slaghack

Slaghacken är den mest populära hacken på grund av att den är enkel, robust, relativt billig och mindre stenkänslig än andra typer. Arbetsverktyget är en slagcylinder som slår och kastar upp grödan. Materialet slits sönder i varierande grad beroende på slagcylinderns varvtal, körhastigheten och motstålets ställning (Nilsson, 1969). Se bild 1a. Fältkapaciteten varierar mellan 6 och 10 ton grönmassa per timme, effektbehovet är 30 - 40 kW eller däröver (Hellberg m fl, 1960). En nackdel hos denna hack är att den lätt fångar upp jord som förorenar grönmassan på grund av slagornas fläktverkan. Dessutom händer det ofta att slagorna river loss jord från markens ojämnheter som slutfårar, tegryggar osv (Hellberg m fl, 1960. Sjärdén, 1971).

Dubbelhack

Dubbelhacken (bild 1b) har en liknande konstruktion som slaghacken men den har en hackfläkt som river sönder grönmassan ytterligare och kastar

den upp i vagnen. Eftersom grönmassan lastas med hackfläkten har hackens slagor svag kastverkan. Risken för jordföroreningar är därför mindre än slaghacken. På grund av att maskinen har ett större antal rörliga delar än slaghacken är servicebehovet och stenkänsligheten större men den är likväl ganska oöm och pålitlig. Effektbehov och kapacitet motsvarar slaghackens (Nilsson, 1969).

Exakthack

Exakthacken är den enda som egentligen hackar grönmassan. Hackningen sker med skarpa knivar som arbetar mot ett motstål. Det finns två typer: knivhjulshack (bild 1c) och knivtrumhack (bild 1d). Insamlingen av grönmassan utförs med skärapparat eller pickupp som kan bytas mot varandra. Exakthacken har, när den är försedd med pickupp, i allmänhet större kapacitet än de andra hacktyperna. Detta är värdefullt med hänsyn till inläggningshastigheten. Exakthacken ger en väl skuren hackelse vars längd är ställbar. Exakthackens nackdelar är stenkänsligheten, det relativt höga priset och det stora servicebehovet. Effektbehovet beror bland annat på averkningen, hackeslängden och grönmassans vattenhalt. I allmänhet kräver en normal exakthack en traktor på 75 kW eller mer för att nå sin fulla kapacitet.

Lastarvagnar

Idag är de flesta lastarvagnarna utrustade med varierbart antal knivar. Fasta knivar och svängkolvinmatning är den vanligaste typen på grund av att konstruktionen medger snabba knivbyten och är enkel och billig. De första lastarvagnarna saknade knivar. Eftersom knivarna underlättar avlastningsarbetet har deras antal efter hand ökat. Nu finns lastarvagnar med trettio eller flera knivar som åstadkommer en hackelse som kan jämföras med dubbelhackens. Effektbehovet beror bl a på antal knivar, gröda, vattenhalt, lastningsarbete och transport. Med trettio knivar och avverkningen 25 t grönmassa per timma är effektbehovet ca 15-30 kW för skärningen plus effekten för transport och lastningsarbete. Man behöver då en traktor på ca 50 kW (Pahlman, 1976).

2.3. Grönmassans sönderdelningsgrad

Slaghack

Slaghacken utför ingen egentlig hackning utom en sönderslitning av grönmassan. Denna sönderslitning producerar partiklar av olika längder (bild 2a). Sönderslitningsgraden kan regleras i någon mån men det blir ändå en spridning i partiklarnas storlek.

Dubbelhack

Denna maskin producerar en mera homogen partikelstorlek än slaghacken men spridningen är fortfarande ganska stor (bild 2b). Regleringsmöjligheterna är mycket begränsade.

Exakthack

Denna hack är den enda som gör en egentlig skärning av grönmassan. Man kan erhålla hackeslängder mellan 5 och 200 mm genom att variera inmatningshastighet och antal knivar. Den inställda eller nominella hackeslängden bestäms av växtmaterialets inmatningshastighet. Eftersom växtmassans delar ligger i olika riktningar blir partiklarnas storlek olika men håller sig kring det inställda värdet (bild 2c). Man har inte funnit några stora skillnader i hackesekvalitet mellan knivhjulshacken och

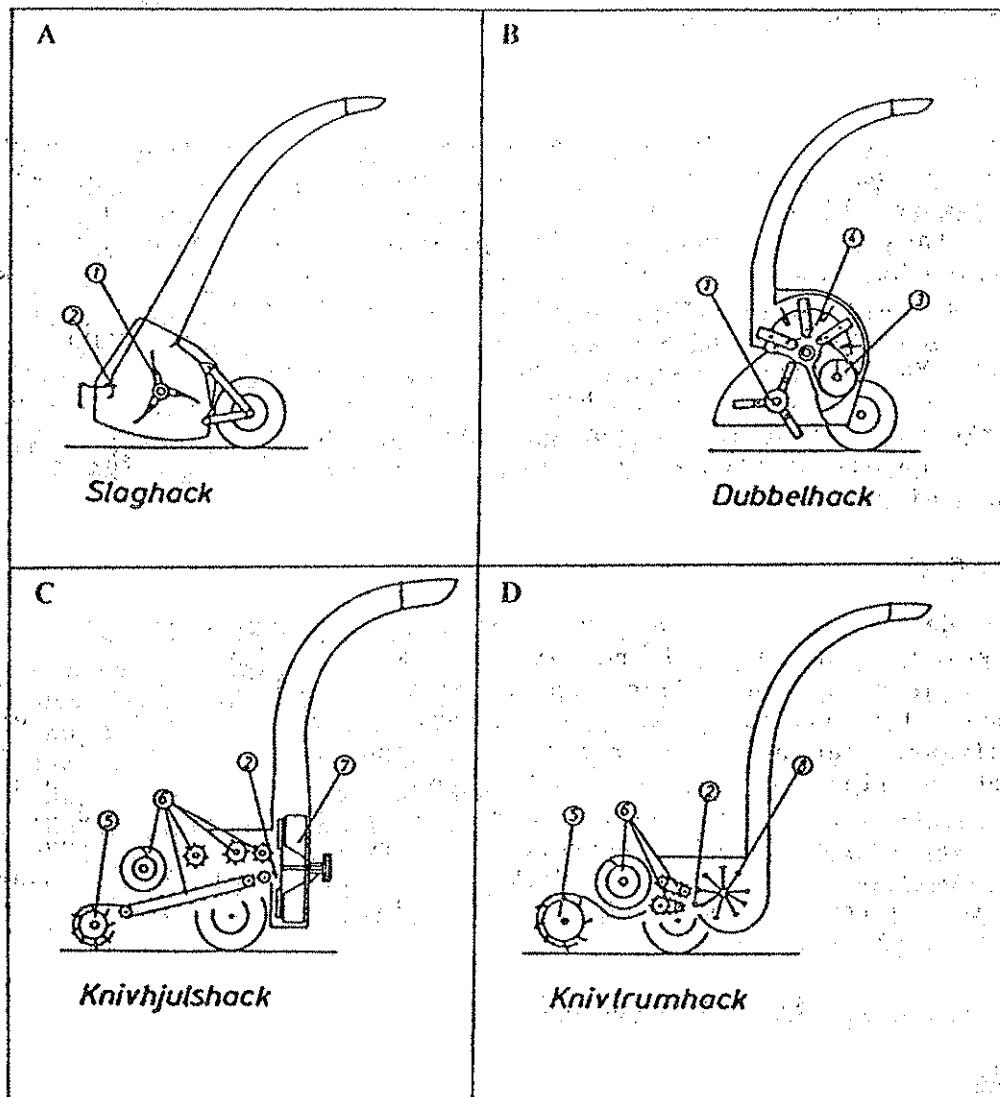


Bild 1. De aktuella hacktypernas principiella uppbyggnad.
 1 slagcylinder, 2 motstål, 3 transportskruv, 4 häckfläkt,
 5 pickupp, 6 inmatningsorgan, 7 knivhjul, 8 knivtrumma
 (Nilsson, 1969).

knivtrumhacken men den förra kan ställas in för längre nominella hacksel-
längder (12-15 cm) (Nilsson, 1969). Exakthacken är den enda hack som
ger en hackelse lämplig för våra vanligaste silotömmare.

Lastarvagn

Hackselens längd beror på knivavståndet och kan regleras genom att variera
antalet knivar. Vid normal bredd på inmatningskanalen är endast lastar-
vagnar med minst trettio knivar lämpade för ensilageskörd. Det skurna
materialet som då erhålles har en längdsammansättning som är jämförbar
med dubbelhackens och i några fall bättre (bild 2d).

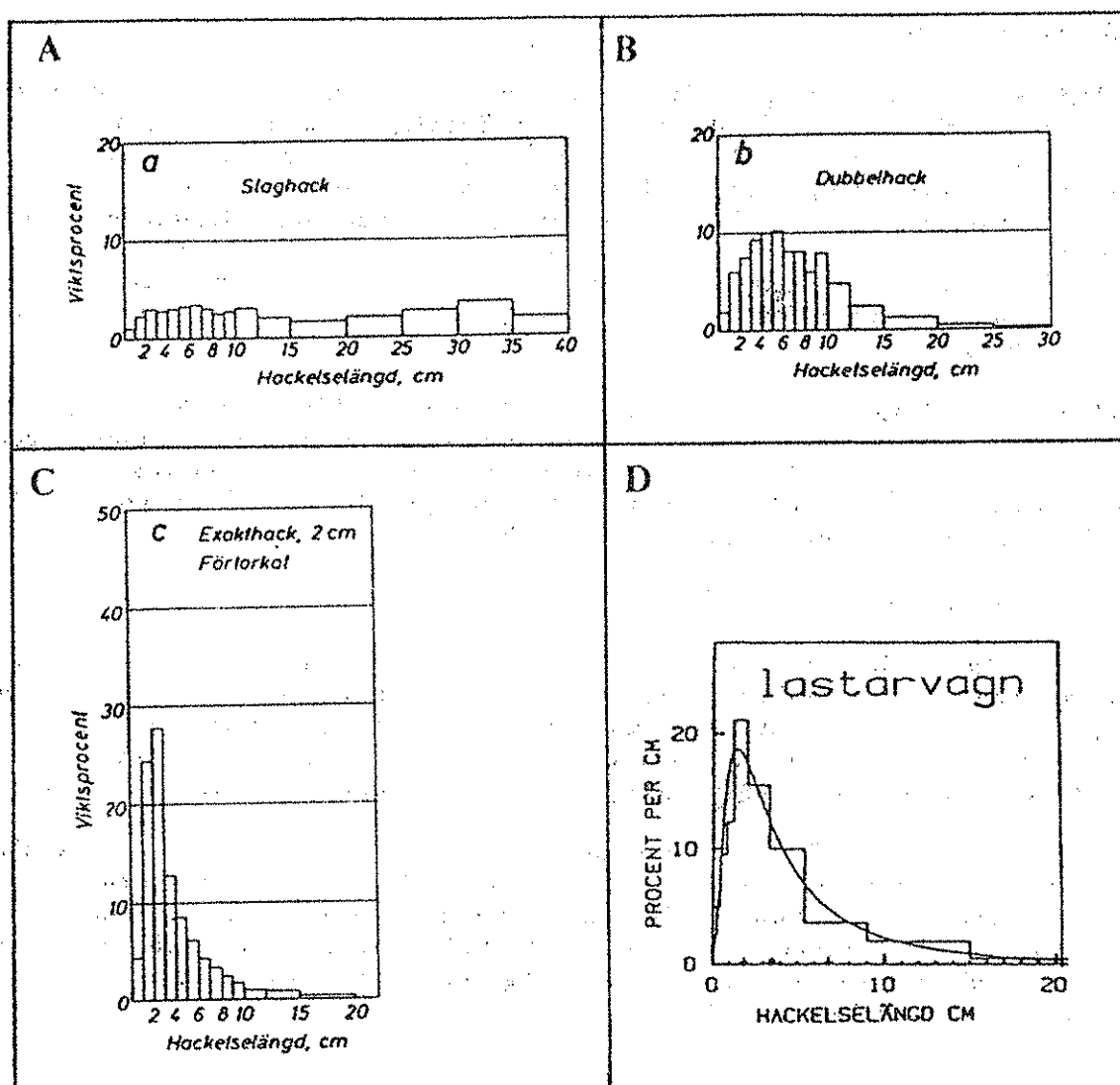


Bild 2. Det hackade materialets fördelning när grönmassan lastats
med olika hacktyper (Nilsson, 1969) och lastarvagn (E.
Nilsson, pers medd, 1984).

