

Slutrapport

Ytmyllning av flytgödsel till vall – Effekt på klostridietillväxt i ensilage

Ansvarig projektledare: Thomas Pauly, SLU
Medsökande: Lena Rodhe, JTI

Sammanfattning

Utgångspunkten för detta arbete var ett treårigt projekt med titeln ”Ytmyllning av flytgödsel till vall – miljönytta och praktisk funktion på olika jordar” som har letts av *Lena Rodhe, JTI*, och som genomfördes under perioden 2000 – 2003. Det övergripande målet med detta projekt var att minimera negativa miljöeffekter vid flytgödselspridning till vall, främst med tanke på ammoniakavgång. Det här presenterade arbete var ett komplement till projektet ovan och hade som mål att undersöka hur de olika spridningsmetoderna påverkade ensilagekvalitet och klostridietillväxt i ensilage.

I ett randomiserat blockförsök med 4 vallrutor per spridningsmetod spreds 25 ton flytgödseln per hektar direkt efter första vallskörden i juni. Försöken utfördes under två växtsäsonger (2001 och 2002). Följande spridningsmetoder användes:

- A – Ogödslat kontroll-led
- B – Bandspridning medels släpslangar
- C – Spridning genom injektion i marken med mycket högt tryck
- D – Ytmyllning medels tjocka, V-formade skivbillar
- E – Ytmyllning medels dubbla, vinkelställda skivor

Direkt efter spridningen klipptes prov på vallstubben för att kunna bestämma i vilken utsträckning de olika myllningsmetoderna kontaminerade stubben. Gödseländelen bestämdes genom att skölja stubbproven med en viss mängd destillerat vatten och sedan mäta den elektriska ledningsförmågan (konduktivitet) i provets sköljvatten. Genom att jämföra med flytgödselns ledningsförmåga kunde man sedan beräkna andelen gödsel i provet. Resultaten från 2001 visade inga signifikanta skillnader mellan spridningsmetoderna. Under 2002 framkom dock tydliga skillnader där behandlingsled E (vinklade skivor) förorsakade minst och led C (injektion) och D (tjocka skivbillar) den kraftigaste kontamineringen (se Tab.2). De stora skillnaderna mellan åren berodde troligtvis på markens hårdhet. På grund av det varma och torra vädret hade myllningsaggregaten svårt för att tränga ner i marken.

7 veckor senare i andra skörden (aug.) skördades vallrutorna med en parcellskördemaskin. Grönmassan från de olika vallrutorna ensilerades i småsilar för att kunna undersöka hur gödselkontamineringen resp. de olika myllningsmetoderna påverkade ensilagekvaliteten. Ensilagen var under båda åren av rätt dålig kvalitet med höga halter smörsyra och ett högt antal klostridiesporer. Under 2001 framstod led E (vinklade skivor) som klart bästa spridningsmetod. Men eftersom de ogödslade vallrutorna producerade lika dålig ensilagekvalitet kan man ifrågasätta om den låga ensilagekvaliteten verkligen berodde på gödselspridningen. Under följande år blev ensilagen från de ogödslade rutorna bättre än från de gödslade leden. Skillnader mellan de gödslade leden var dock små och led E kunde detta år inte bedömas som bättre än de övriga gödslade leden.

Det finns således en svag tendens till förmån för ytmyllningen med vinklade skivor (led E). Skillnaden mot övriga gödslade leden var dock inte bestående genom åren. Det går inte heller att bortse ifrån att resultaten kunde ha blivit betydligt bättre ifall marken skulle ha varit

fuktigare och därmed mer lättarbetat för myllningsaggregaten. Ur lantbrukarens synpunkt är det dock viktigt att dessa redskap fungerar bra även under mindre gynnsamma väderförhållanden.

Bakgrund

Grunden för den här presenterade undersökningen utgör ett treårigt projekt med titeln ”**Ytmyllning av flytgödsel till vall – miljönytta och praktisk funktion på olika jordar**”. Projektet har letts av *Lena Rodhe*, JTI, och finansieras bl.a. genom medel från Jordbruksverket. Projektet startade under år 2000 och löpte till 2003. Det övergripande målet med denna studie var att minimera negativa miljöeffekter vid flytgödselspridning till vall. Ammoniakavgång och funktion hos olika spridningstekniker bestämdes vid ytmyllning av flytgödsel till vall på olika jordar vid olika vattenhalt. Resultaten från detta projekt har redovisats i bl.a. två JTI-publikationer (<http://www.jti.slu.se/>):