3. HACKELSELÄNGDENS INVERKAN PÅ ENSILERINGSPROCESSEN

En luftbegränsning i grönmassan och en snabb ökning av surheten i materialet är grundprinciperna för att få ett bra ensilage (Watson och Nash, 1960). Hur grönmassans sönderdelning påverkar dessa principer diskuteras med avseende på dess inflytande på mjölksyra, smörsyra, densitet, temperatur, förtorkningseffekter och förlusterna i ensileringsprocessen.

3.1. Mjölksyra

Bildningen av ett stabilt ensilage är ett resultat av att lösliga sockerarter förvandlas till i första hand mjölksyra och i någon mån ättiksyra. Tillgång till lösliga kolhydrater i grönmassan är en fundamental förutsättning för en riklig mjölksyrabildning. Dessutom bör anaeroba förhållanden inträda så snart som möjligt varvid cellerna dör så att de inte förbrukar kolhydrater genom andning och deras saft blir tillgänglig för bakterierna.

Grönmassans sönderdelning

Hackningen utövar sin positiva inverkan genom att underlätta packningen och därmed minska luftmängd och luftinträning i massan så att anaeroba förhållanden inträder snabbt. Dessutom underlättar hackningen mjölksyrabakteriernas inokulering. Dessa förekommer vanligtvis på växternas döende delar, nära marken. Det är sönderdelningsmaskinen som blandar grönmassan och medför en inblandning och ympning av mjölksyrabakterierna i hela materialet. Denna effekt av hackningen är viktig för att få en snabb mjölksyrabakterietillväxt så snart anaeroba förhållanden har inträffat (Nash, 1978).

Hackningen möjliggör vidare att växtsaft som i första hand kommer från växternas vätsketransportsystem blir näring för mikroorganismer redan innan cellerna dör. Samtidigt orsakar den mekaniska sönderdelningen en mera likformig omsättning i materialet på grund av att de sockerrikare stjälkarna blandas med de proteinrikare bladen (Nash, 1978).

En snabbare mjölksyraproduktion

Murdoch (1954) jämförde helt kontra sönderdelat material. I den hackade fodermassan började mjölksyraproduktionen nästan omedelbart efter inläggningen medan den i det hela materialet dröjde ett dygn. Enligt honom var orsaken den längre tid som det tog för de oskadade cellerna att dö så att cellsaften blir tillgänglig för mjölksyrabakterierna.

En snabb försurning är ett avgörande villkor för att motverka smörsyrabakterier och enzymatisk proteinnedbrytning. Den önskvärda surhetsgraden för att begränsa oönskad omsättning beror på vattenhalten i fodermassan. Hög inläggningshastighet, en viss förtorkning, materialets sönderdelning, packning och en noggrann täckning är åtgärder som gynnar ensileringsproceduren (Watson och Nash, 1960).

3.2. Densitet

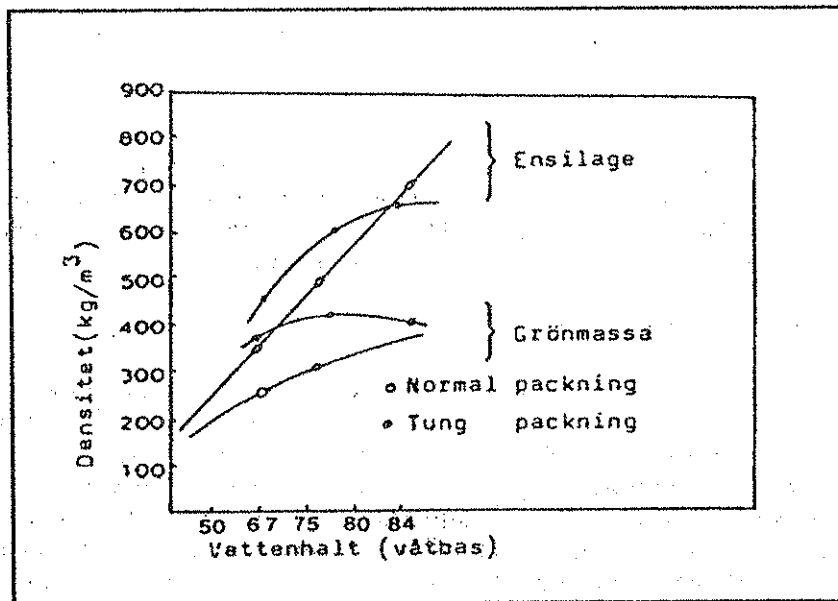


Bild 3. Förhållandet mellan vattenhalt och volymvikt i grönmassa och ensilage vid två packningsgrader (Messer och Hawkins, 1977).

Volymvikten är ett bra mått på hur mycket luft som finns i materialet. Ensilagets maximala densitet är ca 1100 kg/m^3 (Pitt, 1983). Om volymvikten är t ex 400 kg/m^3 är tomrummet per m^3 ca 640 dm^3 . Densiteten hos grönmassan och ensilaget beror bl a på dess vattenhalt, växttrådhalt, hacksel längd och packning. Bild 3 visar hur viktig vattenhalten är för grönmassans och ensilagets densitet. Vid låga vattenhalter blir materialet poröst så att det krävs speciella åtgärder för att kompensera denna negativa inverkan, t ex gastäta silor.

Liknande resultat erhöll Segler och Winkeler (1955) som gjorde försök med betblast och lusern. Bild 4a visar förhållandet tomrum/fastmaterial och hacksel längdens inflytande på dessa vid två vattenhalter. Man kan öka grönmassans densitet med 50-100% om man går från slaghack till en kort hackelse (1-2 cm). Med krossning finns något att vinna men inte så mycket jämfört med kort hackelse. Den kortare hackelsen hade större påverkan på densiteten desto torrare och växttrådrigare grönmassan var.

Hacksel längden har litet inflytande på volymvikten hos det under belastning konserverade färdiga ensilaget (bild 4b).

Préssaftmängden

Beror i första hand på grönmassans vattenhalt men hacksel längden har en viss inverkan på den, särskilt vid kortare längder (bild 4c).

Tabell 1. Volymvikten i kg/m³ vid transport av grönmassa med olika hackselälgd. Klöver-gräsvall med ca 78 % vattenhalt (Nilsson, 1969)

Hackselälgd	0.5 cm	2 cm	5 cm	Dubbelhack	Slaghack
Volymvikt, kg/m ³	340	240	210	200	180

Växtmassans sönderdelning inverkar positivt på grönmassans densitet vilket framgår av tabell 1. Den kraftigaste volymviktsökningen inträffar i området under 2 cm hackselälgd (Nilsson, 1969). Liknande resultat erhöil Segler och Winkeler (1955) i sina försök med betblast och lusern.

3.3. Förtorkning och temperatur

Förtorkning av grönmassan har flera positiva effekter. Den hämmar smörsyra-bakterierna, koncentrerar kolhydraterna, minskar pressaftförlusterna och möjliggör konservering vid högre pH-värde (McDonald, 1981). Men den förtorkade grönmassan packar sig sämre och ju längre man driver förtorkningen desto svårare blir packningsprocessen och mängden luft i massan ökar. Detta medför en temperaturförhöjning och goda förutsättningar för skadliga mikroorganismer att utvecklas. För att kompensera denna negativa inverkan behöver man vidta åtgärder i den andra riktningen, t ex korthackning och noggrann packning, täckning och belastning (Nash, 1978).

3.4. Baljväxtensilering

Leguminoserna är viktiga grödor på grund av att de är proteinrika och med hjälp av bakterier kan binda luftens kväve. Ensilering av baljväxter är vanskelig och kan lätt resultera i smörsyrarjäsning på grund av att de har lågt innehåll av lösligt socker, hög vattenhalt och stor buffrande förmåga (McDonald, 1981). För att få ett bra ensilage behövs åtgärder som gynnar ensileringsprocessen. Snabb inläggning, förtorkning, tillsatsmedel och en omsorgsfull packning, täckning och belastning är önskyärda (Watson och Nash, 1960; Nash, 1978; Castle, 1983).

För att få en tillfredsställande blandning bör grönmassan sönderdelas när man använder tillsatsmedel (Watson och Nash, 1960; Nash, 1978).

3.5. Förluster

I litteraturen finns endast några få studier där hackselälgdens inverkan på förlusterna redovisas. De kan variera inom vida gränser och gå från ett oundvikligt minimum på 7% till 40% eller mer (Zimmer, 1980).

Helt kontra sönderdelat ensilage

Watson och Nash (1960) sammanställde resultaten av 304 försök där helt ensilage jämförts med hackat. Hackselälgden avges inte men den var betydligt längre än den som är vanlig idag. Torrsubstansförlusterna för färskt material minskade från 23,1 i helt till 19,6% i hackat och för förtorkad från 14,9 till 12,9%. Buysse (1962) redovisar resultatet av 28 försök. Han arbetade med små torrsilor rymmande ca 1300 kg och fodret var en blandning av klöver och gräs (Ängsvingel). Torrsubstansförlusterna minskade från 26,3 till 11,4% när materialet var hackat. Förlusterna av smältbart protein förhöll sig på liknande sätt.

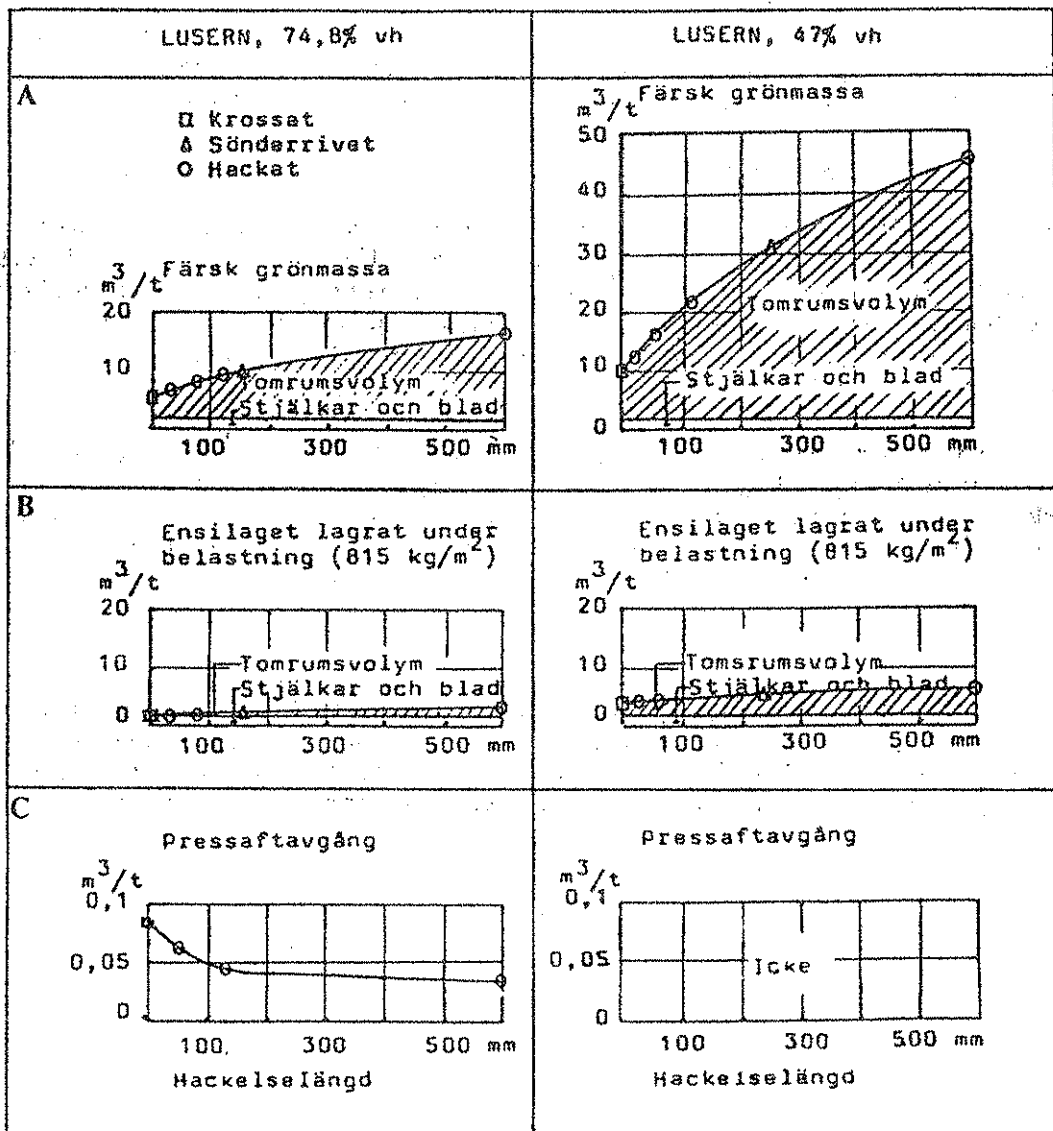


Bild 4. Volymbehov för färsk inlagd och under tryck lagrad luserngrön-
massa och pressaftavgång för grönmassa, behandlad med krossning,
sönderrivning och olika hackselängder vid 74,8 och 47% vatten-
halt (Segler och Winkeler, 1955).

Hellberg m fl (1960) analyserade resultaten av 121 nordiska ensileringsförsök under praktiska förhållanden. Torrsubstans- och proteinförlusterna minskade 2-3 resp 2-5 procentenheter när fodret var hackat. Då grömassan var förtorkad och hackad sänktes torrsubstans- och proteinförlusterna med 7 resp 6 procentenheter jämfört med helt och färsk material.

Lång- och korthackat ensilage

Lindell m fl (1970) anger att en kort hackselängd medför att energiförlusterna sänks från 30% vid 7,6 cm hackselängd till 15% vid 1,9 cm och proteinförlusterna från 25 till 15% för motsvarande hackselängder. Kortare hackselängd hade ingen ytterligare positiv verkan. De arbetade med sju meter höga törnsilor och ett ej förtorkat material som var en blandning av gräs och klöver.

Parker (1982) redovisar att exakthackad grönmassa ger tre procentenheter lägre förluster än slaghackad massa varvid dock den först nämnda hade förtorkats under dåligt väder. Levitt m fl (1964) och Baxter m fl (1966) fann endast små skillnader i omsättningsförluster när olika maskiner användes.

Slutsats

Det är fullt klart att hackning av grömassan minskar torrsubstans- och proteinförlusterna med några procentenheter jämfört med helt material. Det finns inte tillräckligt underlag i litteraturen för en bedömning av hur de olika hacktyperna påverkar förlusterna under olika förutsättningar.

4. KONSERVERINGSKVALITET

Ensilagetets näringsvärde beror främst på grödans ursprungliga näringsvärde och hur väl dess näring har konserverats under ensileringsprocessen. Grödans kvalitet bestäms av bl a växtslag, gödsling och utvecklingsstadiet som har en betydande effekt på näringsinnehållet. I allmänhet har ensilaget samma näringsvärde som grönmassan om ensileringsprocessen har skett under gynnsamma betingelser. Om så inte har varit fallet kan det förekomma en avsevärd minskning i näringsvärde (Watson och Nash, 1960).

4.1. Hel eller sönderdelad grönmassa

Under 50- och början av 60-talet gjordes flera studier där hela grönmassan jämfördes med sönderdelad. Murdoch m fl (1955) uppnådde en snabbare bildning och högre halt av mjölksyra, lägre ammoniakthal och mindre smörsyrahalt då grönmassan var söndersliten eller hackad. Buysse (1962) drar samma slutsats efter 28 försök i små silor (1,3 ton) med hackad klöver-gräsgrönmassa jämförd med hel. Hellberg (1963) sammanställde resultaten av 229 analyser av klöver-gräsenilage under nordiska förhållanden. Det hackade ensilaget hade lägre pH-värde, smörsyrahalt och ammoniakthal än det hela. Samtidigt hade utvecklingsstadiet stort inflytande på resultatet. En tidig skörd är en "faktor av allra största betydelse för gott ensileringsresultat" (Hellberg, 1963). Hackning kunde inte helt kompensera de negativa effekterna av ett sent skördat vallfoder (över 30% växttråd).

4.2. Hackelsens inverkan på konserveringen

Sedan det klargjorts att hackning har en positiv effekt på ensileringsprocessen har försöksverksamheten inriktats på att bestämma vilka hackelslängder som är lämpligast särskilt i samband med förtorkning och tillsatsmedel.

4.2.1. Färsk grönmassa, ej förtorkad och utan tillsatsmedel

I litteraturen finns det flera försök där hackelselägdens inverkan på ensilagekvaliteten redovisas. Lindell m fl (1970) ensilerade i tornsilor en klöverrik vall med mycket låg torrsustanshalt (13% i större delen) vid de tre hackelslängderna 76, 19 och 5 mm. Man erhöll inga kvalitetskillnader mellan hackelslängderna. På grund av den låga torrsustanshalten packade sig grönmassan väl utan hackning. Kvaliteten var tillfredsställande: pH 4,9, ammoniakthal ca 10%, ättik-, mjölk- och smörsyrahalterna var ca 5,5, 4,0 resp 0,7% av torrsustansen.

I ett annat försök med en blandning av klöver och gräs med en inläggningsvattenhalt av ca 78% erhöll samma forskare ett annorlunda resultat. De kortare hackelslängderna visade bättre konserveringsegenskaper: lägre smörsyrahalt, ammoniakthal och pH och högre mjölksyrinhalt (tabell 2). Dessa skillnader var statistiskt säkra.

Dulphy och Demarquilly (1973) jämförde slag-, dubbel- och exakthackade gräsenilage i 12 försök. Det exakthackade ensilaget hade lägre pH och smörsyrahalt och högre mjölksyrinhalt än de andra men kvaliteten var inte tillfredsställande i alla försök trots den korta hackelsen (ammoniaktalet var 20% eller högre i några). Smörsyrahalten var särskilt hög i ensilage berett av material skördat med slag- eller dubbelhack (ca 3,5% av torrsustansen).

Deswysen m fl (1978) som arbetade med rajgräs i små silor (300 kg) och hackelslängderna 5,3 och 1,8 cm erhöll liknande resultat. Ensilaget med den kortare hackelslängden hade bättre kemiska egenskaper men kvalite-

ten var inte tillfredsställande i något av fallen.

Tabell 2. Hackelselängdens inverkan på ensileringsresultatet. Klöver-gräs med ca 22% torrsbstanshalt vid inläggning (Lindell m fl, 1970)

	Nominell hackelselängd, mm		
	76	19	5
Torrsbstanshalt, %	24,3	25,4	26,3
pH	4,7	4,4	4,1
Ammoniaktal	13,0	10,2	7,7
Ättiksyra, % av torrsbstansen	5,9	4,2	2,2
Smörsyra, % av torrsbstansen	0,69	0,04	0,02
Mjölksyra, % av torrsbstansen	6,3	9,1	12,9

I en undersökning i Skarabörqsregionen med 436 gårdar fann man ett klart positivt samband mellan ensilagekvaliteten och kort hackelse men också med förtorkning (Arlas Göteneförvaltning och Lantbruksnämnden i Skarabörqs Län, 1981).

Slutsats. - En kort hackelselängd har en klart positiv inverkan på ensilagekvaliteten men är inte alltid tillräcklig förutsättning för ett gott resultat med ej förtorkad grönmassa. Effekten avtar med högre vattenhalt i grönmassan. Vid vattenhalter över 80% packar sig grönmassan relativt väl och kvalitetsskillnaderna på grund av olika hackelselängder är mindre.

4.2.2. Förtorkad grönmassa utan tillsatsmedel

Det största problemet med förtorkad grönmassa är att den packar sig dåligt. Kort hackelselängd bör därför ha positivt inflytande på ensilagekvaliteten. Det finns bara några få försök redovisade i litteraturen där detta påstående bekräftas. Lindell m fl (1970) ensilerade i torrsilor en gräsgrönmassa som inte var förtorkad men hade en vattenhalt mellan 69,9 och 73,5%. Den hackades till 76, 19 och 5 mm nominell hackelselängd. Analysen visade bättre kvalitet ju kortare hackelselängden var (lägre pH, ammoniak-tal och smörsyrhalt och högre mjölksyrhalt). Vid 76 mm hackelselängd förekom en livligare omsättning i fodret vilken medförde större förluster (33% av energin) och en minskning av råproteinets smältbarhet, detta jämfört med ensilage berett av material hackat till längden 19 mm.

Dulphy och Demarquilly (1973) erhöill bättre konserveringskvalitet i exakt-hackat ensilage än i sådant skördat med dubbel- eller slaghack. Parker (1982) fick sämre kvalitet med exakthackad och under ett dygn med dåligt väder förtorkad grönmassa än med slaghackad, ej förtorkad grönmassa som tillsatts 1,7 l myrsyra per ton färsk massa. Förtorkning under dåligt väder har negativt inflytande på konserveringskvaliteten på grund av att värdefulla kolhydrater förloras och vattenhalten inte sjunker i önskvärd grad.