L. Rodhe 2003. Ytmyllning av flytgödsel till vall – Sparar kväve men kräver kraftigare traktor. JTI informerar 103, 8 s.

L. Rodhe & A. Etana 2003. Ytmyllning av flytgödsel till vall. JTI-rapport 315, 44 s.

Föreliggande arbete är ett komplement till detta projekt och undersöker hur olika spridningsmetoder däribland ytmyllning påverkar ensilagekvalitet och klostridietillväxt i ensilage när vallen gödslas med flytgödsel. I undersökningen inkluderas en beräkning av i vilken utsträckning grässtubben förorenas med gödsel av de olika spridningsmetoderna. Flytgödselspridningen genomfördes alltid direkt efter första skörden. Den eventuella påverkan av gödselkontamineringen på ensilagekvaliteten undersöktes sedan i andra skörden efter ensilering av grönmassan från de olika behandlade vallrutorna.

Tidigare studier

Flytgödsel kan innehålla mellan 100 – 100.000.000 klostridiesporer per gram gödsel (Rammer 1996) vilket betyder att spridning av stallgödsel på vall kan påverka ensilagekvaliteten negativt. Det yttar sig genom en hög sporhalt, ofta en hög smörsyrahalt, omfattande nedbrytning av aminosyror (McDonald m.fl. 1991) och bildande av aminer som är giftiga och försämrar ensilagens smaklighet (van Os 1997). I ett tidigare försök där flytgödsel applicerades på vall framkom det att antalet klostridiesporer i ensilagen ökade minst vid ytmyllning med bill (1.000/g) och mest vid bandspridning (6.300/g) (Rodhe, Algerbo & Rammer 2000). Antalet klostridiesporer var dock förhöjt i alla ensilage från flytgödselbehandlade vallrutor trots att inga klostridiesporer (<100/g) hittades i grönmassan. Steffens & Lorenz (1998) konstaterade efter ett treårigt fältförsök att ytmyllningen efter första skörden ledde till betydligt lägre halter smörsyra i ensilage (<0,05%) som skördades i andra skörd än vid band- (0,1%) eller bredspridning (0,43%). Smörsyrahalter under 0,1% i ensilage bedöms i Sverige som bra kvalitet och halter över 0,3% för dålig ensilagekvalitet (Spörndly 2003). Steffens & Lorenz observerade också att regn mellan spridning och skörd kunde tvätta av gödselrester från växterna och därmed minska skillnader mellan de olika spridningsmetoderna.

I ett tidigare vallförsök visade Rodhe m.fl. (1988) att djupmyllning av flytgödsel resulterade i en bättre ensilagekvalitet (lägre pH och ammoniakbildning) jämfört med band- eller bredspridning. I en undersökning där fast- och kletgödsel spreds på vall framkom under ett av försöksåren att en hög stallgödselgiva resulterade i en signifikant sämre ensilagekvalitet jämfört med en låg gödselgiva (Rodhe, Salomon & Rammer 1995).

Rammer (1996) kom i sin avhandling till slutsatsen att det inte i första hand var antalet klostridiesporer i grönmassan som skapade kvalitetsproblem i ensilaget utan att den främsta riskfaktorn var förekomsten av gödselklumpar i den skördade växtmassan. Eftersom tillförsel av steriliserad gödsel inte ledde till några kvalitetsförsämringar, betraktades det som troligt att just kombinationen av (buffrande) gödsel och klostridier kan orsaka klostridietillväxt i ensilage.

Den vanligaste kontamineringsvägen är troligtvis att pinnarna till skördemaskiner lyfter upp gödselklumparna från markytan. I ett nyligen redovisat, SLF-finansierat försök där fastgödsel spreds på vall resulterade gödselspridningen i en undermålig ensilagekvalitet med delvis mycket höga sporhalter (Rodhe, Pauly & Sundberg 2000). Eftersom gödselklumparna är sannolikt betydligt fler och större vid fastgödsel- än vid flytgödselspridningen, kunde det förklara varför just fastgödsel verkar vara en större riskfaktor för ensilagekvaliteten än flytgödsel.

Det kan därför vara en bra strategi att eftersträva att gödselpartiklarna kommer i så liten utsträckning som möjligt i kontakt med växtens gröna delar. Ur den synpunkten borde ytmyllning av flytgödsel kunna ge hygieniska fördelar jämfört med spridningsmetoder som lägger gödseln ovanpå marken.