De Brabander m fl (1983) ensilerade förtorkad rajgräs dels hackat till två längder dels lastat med lastarvagn (21 knivar). Silotypen anges inte. Konserveringen var i allmänhet bra men det långa materialet från lastarvagn hade något högre smörsyrahalt i en silo och högre växttrådhalt i en annan.

Slutsats. - Av dessa få försök att döma har en kort hackselängd medfört en positiv inverkan vid konservering av förtorkad grönmassa.

4.2.3. Ej förtorkad grönmassa med tillsatsmedel

Myrsyra är det enda tillsatsmedel som i litteraturen redovisas i relation till hackselängden. Myrsyran har klart positiv effekt på ensileringsprocessen vilket gör hackselängdens inflytande mindre markant. Dulphy och Demarquilly (1973) jämförde exakthackat ensilage med sådant som skördats med dubbel- eller slaghack. Till stor del var ensilagen väl konserverade även om den kortare hackelsen föranledde bättre konserveringsegenskaper. Försöket gjordes med 4 m³ silor och vallfodrets sammansättning var olika.

Deswysen m fl (1978) fick liknande resultat i små silor med lång (5,3 cm) och kort (1,8 cm) hackelse av rajgräs. Kort hackelse och tillsatsmedel förbättrade omsättningen i ensileringsprocessen. Commerford och Flynn (1979) redovisar tre års försök där exakthack, dubbelhack och lastarvagnar i kombination med slagslättermaskin och rotorlättermaskin studerades. Silorna var av plansilotyp och gräset packades och täcktes väl. Ensilageanalysen visade att materialet konserverades i stort sett väl men det fanns en tendens till att rotorlättermaskin + lastarvagn resulterade i ett ensilage med högre pH-värde och ammoniakthal.

Gordon (1982) redovisar ett försök där dubbelhack och exakthack inställd för lång och kort hackelse jämfördes. Partiklarnas längd var 47, 52 resp 14 mm och grönmassan var rajgräs som tillsattes 2,4 l myrsyra per ton massa. Hackselängden påverkade inte ensilagens omsättning så som den återspeglas i pH-värde, ammoniakthal och halten av organiska syror. Författaren menar att detta förklaras av myrsyran, stora silor och snabb inläggning.

Andersson (1982) jämförde slag- och exakthack i tidigt och sent skördat rajgrässlilage tillsatt 2,3 l myrsyra per ton. Den kortare hackselängden påverkade inte omsättningen i den tidigt skördade grönmassan men hade en positiv inverkan på pH-värde och ammoniakthal i den sent skördade. I allmänhet var utvecklingsstadiet viktigare än hackselängden vad gäller konserveringskvaliteten.

Slutsats. - Kort hackelse har positivt inflytande på ensilagens konserveringsegenskaper i samband med myrsyra men effekterna är mindre än i ensilage utan tillsatsmedel. Om övriga ensileringsförutsättningar är mycket goda har hackselängden en minimal inverkan på konserveringsresultat.

4.2.4. Förtorkad grönmassa med tillsatsmedel

Svag förtorkning till 25% torrsbstanshalt och ca 2,5 l myrsyra per ton grönmassa är en vanlig behandling i engelsk försöksverksamhet för säker ensilering (Castle, 1984). Castle m fl (1979) gjorde ett försök där rajgräsgrönmassan förtorkades ett dygn och hackades till 0,94, 1,74 och

7,2 cm, 2,4 l myrsyra som tillsatsmedel användes. pH-värdet var 3,93, 3,94 resp 4,17. Den längsta hackselängden gav också anledning till en högre smörsyrahalt än de andra trots att täckningen var bra och hade som effekt att temperaturen aldrig steg över 25° C i någon silo. I ett annat försök jämförde Castle m fl (1981) en tidigt och en senare skördad rajgräsgrönmassa hackad till längderna 11,5 och 19 mm. Ensilagen hade liknande konserveringsegenskaper. Det som beretts av den längre hackelsen hade dock något högre pH-värde men alla var väl konserverade. Samma författare redovisar i en sammanfattning att ett säkert ensileringsresultat uppnås med hackselängden 20 mm, svag förtorkning till 25% torrs substans och myrsyratillsats. Det fordras dessutom noggrann täckning med två lager svart plastfolie som belastas med gummidäck och syllar. Detta recept är särskilt värdefullt för baljväxtensilage.

Slutsats. - Eftersom förtorkad grönmassa packar sig sämre än färsk har en kort hackselängd positiv inverkan på konserveringen. Svag förtorkning, myrsyra och kort hackselängd är en bra kombination för säker ensilering under normala förutsättningar.

4.3. Majsensilage

I allmänhet rekommenderar man att hacka majsen till mindre än 10 mm nominell hackselängd för att få bättre konserveringsegenskaper och högre smältbarhet. Det finns dock resultat från försöksverksamhet som visar att det inte är nödvändigt att hacka så kort. Aerts m fl (1981) ensilerade i sex försök majs med varierande vattenhalt vid de två nominella hackselängderna 4-5 och 12-16 mm. Båda hackselängderna gav ett väl konserverat ensilage. Det korthackade hade dock ett något lägre pH-värde (3,8) än det långhackade (4,0). De Brabander m fl (1982) erhöll liknande resultat i tre års försök med grönmajsensilage vars vattenhalt var 28-34% och hackselängderna 5 och 15 mm.

Slutsats

Majsen är en lättensilerad växt. En minskning av hackselängden från 15 till 5 mm medför därför endast marginella förbättringar i konserveringen enligt ovan diskuterade försök.

5. SMÄLTBARHET OCH HACKELSELÄNGD

Den kemiska sammansättningen och smältbarheten i ensilaget överstämmer i stort sett med grönmassans om det inte har förekommit betydande förluster i ensileringsprocessen. Förlusterna drabbar framför allt den lättast smältbara delen, dvs lösligt socker och protein (Watson och Nash, 1960). Som framgår av föregående har hackningen en positiv inverkan på ensileringsomsättningen, vilket gör att fodrets näring konserveras väl och att grönmassans ursprungliga smältbarhet bibehålls. Samtidigt är det känt att passagehastigheten genom vommen ökar med tilltagande sönderdelning av materialet. Detta orsakar minskad smältbarhet särskilt av växttråden.

5.1. Helt kontra sönderdelat material

I litteraturen finns det bara några få försök redovisade där hackad grönmassa jämförs med hel. Balch m fl (1955) jämförde hackad, söndersliten och hel grönmassa i försök med kor och ungtjurar. I stort sett hade det hackade materialet högre smältbarhet än det hela. Det sönderslitna hade ett mellanvärde. Orsaken verkar vara skillnader i förlusterna vilka medför en ökning av växttrådens andel i materialet och inte någon direkt hackelseffekt. Intressant hade det också varit att sönderdela materialet efter ensileringen för att på så sätt renodla vilken effekt sönderdelningen i sig själv har på smältbarheten.

5.2. Sönderdelat ensilage: nötkreatur

Castle m fl (1979) gjorde försök med ensilage av rajgräs. Medianlängderna på hackelsen var 9,4, 17,4 och 72 mm. Konserveringskvaliteten påverkades ej av hackselängden. Vid fri tillgång till ensilaget visade sig smältbarheten in vivo med kor vara densamma oavsett längden på hackelsen.

I ett annat försök med medianlängderna ca 11 och 18 mm och tidigt respektive sent skördad grönmassa hade hackselängden ingen inverkan på smältbarheten mätt in vivo (Castle m fl, 1981).

De Brabander m fl (1983) jämförde i två försök ensilage framställt av material från exakthack inställd för de nominella längderna 5 och 22 mm med sådant från lastarvagn med 3 och 21 knivar. Ensilaget utfodrades till mjölkkor som konsumerade 9,12 kg torrs substans per dag av fodret. Skillnader mellan de olika behandlingarna var små vad beträffar smältbarhet. Den organiska substansen hade dock ca två procentenheter högre smältbarhet och energivärde i ensilagen med 22 mm hackselängd än i sådant bärgat med lastarvagn eller hackat till 5 mm. Lastarvagnsensilagens lägre smältbarhet förklaras av att det hade högre växttrådhalt än de andra och anses inte vara en effekt av hackselängden. Det extremt korthackade ensilagens lägre smältbarhet tolkas som en negativ effekt av hackselängden. Lindell m fl (1970) noterade fler störningar i hälsotillståndet hos mjölkkor som hade fri tillgång till ensilage med 5 mm nominell hackselängd än hos djur som erhöll ensilage av längre hackelse.

Rörande majsensilage anger De Brabander m fl (1982) att hackselängderna 5 och 16 mm inte har något inflytande på smältbarheten bestämd in vivo med mjölkkor vid en grönmassavattenhalt mellan 66 och 34% och en ensilagekonsumtion av 14 kg torrs substans.

Slutsats

Det verkar som om hacksel längden inte har någon inverkan på smältbarheten vid längder upp till 10 mm om ensileringsprocessen inte påverkats. Kortare hacksel längder kan ha negativt inflytande på smältbarheten bestämd in-vivo men försöksunderlaget är för litet för säkra slutsatser under olika förutsättningar, särskilt för olika kombinationer av grov- och kraftfoder i foderstaten.

5.3. Sönderdelat ensilage: får

Dulphy och Demarquilly (1973) fann inga skillnader i smältbarhet mellan slag-, dubbel- och exakthackat ensilage i en försöksserie med 34 silor där det inte förekommit avsevärda förluster i ensileringsprocessen. Deswysen m fl (1978) erhöll liknande resultat för långt (5,3 cm) och kort (1,8 cm) ensilage vid fri tilldelning. Hackning av det långa ensilaget just före utfodringen påverkade inte smältbarheten. Den höga smältbarheten av det långa materialet förklarades av mindre konsumtion och lägre passagehastighet. Detta resultat bekräftades av Anderson (1982) som dessutom konstaterade att utvecklingsstadiet hade stort inflytande på smältbarheten.

I ett mycket kort material (2-3 mm) erhöll Thomas m fl (1976) en sänkning av torrsubbstansens, den organiska substansen och kvävet's smältbarhet med 4, 4,2 och 10,7 procentenheter jämfört med ett längre ensilage (10-20 mm). Orsaken till detta verkar vara det kortare materialets högre passagehastighet genom vommen. Ensilaget var av hög kvalitet, gjort av rajgräs och det kortare materialet framställdes efter ensileringsprocessen genom hackning av det längre.

Liknande resultat fick Aerts m fl (1981) med majsensilage vilket hackades som grönmassa till 12-16 mm och 4-5 mm nominell hacksel längd och med en vattenhalt mellan 64,6 och 76,5% i ensilaget. Smältbarheten av torrsubstans, råprotein och växttråd var 3,6, 6,0 och ca. 6 procentenheter lägre för det kortare än för det längre materialet. Resultaten är statistiskt signifikanta.

Schwarz och Kirchgebner (1982) fick motsatt tendens med hacksel längderna 4, 7 och 15 mm vid en ensilagevattenhalt av ca 71%. Den kortare hacksel längden medförde högre smältbarhet. Dessa resultat är emellertid inte statistiskt signifikanta.

Slutsats

Det verkar som om hacksel längden inte har någon negativ inverkan på smältbarheten så länge den är över 10 mm. Vid kortare hacksel längder ökar passagehastigheten genom vommen vilket medför att smältbarheten sjunker. Dessa hacksel längder förekommer dock knappast, under praktiska förhållanden.

6. ENSILAGETS KONSUMTION

Foderkonsumtionen påverkas av flera faktorer bundna till både djur och foder. Växtmaterialets sönderdelning påverkar ensilagekonsumtionen på två sätt, dels gynnas ensileringsomsättningen så att foderkvaliteten blir bättre och dels ökar passagehastigheten genom vommen (McDonald, 1981). Om hackningen drivs för långt (mindre än 10 mm) kan smältbarheten minska, särskilt för växttråden, på grund av för hög passagehastighet. I litteraturen redovisas flera försök där konsumtionen studeras. De är utförda under olika förutsättningar. Jämförelserna har därför ett begränsat värde.

6.1. Helt kontra sönderdelat ensilage

På 50- och 60-talen jämfördes helt med hackat eller sönderslitet ensilage. Resultaten som visas i tabell 3 är varierande, speciellt vad beträffar slaghackat ensilage och får. Murdoch (1965) fann att nötkreaturen konsumerade mer ensilage när det var hackat men Gordon m fl (1958) erhöll inga signifikanta skillnader i ensilageupptagande med mjölkkor.

Idag är dessa jämförelser mindre relevanta eftersom grönmassan i allt större omfattning bärgas hackad.

6.2. Sönderdelat ensilage: nötkreatur

Hackelselängdens inflytande på nötkreaturens foderkonsumtion är sammanställd i tabell 4. Det verkar som om foderkonsumtionen ökar med avtagande hackelselängd men resultaten varierar i de olika försöken. Några forskare har erhållit signifikanta skillnader i foderupptagande t ex mellan slag- och exakthackat ensilage men inte mellan dubbel- och exakthackat, t ex Dülphy och Demarquilly (1975a) i försök med kvigor. Deswysen (1979) fick med kvigor högre ensilageupptagande för den kortare hackelselängden (1,2 cm) än för den längre (12,2 cm). Gill m fl (1981) erhöll i försök med ungtjurar inga signifikanta skillnader mellan olika hackelselängder.

Mjölkkor

Hackelselängdens inverkan på mjölkornas ensilagekonsumtion är också varierande. Tendensen är att den korta hackelselängden medför högre konsumtion men vissa förbehåll bör göras. Lindell m fl (1970) erhöll med fri ensilage tilldelning högre ensilageupptagande vid 10 mm nominell hackelselängd än vid 76 eller 5 mm. Skillnaden var dock inte statistiskt signifikant. Den senare hackelselängden orsakade hälsoproblem och stora variationer i konsumtionen.

De Brabander m fl (1982) rapporterar för liknande hackelselängder men med högre grovfoderkonsumtion och mindre kraftfodergiva, signifikant högre ensilagekonsumtion för ensilage med 5 mm hackelselängd.

Castle m fl (1981) anger signifikanta skillnader i konsumtion mellan till 11 och 18 mm hackat ensilage vid sent skördat men inte vid tidigt skördat. Samspelet mellan kraftfoder och hackelselängd studerades av dessa forskare (Castle m fl, 1979). Den kortare hackelselängden medförde en ökning av 32% i ensilagekonsumtion utan kraftfoder och 14% med.

Det finns flera faktorer som påverkar ensilagekonsumtionen. De Brabander m fl (1983) nämner såsom några av dessa: ensilagens kvalitet (bl a protein-

Tabell 3. Jämförelse av ensilageskonsumtion (torrsbstans) med helt och sönderdelat material (Marsh, 1978)

Referens	Djur	Ensilageskonsumtion (ts)		
		Helt	Sönderdelat	enhet
McDonald m fl (1965)	Får	60,6	59,9 S*	g/kg W ^{0,73}
Harris och Raynond (1963)	Får	17,7	27,1 S	g/kg W ^{0,73}
	Får	19,9	31,8 S	g/kg W ^{0,73}
	Får	36,3	34,7 S	g/kg W ^{0,73}
	Får			
Murdoch (1965)	Nötkreatur	3,07	3,38 S	kg/djur
			4,12 H	kg/djur
Gordon m fl (1958)	Mjölkkor**	9,95	11,09 H	kg/djur
	Mjölkkor**	7,45	7,32 H	kg/djur

* S avser slaghackat ensilage och H exakthackat ensilage

** Mjölkkorna erhöill en fast kraftfodergiva

halt, smältbarhet, ammoniakhalt, ättiksyrahalt), jordföroreningar, kraftfodermängd och förhållandet grovfoder/kraftfoder. Försök med så många variabler är svåra att genomföra. Samspelet mellan dessa faktorer är därför inte klart fastställt.

Inverkan på ensilagekonsumtionen av hackelselängden i sig själv. - Eftersom den högre konsumtionen av det kortare materialet kan bero på bättre konserveringskvalitet föranledd av den kortare hackelsen har några försök gjorts för att särskilja kvalitetsens inverkan från hackelselängdens. Ensilaget har korthackats just före utfodringen för att eliminera alla skillnader i konserveringsprocessen. Deswysen (1979) erhöill med kvigor 6% högre foderupptagande för det kortare materialet. Murdoch (1965) fick med ungtjurar 22% högre foderkonsumtion när slaghackat ensilage hackades till 2,5-5 cm.

Företräde. - Vid ett försök där korna kunde välja mellan ensilage hackat till olika längder föredrog djuren det kortare materialet. Konsumtionen av det kortaste ensilaget (ca 9 mm) var 52%, 32% av 17 mm ensilage och 16% av det långa ensilaget (72 mm). Detta försök visar att korna föredrar kort hackelselängd, kanske på grund av någon skillnad i lukt eller smak (Castle m fl, 1979).

Majsensilage. - I allmänhet skördas majsensilage med exakthack. Jämförelsen har därför begränsats till olika längder, särskilt mellan 5 och 30 mm. De Brabander (1982) erhöill signifikant högre ensilagekonsumtion med mjölkkor för 5 mm material jämfört med 16 mm vid ca 2 kg kraftfoder och 15 kg ensilage (ts). Andra forskare fann inga signifikanta skillnader i ensilagekonsumtion mellan 6 och 13 mm hackelselängd med mjölkkor och kvigor vid kraftfodergivor mellan 5 och 7 kg ts (Buck m fl, 1969; Miller m fl, 1969 och Huber m fl, 1969).

Tabell 4. Hackselängdens inflytande på ensilagekonsumtionen hos ungnöt och mjölkkor (Marsh, 1978. Uppdaterade)

Ensilagekonsumtion (ts)						
	kraft- foder	Slag- hackat	Grovt hackat	Kort hackat	Enhet	%*
<u>Ungnöt</u>						
Murdoch (1965)	ej	3,38	4,12	-	kg/djur	+22
Dulphy och Demarquilly (1972)	ja		1,59	1,72	kg/100 kg LV***	+ 8
Dulphy och Demarquilly (1975a)	ja	1,67	-	1,77	"	+ 6
	ja	-	1,61	1,66	"	+ 3
	ja	-	1,39	1,42	"	+ 2
	ja	1,74	-	1,87	"	+ 7
	ja	1,71	-	1,81	"	+ 6
	ja	-	1,86	1,86	"	+ 0
	ja	-	1,69	1,78	"	+ 5
Dulphy och Michalet (1975)	ja	1,65	-	2,20	"	+33
	ja	1,40	-	1,78	"	+27
	ja	1,52	-	2,06	"	+35
	ja	1,52	-	2,01	"	+32
Hasting (1974)	ja/ej	4,50	4,82	-	kg/djur	+ 7
	ja/ej	4,20	4,48	-	"	+ 7
	ja	4,87	5,77	-	"	+18
	ja	5,76	6,18	-	"	+ 7
Comerford och Flynn (1979)	ej	7,34	-	8,44	"	+15
	ej	8,60	-	8,84	"	+ 3
	ej	7,20	-	9,44	"	+31
Deswysen (1979)	ej	87,9****		93,3	g/kg W ^{0,75}	+ 6
Gill m fl (1981)	ej		19,0	19,2	g/kg LV	+ 1
	ej		17,2	19,1	"	+11
<u>Mjölkkor</u>						
Tobino m fl (1968)	ja	11,3	-	13,4	kg/djur	+19
Abdel-Malik m fl (1973)	ja	10,9		10,9	"	+ 6
Dulphy och Demarquilly (1975b)	ja	2,0	1,83	2,24	kg/100 kg LV	
Brabander m fl (1976)	ja	11,5	-	12,2	kg/djur	+ 6
	ja	11,9	-	11,6	"	- 3
Retter (1978)	ej	-	7,0	8,3	"	+19
Castle m fl (1981)	ja	-	8,93	8,89	"	+ 0
	ja	-	8,54	9,01	"	+ 5
De Brabander m fl (1982)	ja	9,4**	11,7	12,4	"	+32
	ja	9,2**	10,2	11,2	"	+22
Parker (1982)	ja	6,6	-	7,0	"	+ 6
	ja	8,1	-	8,4	"	+ 3
Gordon (1981)	ja		8,6	8,6	"	+ 0

* Konsumtionsändring av den kortaste i förhållande till den längsta i %.
Avrundade tal.

** Ej slaghackat ensilage utan lastarvagnhackat.

*** LV: levande vikt

**** Långhackat

Slutsats. - Ju kortare hackselängd desto större foderkonsumtion intill en gräns av ca 10 mm. Vid mycket kort hackselängd, ensilage som enda grovfoder och en betydande andel kraftfoder kan det förekomma hälsostörningar på grund av brist på struktur i fodret. Den korta hackselängdens positiva inverkan minskar med stigande kraftfoderandel i givan. För majsensilage har en hackselängd mellan 6 och 13 m inte några fördelar från grovfoderkonsumtionssynpunkt.

6.3. Sönderdelat ensilage: får

Hackselängdens inverkan på fårens konsumtion av ensilage då ensilaget var det enda fodret visas i tabell 5. Det är klart från litteraturen att en kort hackselängd ökar foderupptagandet hos får. Dulphy och Demarquilly (1973) fann i 34 försök att en kort hackelse (0,5-1,5 cm) ökade konsumtionen med 11,9 och 43,9% jämförd med dubbel- (5-15 cm) resp slaghackat ensilage (10-25 cm) och detta utan att smältbarheten minskade. Liknande resultat har andra forskare erhållit.

Ensilagets kvalitet är en viktig faktor i fårens foderupptagande. Dulphy och Demarquilly (1973) fann flera samband mellan konserveringsegenskaper och konsumtion. Ju lägre smörsyrhalt och ammoniakhalt och högre mjölksyrhalt desto större konsumtion. Vid samma hackselängder har kvaliteten stort inflytande på ensilagekonsumtion så att den påverkas av åtgärder som gynnar ensileringsprocessen t ex tillsatsmedel, svag förtorkning, hög inläggningshastighet och en noggrann packning och täckning.

Inverkan på ensilagekonsumtionen av hackselängden i sig själv

Effekten har studerats genom att hacka ensilaget efter ensileringsprocessen så att längdens inverkan på kvaliteten elimineras. Dulphy och Demarquilly (1973) erhöll en konsumtionsökning av 33,1 och 11% när slag- resp dubbelhackat ensilage hackades av en exakthack omedelbart före utfodringen. Deswysen m fl (1978) fick också signifikanta skillnader i torrsbstanskonsumtion när ett långt ensilage (5,3 cm) hackades till kort ensilage (1,8 cm). Thomas m fl (1976) fick 19,3% högre ensilagekonsumtion med ett mycket kort ensilage (3 mm) jämfört med det ursprungliga (10-20 mm hackselängd).