Mål

Målet med detta arbete var att se om nya spridningsmetoder för ytmyllning av flytgödsel till vall kan påverka klostridietillväxten i ensilage, som bereds av flytgödselad vallgröda. Genom att studien integrerades med ett annat projekt vid JTI, får man möjlighet att erhålla en mer komplex bild av spridningsmetodernas effekter. Resultaten kan ge beslutsunderlag för mjölkproducenter och rådgivare vid värdering av teknikernas möjligheter att minska sporförekomsten i ensilage.

Metodik

Flytgödselspridningen (JTI-försök)

Ytmyllning innebär att flytgödseln placeras med olika redskap i översta markprofilen i motsats till bandspridning där gödseln sprids på vällen medels släpslangar. JTI mätte inom sitt projekt efter första skörd gödselns placering i marken, ammoniakavgången från gödseln och vid andra skörd vallens avkastning.

Under tre på varandra följande år (2000 - 2002) spreds flytgödsel från nötkreatur direkt efter första skörden på gräsdominerad vall. Med 4 olika spridningsmetoder spreds 25 ton flytgödsel / ha på ett antal vallrutor.

Följande spridningsmetoder användes (förkortningar i parenteser):

- A. Ogödselad kontroll (Kontroll).
- B. Bandspridning med släpslangar (Band). Avstånd mellan slangarna: 30 cm; Tillverkare: Ranaverken AB.
- C. Ytmyllning med hydraulisk tryck (DGI¹). Gödseltryck från pump: 0,8-1,2 MPa; avstånd mellan rader: 30 cm; avstånd mellan pulser inom rad: 20-21 cm. Tillverkare: Moi A/S, Norge.
- D. Ytmyllning med V-formad skivbill (JAKO). Avstånd mellan rader: 20 cm; skivdiameter: 30 cm; skivtjocklek: 2 cm. Tillverkare: Jako Landbouwmachines, Holland.
- E. Ytmyllning med vinklade skivor (Samson). Avstånd mellan rader: 25 cm; skivdiameter: 40 cm; skivtjocklek: 3 mm. Fabrikat: Samson Agro A/S.

Försöket var ett randomiserat blockförsök med 4 vallrutor per spridningsmetod (totalt 20 rutor). Rutorna var 12 m långa och beroende på spridningsmetod mellan 3 och 12 m breda. Projektet startade år 2000 och upprepades på olika jordar i Örebro-trakten under 3 år. År 2000 låg försöket på styv lera, 2001 på en lerig sandig lättlera och 2002 på moig mellanlera. Dessa 3 jordarter representerar tillsammans ca 75% av åkermarken i Sverige (Eriksson m.fl. 1999).

Spridningarnas effekt på klostridietillväxt i ensilage (mitt försök)

¹ DGI = Direct Ground Injection, vilket innebär att flytgödseln skjuts med hög tryck ned i marken.

Undersökningen av grödans föroreningsgrad efter gödselspridningen och gödselns påverkan på ensilageets hygieniska kvalitet utfördes när JTI-projektet redan var påbörjat. Av den anledningen genomfördes de nedanstående undersökningarna endast under de sista två växtsäsongerna, d.v.s. under åren 2001 och 2002.

A. Föroreningen av grödan efter gödselspridningen

Andelen utspridd gödsel som förorenar stubbgrödan mättes i varje vallruta direkt efter spridningen enligt en metod beskriven av Rodhe, Algerbo & Rammer (2000). Från varje vallruta klipptes med en handsax 3 smårutor à 0,3 x 0,4 m så nära marken som möjligt. Växtmaterialet från dessa 3 smårutor samlas upp och utgjorde ett prov som representerade 0,36 m² spridningsyta. Gräsproven sköljdes i destillerat vatten och sköljvattnets konduktivitet² bestämdes.

Genom att jämföra konduktiviteten i gödseln och i sköljvattnet från stubbproven kan man beräkna mängden gödsel som fanns på vallstubben direkt efter spridningen. För beräkningen användes formeln nedan som finns beskriven i detalj av Rodhe (2003).

$$P = 100 \times (((m_{ws} \times \gamma_{ws}) - (m_{wg} \times \gamma_{wg})) / m_s \times \gamma_s)$$

- P Andelen (%) av spridd flytgödsel på stubbprovet
m_{ws} Mängd (g) vatten som tillsattes till det kontaminerade stubbprovet
γ_{ws} Konduktivitet (mS/cm) av sköljvattnet från kontaminerat stubbprov
m_{wg} Mängd (g) vatten som tillsattes till det obehandlade stubbprovet
γ_{wg} Konduktivitet (mS/cm) av sköljvattnet från det obehand. stubbprovet
m_s Mängd (g) gödsel spridd på provytan (0.12 m²) = 300 g vid 25 t/ha
γ_s Konduktivitet (mS/cm) av flytgödseln

Både konduktivetsvärden och beräknade P-värden analyserades statistiskt via en enfaktoriell variansanalys (ANOVA) med 5 behandlingar och totalt 15 observationer.