Förklaring till högre konsumtion som följd av kortare hackselängd

Deswysen (1979) gjorde försök med fistulerade får för att förklara den högre foderkonsumtionen vid utfodring av kortare material. Han fann att tuggningen inte helt kompenserar den kortare hackningen. Långa partiklar når vommen och försenar separationen och det kortare materialets flöde till nätmagen. Detta orsakar att även idisslingen blir försenad. Till följd av att det inte finns tillräckligt material i nätmagen framkallas också en pseudo eller falsk idissling som är mindre effektiv än den normala. Partiklarnas nedbrytning blir långsammare vid en lång hackselängd och detta föranleder minskad foderkonsumtion.

Tabell 5. Hackelselängdens inflytande på fårens ensilagekonsumtion som enda foder (March, 1978. Uppdaterade)

	Ensilageskonsumtion (ts)				
	Slag- hackat	Grovt hackat	Kort hackat	Enhet	%*
Dulphy (1972)	26,5	-	48,2	g/kg W ^{0,75}	+ 82
Dulphy m fl (1975)	18,2	35,6	56,7	"	+211/59
	12,3	28,2	53,4	"	+334/89
Dulphy och Demarquilly (1972a)	26,3	-	62,8	"	+138
	26,3	-	44,3	"	+ 68
	36,1	-	48,1	"	+ 33
	37,4	-	45,6	"	+ 22
Dulphy och Demarquilly (1972b)	26,1	-	53,5	"	+105
Dulphy och Demarquilly (1973)	-	44,6	49,9	"	+ 12
	37,8	-	54,4	"	+ 45
Dulphy och Michelet (1975)	24,8	-	54,2	"	+118
	23,3	-	34,7	"	+ 48
	22,6	-	47,5	"	+110
	23,5	-	45,5	"	+ 94
Dulphy och Demarquilly (1975a)	38,4	-	52,5	"	+ 88
	-	38,6	47,1	"	+ 22
Deswysen och Vanbelle (1976)	-	35,1	41,2	"	+ 17
	-	38,6	47,8	"	+ 24
Barry m fl (1978)	56,3	-	72,4	g/OM/kgW ^{0,75}	+ 29
	66,4	-	87,8	"	+ 32
	43,6	-	82,6	"	+ 89
	51,7	-	82,0	"	+ 59
	58,9	-	84,3	"	+ 43
	56,7	-	76,9	"	+ 41
Deswysen (1979)	50,4	-	57,7	g/kg W ^{0,75}	+ 14
Anderson (1982)	37,0	-	52,2	"	+ 41
	38,3	-	47,4	"	+ 24

* Konsumtionsändring av den kortare hackelselängden i förhållande till den längsta i %. Avrundade tal.

Beteende

Den tid som fåren behöver för att konsumera en viss mängd ensilage är mera beroende av fodrets hackselängd än av givans storlek. Foderkonsumtionen per tidsenhet påverkas av hackselängden, ju längre hackelse desto lägre konsumtion per tidsenhet (Dulphy och Demarquilly, 1973; Deswysen, 1979).

Slutsats

En kort hackselängd medför högre ensilagekonsumtion än en längre på grund av bättre konserveringskvalitet och effektivare idissling.

7. HACKSELÄNGDENS INVERKAN PÅ PRODUKTIONEN

Korthackad ensilage borde medföra högre produktion jämfört med långstråigt eller helt. Resultaten från försöksverksamheten är få och varierande och tillåter inte några allmänna, under olika förutsättningar, giltiga slutsatser som kan bekräfta ovanstående hypotes. Som framgår av det föregående medför kort hackelse bättre betingelser för ensileringsprocessen och, i vissa fall, högre ensilagekonsumtion än lång hackelse.

7.1. Mjolkproduktion

Hackselängdens inverkan på mjolkproduktion är enligt försöksresultaten växlande och svår att förutsäga.

Positiv effekt

Dulphy och Demarquilly (1975b) erhöll vid ca 2,5 kg kraftfoder per dag och fri ensilagetilldelning signifikant högre avkastning av 4-procentig mjölk med exakthackat ensilage (0,4 cm) jämfört med slaghackat (10 cm) eller dubbelhackat (8,5 cm). Dessutom var viktökningen 213, 152 och 3 gr per dag för det korta, dubbelhackade resp långstråiga ensilaget. Den bättre produktionen för det korthackade ensilaget hängde samman med den signifikant högre ensilagekonsumtionen.

Castle m fl (1979) lämnar uppgifter från försök där mjölkavkastningen var 7% högre när hackselängden minskade från 72 mm till 9,4 mm vid fri ensilagetilldelning och ett proteinrikt kraftfoder (1,4 kg jordnötter per 10 kg mjölk) men mjölkproduktionen låg på samma nivå med ett proteinfattigt kraftfoder (betor). Orsaken till den högre mjölkavkastningen var det högre foderupptagandet för det kortare materialet. Det förefaller således att det finns ett samspel mellan hackselängd, ensilagekonsumtion och nödvändig proteinhalt i kraftfodret.

Ingen effekt

Flera forskare rapporterar resultat där hackselängden inte har någon signifikant inverkan på mjölkavkastningen. Gemensamt för dessa försök är att hackselängden inte i större utsträckning har påverkat ensileringsprocessen och att kraftfodergiven är ca 7 kg.

Castle m fl (1981) jämförde 11 och 18 mm hackat ensilage och fann inga signifikanta skillnader i mjölkavkastning eller sammansättning. Lindell m fl (1970) erhöll inte heller signifikanta skillnader med 72, 19 och 5 mm hackselängder vid fri ensilagetilldelning (enda grovfoder) eller vid begränsad ensilagegiva och 2 kg hö trots att gruppen med fri ensilagetilldelning visade stora variationer i foderkonsumtion och avkastning.

Vid större skillnader i hackselängden, dvs, slaghackat kontra exakthackat ensilage registrerar Gordon (1982) inga signifikanta skillnader i mjölkavkastning eller fetthalt. Gordon studerade effekten av kraftfodertilldelning vid olika hackselängder (47, 52 och 14 mm) så att en djurgrupp fick en fast kraftfodergiva av 7,6 kg och den andra gruppen enligt avkastning. Kraftfodertilldelning och hackselängd påverkade inte på ett signifikant sätt mjölkavkastning eller fetthalt.

De Brabander m fl (1983) fann inga signifikanta skillnader i mjölkavkastning, fett eller proteinhalt med ensilage som bärgats med exakthack (5 och 22 mm) eller lastarvagn. Gräset var förtorkat och kraftfodergivna ca 4,5 kg.

Andra aspekter i mjölkproduktionen

Hacksel längd och struktur. - Otillräcklig struktur i fodret kan orsaka sänkt fetthalt i mjölken. De Brabander m fl (1983) ger förutom hacksel längden flera faktorer som påverkar detta fenomen:

- Förhållandet grovfoder/kraftfoder. Detta verkar vara viktigare än hacksel längden
- Den totala grovfoderkonsumtionen
- Antalet utfodringstillfällen
- Kraftfodrets sammansättning
- Fodergivans buffrande effekt
- Djurfaktorn. Stora variationer förekommer mellan olika individer

Det finns flera exempel i litteraturen där den nominella hacksel längden 5-10 mm har gett tillräcklig struktur åt ensilage som enda grovfoder vid fri tilldelning för att inte medföra fetthaltminskning vid en kraftfodergiva mellan 3 och 8 kg (Dulphy och Demarquilly, 1975; Castle m fl, 1979; Parker, 1982; De Brabander m fl, 1983). Å andra sidan observerade Lindell m fl (1970) periodvisa variationer i fetthalt med längderna 5, 19, och 72 mm hackat ensilage som enda grovfoder och ca 7 kg kraftfoder. De Brabander m fl (1982) erhöll en signifikant fetthaltminskning i ett försök av tre med majsensilage som var hackat till 5 mm jämfört med 16 mm.

Något försök där ensilage med kort hacksel längd kombinerats med kraftfodergivor över 10 kg ingår inte i den genomgångna litteraturen. Däremot har korthackat hö studerats. En giva av 13 kg kraftfoder och 6 kg hö hackat till 6,2 mm minskade fetthalten med 0,1-0,2 procentenheter (Van Reeuwijk och Wentink, 1976). Liknande resultat erhöll Van Reeuwijk (1975) med ca 12 kg kraftfoder och 3 kg halm hackad till 6 mm.

Av dessa resultat och några andra drog De Brabander m fl (1983) slutsatsen att en hacksel längd av ca 10 mm ger tillräcklig struktur för att förebygga fetthaltminskning vid normal kraftfodergiva.

Majsensilage. - Försöksverksamheten har i första hand inriktats på hacksel längden 5-16 mm. Detta på grund av att kärnorna bör brytas eller skadas för att öka deras smältbarhet. Dessa försök har inte gett signifikanta skillnader i mjölkproduktionen men en liten fetthaltminskning har observerats i två försök. Miller m fl (1969) erhöll fetthaltsänkning med 11-13 mm hackat ensilage och 7-9 kg kraftfoder.

De Brabander m fl (1981) med 5 mm hackat majsensilage och ca 2 kg kraftfoder fick också sänkt fetthalt i ett försök av tre. Å andra sidan fann Schwarz och Kirchgebner (1982) ingen signifikant skillnad i mjölkproduktion eller -sammansättning med 4,7 och 15 mm hackat ensilage (fri tilldelning) och 2 kg hö. De Brabander m fl (1981) rapporterar ingen signifikant skillnad i mjölkproduktion vid jämförelse av 5 och 16 mm hackat ensilage i tre försök varav dock ett resulterade i en fetthaltminskning.

Slutsats. - Det verkar som om de korta hackselängderna främst påverkar mjölkproduktionen via foderkonsumtionen. Detta inträffar vid låga kraftfodergivor (mindre än 4 kg). Fetthaltsminskning orsakad av bristande struktur i fodergivan förekommer vid mycket kort hackselängd (mindre än 10 mm) eller vid stora kraftfodergivor (över 50% av totala fodergivan). Ytterligare försök fordras att säkra dessa slutsatser under olika förutsättningar.

7.2 Köttproduktion

Hackselängdens inflytande på köttproduktionen liksom för mjölkproduktionen är varierande.

Positiv inverkan

Dulphy och Demarquilly (1975a) erhöll större ökning i levande vikt (+126 och +84 g/d) med exakthackat ensilage än med slag- och dubbelhackat ensilage vid fri ensilagetilldelning och något kraftfoder. Den högre produktionen med det kortare materialet torde vara en följd av högre foderkonsumtion och bättre utnyttjande av fodrets organiska substans.

Commerford och Flynn (1979) fick liknande resultat i två år av tre år då de jämförde exakthackat ensilage med lastarvagnsensilage vid självutfodring eller fri ensilagetilldelning. I ett försök förelåg ingen skillnad mellan dubbel- och exakthackat ensilage. I ett försök med ungtjurar studerade Gill m fl (1981) hackselängdens inverkan med förtorkat och direkt skördat material. Man erhöll signifikant större viktökning för det kortare och förtorkade materialet. Då tidigt och sent skördat ensilage jämfördes hade kort hackselängd en signifikant positiv inverkan i sent skördat ensilage men inte i det andra. Man konkluderar att kort hackselängd är viktig vid låg smältbarhet. Troligen orsakades den bättre produktionen av en högre foderkonsumtion för det kortare materialet.

Ingen signifikant inverkan

Reardon (1975) fann ingen signifikant skillnad i produktionen mellan slag- och exakthackat ensilage vid självutfodring av ungtjurar. Liknande resultat har erhållits med majsensilage för hackselängder mellan 6,4 och 32 mm (Penning m fl, 1976; Geasler m fl, 1967).

Slutsats

Litteraturunderlaget är för litet för att tillåta säkra slutsatser, men det förefaller som om den korta hackselängden skulle ha positiv inverkan på produktionen vid sent skördat ensilage (högt växttrådinhåll).

7.3 Fårproduktion

Det finns bara några få försök rörande hackselängdens inflytande på fårproduktionen. Enligt Dulphy och Demarquilly (1973) kan det korthackade ensilaget endast underhålla djuret (ca 30 smältbar organisk substans per kg levande vikt ^{0,75}). Det slaghackade tillgodoser inte detta behov.

När ensilage utfodrades som tillägg i betningsperioden fann Rattray (1977) ingen signifikant skillnad i viktökning mellan exakt- och slaghackat ensilage av förtorkad grönmassa. Vid ett ytterligare försök med tackor erhöll Rattray m fl (1978) små skillnader i viktökning mellan slaghackat och grovt hackat ensilage. Detta kan ha sin grund i att djuret kompenserar den mindre konsumtionen av långsträigt material med ett större upptagande av bete så att den totala konsumtionen är oförändrad.

Majsensilage till får synes inte ha studerats med avseende på hackelse-längdens inverkan på produktionen.

Slutsats

Försöksunderlaget är för litet för att dra några som helst slutsatser, men det skulle vara intressant att studera hur högre ensilagekonsumtion till följd av kort hackselängd påverkar produktionen.

8. DISKUSSION

Enligt litteraturen medför kort hackselängd (10-20 mm) bättre betingelser för ensileringsprocessen så att det korta, exakthackade ensilaget har bättre konserveringskvalitet än det som bärgats med slaghack, dubbelhack eller lastarvagn med stort antal knivar per m arbetsbredd. Denna positiva inverkan minskar bl a med hög vattenhalt, tillsatsmedel, tidig skörd, noggrann packning och täckning, höga tornsilor, hög inläggningshastighet och sockerrik vallgröda.

Under praktiska förhållanden bör den korta hackselängden i allmänhet betyda ännu mera för kvaliteten än i försöksverksamheten på grund av att praktikern ofta har sämre förutsättningar och mindre resurser att hålla övriga faktorer på optimal nivå. Dessutom grundar sig de flesta slutsatserna på engelska och franska försök med rajgräs som packar sig lättare än våra vanligaste ensileringsväxter timotej, ängsvingel och klöver.

Strävan efter hög ensilagekvalitet bör vara större i Sverige än i England eller Frankrike på grund av att våra kor har högre mjölkproduktion. Det är därför önskvärt med ett ensilage av synnerligen hög kvalitet för att tillfredsställa deras näringsbehov.

Dessa aspekter talar för att exakthacken i allmänhet är fördelaktig med hänsyn till ensilagens kvalitet och användbarhet. Men det är också möjligt att producera ett ensilage med goda konserveringsegenskaper med hjälp av dubbelhack, lastarvagn eller slaghack om man kompenserar den negativa inverkan av den längre hackelsen med bl a högre vattenhalt, tidig skörd, hög inläggningshastighet, tillsatsmedel, noggrann packning och täckning.

Hackselängdens inflytande på mjölk-, ungnöts- och fårproduktionen är varierande. Om den inte påverkar konserveringsprocessen eller/och konsumtionen synes den inte heller influera på produktionen. Försöksunderlaget är för litet för slutsatser under olika förutsättningar. Försöken ger inte heller någon säker förklaring till den lilla produktionsökning i fårskötseln som följer av högre ensilagekonsumtion vid kort hackselängd.

SAMMANFATTNING

Hackar

De vanligaste och mest aktuella hackarna är: exakt-, dubbel- och slaghack. För närvarande har intresset ökat för lastarvagnar utrustade med 30 eller flera knivar som ett billigt hacknings- och transportalternativ.

Exakthacken är den enda som egentligen hackar grönmassan. Hackselängden är lätt ställbar men exakthacken är dyrare och stenkänsligare än de andra maskinerna. Å andra sidan är slaghacken enkel, relativt billig och okänslig för stenar. Dubbelhacken har egenskaper som står emellan dessa.

Hackning och ensileringsprocessen

Hackelseegenskaperna är en faktor bland flera som påverkar ensileringsresultatet. Grönmassans sönderdelning gynnar ensileringsförloppet genom:

- Ympning av mjölksyrabakterier
- Ökning av grönmassans densitet och underlättande av packning
- En viss mängd av växtsaften blir tillgänglig för mjölksyrabakterier före cellernas död
- Blandning av stjälkar och blad vilket orsakar en mera likformig omsättning
- Underlättande av grönmassans blandning med eventuellt tillsatsmedel

Kvalitet

Hackning leder till mindre förluster och bättre konserveringsegenskaper jämfört med helt ensilage. Av de olika hackselängderna hade det kortare materialet i de flesta försöken den bästa konserveringskvaliteten. Exakthacken är vid kort hackselängd överlägsen såväl dubbel- och slaghack som lastarvagn med avseende på konserveringsresultat. Exakthackens fördelar i jämförelse med de andra maskinerna, minskar med högre vattenhalt, tillsatsmedel, tidig skörd och hög tornsilo. En hackselängd av ca 20 mm, svag förtorkning, myrsyra och noggrann packning och täckning är ett gott recept för att lyckas med ensilage av vanliga vallgrödor. Majsens är en så ensileringsvänlig gröda att konserveringskvaliteten inte påverkas av hackning mindre än 16 mm och torrsustanshalt mindre än 35%.

Smältbarhet

Hackselängden påverkar inte smältbarheten så länge den inte influerar på förlusterna av ensilageets mest smältbara delar. Via mycket kort material (mindre än 10 mm) kan sänkt smältbarhet förekomma med nötkreatur och får på grund av fodrets högre passagehastighet genom vommen.

Ensilagekonsumtion

Kort hackselängd medför högre ensilagekonsumtion. Detta är mer markant med får än med nötkreatur. Effekten minskar med stigande kraftfodergiva till icke signifikant skillnad vid 50% kraftfoder i givor till mjölkkor. Den korta hackselängdens positiva inverkan på konsumtionen har sin grund i bättre konserveringsegenskaper och

underlättat flöde av ensilagepartiklar mellan vommen och nätmagen och effektivare idissling. Å andra sidan kan hälsostörningar och smältbarhetsminskning förekomma vid mycket kort material (mindre än 10 mm).

Produktion

Hackselängdens inverkan på produktionen är varierande. Kort hacksel-längd medförde i några försök en högre mjölkproduktion tack vare högre konsumtion av kort material än av längre. I andra försök påvisades inga signifikanta skillnader i mjölk- eller köttproduktion med nötkreatur utfodrade med ensilage hackat till olika längder. För får är litteraturunderlaget för litet för säkra slutsatser. Flera försök behövs för att förklara de skiftande resultaten vad gäller hackselängdens inverkan på produktionen.

Exakthack, dubbelhack, slaghack eller lastarvagn

Exakthackens korta hackelse är fördelaktig från konserveringssynpunkt och i vissa fall också beträffande ensilagekonsumtionen. Eftersom den negativa inverkan av de andra hacktypernas längre hackelse kan kompenseras av bl a tidig skörd, högre vattenhalt, ökad inläggningshastighet, tillsatsmedel, noggrann packning och täckning och hackningsmetodens inverkan på produktionen inte är entydig bör andra aspekter såsom maskinkostnader, arbetsbehov, service, silotyp, osv också beaktas vid val av maskinutrustning för ensilering.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Aerts, J.V., Vanacker, J.M., De Brabander, D.L., Cottyn, B.G. & Buysse, F.X. 1981. Influence de la finesse de coupe sur la composition chimique, la digestibilité et la valeur alimentaire de l'ensilage de maïs. *Revue Agric.* 34, 1231-1243.
- Anderson, R. 1982. Effect of stage of maturity and chop length on the chemical composition and utilization of formic acid-treated ryegrass and formic acid silage by sheep. *Grass and Forage Science*, 37, 139-145.
- Arlas. Göteneförvaltning och Lantbruksnämnden i Skaraborgs Län. 1981. Ensilageundersökning inom Arlas Region Skaraborg 1980/81. Undersökningsrapport. 44 s.
- Balch, C.C., Murdoch, J.C. & Turner, J. 1955. The effect of chopping and lacerating before ensiling on the digestibility of silage by cows and steers. *Journal of the British Grassland Society*, 10, 326-329.
- Barry, T., Cook, J.E. & Wilkins, R.J. 1978. The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machine on the utilization of nitrogen in lucerne silages. 1. The voluntary intake and nitrogen retention of young sheep consuming the silages with and without intraperitoneal supplements of DL-methionine. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. Cit. av Marsh (1978).
- Baxter, H.D., Owen, J.R. & Waldo, D.R. 1966. Effect of laceration of chopped forage on preservation and feeding value of alfalfa-orchard grass silage. *Journal of Dairy Science*, 49, 1441-1445. Cit. av Marsh (1978).
- Buck, G.R., Merrill, W.G., Coppock, C.E. & Slack, S.T. 1969. Effect of recutting and plant maturity on kernel passage and feeding value of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 52, 1617-1623. Cit. av Marsh (1978).
- Buysse, F. 1961. Le hachage influence-t-il l'ensilage? *Revue de l'Agriculture* 14, 773-778.
- Castle, M.E. 1983. Some developments in the making and feeding of silage at the institute.
1984 Hannah Research Institute. 69-76.
- Castle, M.E., Gill, M.S. & Watson, J.N. 1981. Silage and milk production: a comparison between grass silages of different chop lengths and digestibilities. *Grass and Forage Science* 36, 31-37.
- Castle, M.E., Retter, W.C. & Watson, J.N. 1979. Silage and milk production; comparisons between grass silage of three different chop lengths. *Grass and Forage Science* 34, 293-301.
- Comerford, P.J. & Flynn, A.V. 1979. The effects of chop length and laceration of grass silage on the performance of beef cattle. (Conference on Forage Conservation in the 80's. Brighton). 388-396. England.
- De Brabander, D.L., Aerts, J.V., Bouchqué, Ch.V. & Buysse, F.X. 1976. Influence de la longueur de hachage de l'herbe ensilée sur l'ingestion chez les vaches laitières. *Revue de l'Agriculture* No 2, 341-354. Cit. av Marsh (1978).