B. Spridningens effekt på ensilagekvaliteten

Under andra vallskörden (ca 7 veckor efter första skörden) valdes slumpvis ut 3 av 4 rutor per spridningsmetod för ensilering (dvs. totalt 15 av 20 rutor). Vid slåtter skördades en ca 1,5 m bred remsa i mitten på varje ruta med en knivbalkförsedd parcellskördmaskin (stubbhöjd ca 10 cm). De ogödslade rutorna skördades först. Kontaminering av grönmassan mellan olika behandlingar minimerades genom att parcellskördaren kördes efter varje gödlat led ca 24 m i ogödslad vall.

De olika grönmassepartierna transporterades till en närbelägen maskinhall där de olika vallpartierna ensileras i små glasburkar (småsilor, volym 1,7 liter). Grönmassan förtorkades inte utan ensilerades direkt efter hackning i en liten stationär hjulhack. Från varje vallruta ensilerades 3 småsilor. Med 3 rutor per spridningsmetod och 5 behandlingar blev det således totalt 45 silor. Vid fyllningen av småsilorna undveks kontaminering genom byte av gummihandskar samt avflamning av redskapen som kom i kontakt med grönmassan. Silorna förslöts med jäsrörsförsedda lock, transporterades till Uppsala och lagrades i ca 6-7 månader vid rumstemperatur (18 – 22°C). Vatten fylldes i jäsrören³ ca 18-20 timmar efter förslutningen av silorna för att likna den långsammare förslutningen i t.ex. plansilor.

För att kunna få en indikation på om en klostridiekontaminering av vallfodret har skett via jord eller gödsel bestämdes antalet klostridiesporer (log cfu⁴/g TS) i flytgödseln, i översta

² Konduktiviteten uttrycker provets elektriska ledningsförmåga och mättes i milli-Siemens/cm. Mätinstrument: Metrohm 660 conductometer. Electrode konstant C = 0,80 / cm.

³ Jäsrör fylls till hälften med vatten och bildar på så vis ett s.k. vattenlås. Det tillåter att gaserna som bildas under ensileringsprocessen, inte stängs in i silon (övertryck!) utan kan bubbla ur silon.

⁴ cfu = colony forming units = kolonibildande enheter. Här utgår man ifrån att varje livskraftig bakterie bildar en synlig bakteriekoloni (dvs. 1 cfu) vid odlingen på agarplattan.

jordlagret (obehandlat led) och på stubben från de olika behandlade vallrutorna. Dessutom togs under andra skörden kemiska analyser på grönmassan för bedömning av ensilerbarhet och utvecklingsstadium. Alla prov förvarades i en kylväska (ca 2-8°C) och analyserades eller preparerades nästföljande dag efter hemkomsten.

Efter ca 6-7 månaders lagringstid (febr./mars) öppnades silorna och provtogs för bestämning av TS, pH och fermentationsprodukter. Antalet klostridiesporer bestämdes i ensilagen för att kunna bedöma om klostridiebakterierna hade förökats i ensilagen.

Följande provtagningar och analyser genomfördes:

- ◆ Gödsel: Antalet *klostridiesporer* (antal/gTS) i flytgödseln bestämdes vid spridningen (1 prov per spridare = 4 prov) och vid andra skörd från gödselsträngar på marken (3 prov från 3 bandspridningsrutor). Provmängd ca 20 g.
- ◆ Jord: Antalet *klostridiesporer* (antal/gTS) i översta jordlagret (ner till ca 0,5 cm djup) bestämdes före gödselspridningen (3 prov från 3 obehandlade rutor) och vid andra vallskörden i det obehandlade kontrollområdet (3 prov) och i rutorna där bandspridningen förekom (3 prov). Provmängd ca 20 g.
- ◆ Grönmassan: Grönmassan bedömdes med avseende på *botanisk sammansättning och mognadsstadium* vid skördetidpunkten.

I den nyskördade grönmassan bestäms antalet *klostridiesporer* och *mjölksyrabakterier* (3 prov från 3 rutor per behandling = 5 x 3 = 15 prov totalt). Provmängd ca 50 g.

Dessutom togs 1 prov per behandling för *kemiska analyser* som ger möjlighet att bedöma grönmassans ensilerbarhet: TS, aska, vattenlösliga kolhydrater (socker), råprotein, ADF-fiber och buffertkapacitet. Provmängd ca 500 g.

- ◆ Ensilage: Före provtagningen blandades siloinnehållet i en stor ny plastpåse. Antalet *klostridiesporer* i ensilagen bestämdes efter aseptisk provtagning ur plastpåsen. 1 prov/silo = 45 prov. Provmängd ca 50 g.

Prov för *kemiska analyser* togs bl.a. för bestämning av fermentationsprodukter i ensilagen: TS, pH, ammoniakväve, etanol, mjölk-, ättik- och smörsyra. 1 prov/ silo = 45 prov. Provmängd ca 500 g.

Värden från ensilageanalyserna analyserades statistiskt via en enfaktoriell variansanalys (ANOVA) med 5 behandlingar och totalt 15 observationer. Signifikanta skillnader mellan behandlingsmedelvärden indikerades genom att beräkna $LSD_{0,05}$. LSD är den minsta signifikanta skillnaden mellan två medelvärden. Om skillnaden mellan två medelvärden är större än LSD -värdet är dessa medelvärden statistiskt skilda från varandra. 0,05 anger att sannolikheten är 5% att de två medelvärden *inte* är signifikant olika, d.v.s. det kan hända i var 20:e fall att LSD -värdet är felaktigt.

Resultat och diskussion

A. Föroreningen av grödan vid gödselspridningen

Efter spridningen av flytgödseln i första skörden i mitten av juni analyserades prov på både flytgödseln och det översta jordlagret. Tabell 1 visar att mängden klostridiesporer i flytgödseln låg mellan 11.000 - 15.000 under båda åren (Obs! Antal per g TS!). Spormängden i jorden var i jämförelse betydligt lägre än i gödseln. Klostridierna behöver en syrefri miljö för att kunna föröka sig. Det är därför osannolikt att de förökar sig under lagringen på markytan. Det är dock möjligt att klostridierna föröka sig i jorden när den är blött och därmed anaerob. Marken anses vara klostridiernas naturliga habitat (Wilson & Miles, 1975).

Tabell 1. Sammansättningen av flytgödseln och jorden före gödselspridningen (kemiska analyser: Rodhe & Etana, 2003).

Material	Analyser	År 2001	År 2002
Gödsel	TS (%)	7,2	7,6

	pH	7,4	7,5
	Total-N (kg/ton)	4,2	3,7
	<i>Clostridium</i> -sporer (cfu/gTS)	11.100	15.200
Jord	TS (%)	91,5	97,0
	<i>Clostridium</i> -sporer (cfu/gTS)	870	5.880

Andelen gödsel på grässtubben efter spridningen varierade stort mellan proven inom samma behandling och särskilt mellan åren, trots det att samma mängd gödsel per hektar applicerades (Tabell 2, Bilaga 1+2). Värderna från ett tidigare försök där samma spridare användes (Rodhe m.fl., 2000) låg inom variationen som framkom i våra försök. Den viktigaste orsaken till denna variation var sannolikt att jordens textur och markfuktighet varierade mellan åren. Det är betydligt svårare för skivbillen eller DGI:n att tränga ner i torr och hård än i fuktig och mjuk jord. Jordens hårdhet uppmättes genom mätning av penetrationsmotståndet (Rodhe & Etana, 2003). Marken var hårdare år 2002 (3,4 MPa) än år 2001 (1,6 MPa).

Tabell 2 visar hur stor andelen av den spridda flytgödseln som hamnade på grässtubben. Under 2001 fanns inte några signifikanta skillnader mellan spridningsmetoderna. Under följande året gav samma spridningsmetoder upphov till tydliga signifikanta skillnader där ytmyllningen med de 2 vinklade skivorna (led E) gav minst kontaminering och metoden med hydraulisk tryckinjektion (led C) samt ytmyllningen med den tjocka skivbillen (led D) föror-

Tabell 2. Andelen gödsel (% av spridd) på grässtubben direkt efter spridningen (medelvärden från 3 rutor / behandling). NS = inte signifikant ($P > 0,05$).