- De Brabander, D.L., Aerts, J.V., Boucqué, Ch.V. & Buysse, F.X. 1982. Influence de la finesse de hachage de l'ensilage de maïs sur l'ingestion et les performances de la vache laitière. *Revue de l'Agriculture* n° 6, 35, 3181-3193.
- De Brabander, D.L., Aerts, J.V., Boucqué, Ch.V. & Buysse, F.X. 1983. Influence de la finesse de hachage de l'ensilage d'herbe pré-fanée sur l'ingestion et les résultats de production chez la vache laitière. *Revue de l'Agriculture* n° 1, 36, 107-122.
- Demarquilly, C. & Dulphy, J.P. 1977. Effect of ensiling on feed intake and animal performance. (Proceedings of International Meeting on Animal Production from Temperate Grassland. Irish Grassland and Animal Production Association. Dublin). s 52-61.
- Deswysen, A.G. 1979. Intake regulation by sheep and heifers fed silage of different chop length. (Forage Conservation in the 80's. Brighton. British Grassland Society. Occasional Symposium No 11). England. s 344-349.
- Deswysen, A. & Vanbelle, M. 1976. The effect of chopping before and after ensiling on the voluntary intake of silage by sheep and heifers. (Paper presented at the 4th Silage Conference, Hurley). Cit. av Marsh (1978).
- Deswysen, A., Vanbelle, M. & Focant, M. 1978. The effect of silage chop length on the voluntary intake and rumination behaviour of sheep. *Journal of the British Grassland Society* 33, 107-115.
- Dulphy, J.P. 1972. Influence of the conservation method of green forages on their digestion rate in the rumen. *Annales de Zootechnie* 21, 525-534. Cit. av Marsh (1978).
- Dulphy, J.P. & Demarquilly, C. 1972a. Effect of type of forage harvester on the feeding value of silages. 1. Preliminary results. *Annales de Zootechnie* 24, 163-173. Cit. av Marsh (1978).
- Dulphy, J.P. & Demarquilly, C. 1972b. Effect of chopping fineness of grass silages on the feeding behaviour of sheep. *Annales de Zootechnie* 21, 443-449.
- Dulphy, J.P. & Demarquilly, C. 1973. Influence de la machine de récolte et de la finesse de hachage sur la valeur alimentaire des ensilages. *Ann. Zootech.* 22, 199-217.
- Dulphy, J.P. & Demarquilly, C. 1975a. Influence de la machine de récolte sur la valeur des ensilages de graminées pour les génisses de race laitière. *Ann. Zootech.* 24, 351-362.
- Dulphy, J.P. & Demarquilly, C. 1975b. Influence de la machine de récolte sur les quantités d'ensilage ingérées et les performances des vaches laitières. *Ann. Zootech.* 24, 363-371.
- Dulphy, J.P. & Michalet, B. 1975. Comparison of the amounts of silage ingested by heifers and sheep as affected by the type of forage harvester. *Annales de Zootechnie* 24, 757-763. Cit. av Marsh (1978).

- Geasler, M., Henderson, H.E. & Hawkins, D. 1967. Effect of state of maturity and fineness of chop on yield per acre and feeding value of corn silage. Michigan Beef Cattle Day Report. Michigan State University, East Lansing. Cig. av Marsh (1978).
- Gill, M., Thomas, C., Gibbs, B.G. & P. 1981. The effect of silage chop length on the voluntary intake and live-weight gain of beef cattle. (6th Silage Conference, Paper No 28. The grassland Research Institute, Hurley). s 55-56.
- Gordon, F.G. 1982. The effects of degree of chopping grass for silage and method of concentrate allocation on the performance of dairy cows. Grass and Forage Science 37, 59-65.
- Gordon, C.H., Derbyshire, J.C. & Kane, E.A. 1960. Consumption and feeding value of silages as affected by dry matter content. Journal of Dairy Science 43, 886-867. Cit. av Marsh (1978).
- Gordon, C.H., Melin, C.G., Wiserman, H.G., Irvin, H.M. & McCalmont, J.R. 1958. Chemical quality, nutrient preservation, and feeding value of silages stored in bunker silos. Journal of Dairy Science 41, 1738-1746. Cit. av Marsh (1978).
- Greenhill, W.L. 1964. Plant juices in relation to silage fermentation. Journal of the British Grassland Society 19, 30-37.
- Harris, C.E. & Raymond, E.F. 1963. The effect of ensiling on crop digestibility. Journal of the British Grassland Society 18, 204-212. Cit. av Marsh (1978).
- Hasting, M. 1972. Investigations into bunker ensilage at experimental husbandry farms and elsewhere during the last decade. A.D.A.S. Quarterly Review, No 5, 1-11.
- Hellberg, A. 1963. Säkrare ensilering. (Jordbrukstekniska Institutet, meddelande nr 300). 73 s. Uppsala
- Hellberg, A., Åkerberg, E., Svensson, K. & Berglund, S. 1960. Hur få ett bra ensilage? (Jordbrukstekniska Institutet, meddelande nr 287) 112 s. Uppsala.
- Honig, H. 1978. The influence of chopping on the fermentation process, (Fifth Silage Conference, Paper No 4. The Hannah Research Institute Ayr). Scotland. s 8-9.
- Huber, J.T., Sandy, R.A. & Miller, C.E. 1966. Recut corn silage for dairy cattle. Journal of Animal Science 25, 914. Cig. av Marsh (1978).
- Levitt, M.S., Hegarty, A. & Radel, M.J. 1964. Studies of grass silage from predominantly *Paspalum dilatatum* pastures in South-eastern Queensland. 2. Influence of length of cut on silages with and without molasses. Queensland Journal of Agricultural Science 21, 181-192. Cit. av Marsh (1978).
- Lindell, L., Lingvall, P., Schmekel, J. & Wiktorsson, H. 1970. Ensilagets häckelselängd: inverkan på konserveringsresultat och kornas foderkonsumtion, produktion och hälsotillstånd. (Jordbrukstekniska Institutet, meddelande nr 334). 29 s. Uppsala.

- Lingvall, P. 1977. Nya grepp inom mjölkproduktionskedjan. II. Skogs- och Lantbruksakademiens tidskrift 116, 393-397.
- Marsh, R. 1978. A review of the effects of mechanical treatment of forages on fermentation in the silo and on the feeding value of the silages. N.Z. Journal of Experimental Agriculture 6, 271-278.
- McDonald, P. 1981. The Biochemistry of Silage. John Wiley and Sons, Ltd. England.
- McDonald, P., Stirling, A., Henderson, A.R. & Whitetenbury, R. 1965. Fermentation studies on red clover. Journal of the Science of Food and Agriculture 16, 549-557. Cit. av Marsh (1978).
- Messer, H.J. & Hawkins, J.C. 1972. The influence of moisture content and chop length of forage maize on silage bulk density and the pressure on bunker silo walls. J. Agric. Engng Res. 22, 175-182.
- Miller, C.H., Poland, C.E., Sandy, R.A. & Huber, J.T. 1969. Effect of altering the physical form of corn silage on utilization by dairy cattle. Journal of Dairy Science 52, 1955-1960. Cit. av Marsh (1978).
- Murdoch, J.C., Balch, D.A., Muriel, C., Holdsworth, C. & Wood, M. 1955. The effect of chopping, lacerating and wilting of herbage on the chemical composition of silage. Journal of the British Grassland Society 10, 181-188.
- Nash, M.J. 1978. Crop Conservation and Storage, in Cool Temperate Climates. Pergamon Press. Great Britain.
- Nilsson, E. 1968. Bör fodret finhackas? Hackelselängden och mekaniseringsmöjligheterna. (NJF. Seminarium om ensilering). 9 s. Uppsala.
- Nilsson, E. 1969. Skörd och inläggning vid ensilering. (Jordbrukstekniska Institutet, meddelande nr 329). 112 s. Uppsala.
- Pahlman, T. 1976. Lastarvagn och höhantering. (Aktuellt från Lantbruks-högskolan 237. Teknik 39). 45 s. Uppsala.
- Parker, J.W. 1982. A comparison between direct cut and wilted metered chop silage for milk production. Expl. Husb. 38, 115-127.
- Pelletier, G., St. Pierre, J.C. & Comeau, J.E. 1976. Composition chimique, digestibilité et ingestion volontaire d'ensilages d'herbes et de maïs par des agneaux. Canadian Journal of Animal Science 56, 65-72. Cit. av Marsh (1978).
- Penning, I.M., Wilkinson, J.M. & Osbourn, B.F. 1976. Effect of maturity and fineness of chopping on the nutritive value of maize silage. Animal Production 22, 153-154. Cit. av Marsh (1978).
- Pitt, R.E. 1983. Mathematical prediction of density and temperature of ensiled forage. Transactions of the ASAE-1983, 1522-1527 and 1532.

- Rattray, P.V. 1977. Effects of feeding various pasture silage supplement to grazing ewes. N.Z. Journal of Experimental Agriculture 5, 345-348.
- Rattray, P.V., Jagusch, K.T., Smith, J.F. & Tervit, H.R. 1978. Flushing ewes on pasture and pasture silage. Proceedings of the N.Z. Society of Animal Production 38. Cit av Marsh (1978).
- Reardon, T.F. 1975. A comparison of flail-chopped and fine-chopped silages. Agricultural Research in the New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries. Annual Report of Research Division 1974-1975., p. 51. Cit av Marsh (1978).
- Schwarz, F.J. & Kirchgebner, M. 1982. Häcksellänge von maissilage und ihr einfluss auf futteraufnahme und milchleistung. Zeitschrift für das wirtschaftseigeme futter, Band 28, Heft 2, 97-106.
- Segler, G. & Winkeler, B. 1955. Der einfluss der zerkleinerung von grünem halmfutter auf die silolagerung. Landtechn. Forsch. 5, 42-47.
- Sjöden, S. 1971. Grovfoderensileringsutförande och resultat vid några mellansvenska gårdar. Examensarbete. (Lantbrukshögskolan, Institutionen för lantbrukets arbetsmetodik och teknik). 23 s. Uppsala.
- Van Reewijk, L. 1975. Oriënterend "struktuuronderzoek" ruwvoerders bij herkauwers op de proefboerderij "De Ossekampen" 1975. IVVO-Hoorn, Documentatierapport nr. 33, pp. 19. Cit. av De Brabander m fl (1982).
- Van Reewijk, L. en Wentink, H.J. 1976. Onderzoek naar de structuurgevende eigenschappen van gehakseld hooi bij melkvee. IVVO-Hoorn, Documentatierapport nr. 33, pp. 19. Cit. av De Brabander m fl (1982).
- Thomas, P.C., Kelly, N.C. & Wait, M.K. 1976. The effect of physical form of a silage on its voluntary consumption and digestibility by sheep. Journal of the British Grassland Society 31, 19-22.
- Watson, S.J. & Nash, M.J. 1960. The conservation of grass and forage crops. Oliver and Boyd LTD, 2nd Edition, London.
- Zimmer, E. 1980. Br. Grassld Soc. Occ. Symp. No. 11, Brighton, 1979, 186-197. Cit av McDonald (1981).

PERSONLIGA MEDDELÄNDEN

- Hellberg, A. 1984. Professor vid Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lingvall, P. 1984. Försöksledare vid inst. för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Nilsson, E. 1984. Försöksledare vid Jordbrukstekniska Institutet, Uppsala.
- Petterson, K. 1984. Försöksassistent vid inst. för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.