ÅR	Andel gödsel på stubben vid olika spridningsmetoder					Skillnad mellan metoderna	LSD _{0.05}
	A Kontroll	B Band	C DGI	D tjock skiva	E 2 skivor		
2001	0	13%	9%	3%	-1%	NS	(13)
2002	0	26% ^a	56% ^b	60% ^b	4% ^c	$P < 0,001$	21
Rodhe m.fl. (2000)	-	17%	23%	14%	-	NS	-

sakade den kraftigaste kontaminationen. Om man utgår från bandspridningen så var ur kontaminationssynpunkt led E klart bättre och led C+D klart sämre. Under 2002, när marken var mycket hård, skvätte gödseln över grödan i led C och ytmyllningsbillarna hade svårt att gå ned i marken (Rodhe & Etana, 2003).

B. Spridningens effekt på ensilagekvaliteten

Grönmassan skördades och ensilerades i andra skörden under gynnsamma väderförhållanden ca 7 veckor efter gödselspridningen. Under 2001 rådde mycket varmt och soligt väder under en period av ca 3 veckor före skörd, vilket ledde till en ovanligt hög TS-halt (35%) med tanke på att ingen förtorkning skedde (Tabell 3).

Tabell 3. Skördetidpunkt, väder och fysikaliska data från inläggningen i småsilor.

ÅR	Tid för slåtter	TS (%)	Densitet		Porositet (liter/kgTS)	Vädret vid slåtter
			(kg/m ³)	(kgTS/m ³)		
2001	31 juli	35	403	143	4,5	28°C, torrt, molnfritt
2002	29 juli	29	435	124	4,8	soligt med enstaka moln

Vid skördetillfället befann sig gräsen i begynnande axgång och hos klöver blommande de första blommorna. Andelen klöver var ca 21% år 2001 och ca 13% år 2002, vilket återspeglas även i grödornas råproteinhalt (Tabell 4). Under båda åren var sockerhalten hög och buffertkapaciteten (g mjölksyra/100g TS) relativt låg. Beräkningen av FC⁵ (fermentability coefficient) visar att båda vallgrödor kan klassas som lättensilerad (FC >45).

Tabell 4. Sammansättningen av grönmassan vid inläggningen. Medelvärden från 5 prov med undantag för NDF, ADF och buffertkapacitet (BK) som baseras på ett samlingsprov. FC anger hur lättensilerad grödan är (mål: FC >45).

ÅR	TS	Aska	Socker (WSC)	Råprotein	NDF	ADF	BK	FC
	%							
2001	35,4	9,2	10,1	13,5	49,1	31,6	4,5	53
2002	28,6	9,6	15,9	8,9	51,9	31,3	3,7	63

Tabell 5. Innehåll av *Clostridium*-sporer och mjölksyrabakterier (log cfu/g) från gräsrutor, flytgödsel och jord vid andra skörden i slutet av juli strax innan grönmassan ensilerades. Medelvärden från 3 prov. NS = inga signifikanta skillnader mellan spridningsmetoderna (P>0,05).

Analyser	Spridningsmetoderna					LSD _{0,05}
	A Kontroll	B Band	C DGI	D tjock skiva	E 2 skivor	
År 2001						
<u>Grönmassa (34% TS):</u>						
Mjölksyrabakterier	3,6	4,2	4,1	4,1	4,6	NS
<i>Clostridium</i> -sporer	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	NS
<u>Gödsel (91% TS):</u>						
<i>Clostridium</i> -sporer	-	2,9	-	-	-	-
<u>Jord (95% TS):</u>						
<i>Clostridium</i> -sporer	3,9	3,8	-	-	-	-
År 2002						
<u>Grönmassa (28% TS):</u>						
Mjölksyrabakterier	3,1	5,1	4,2	4,5	4,3	1,0
<i>Clostridium</i> -sporer	<1,7	2,5	2,8	<1,7	<1,7	1,1
<u>Gödsel (85% TS):</u>						
<i>Clostridium</i> -sporer	-	4,9	-	-	-	-
<u>Jord (81% TS):</u>						
<i>Clostridium</i> -sporer	3,8	3,9	-	-	-	-

Tabell 5 visar att grönmassan strax före skörden innehöll båda åren låga mängder klostridiesporer och normala mängder mjölksyrabakterier. Jorden innehöll mellan 6.000 - 8.000 sporer/g torr jord, vilket inte är ett speciellt högt värde. 7 veckor innan strax före spridningen

⁵ FC = %TS + (8 x %WSC / BK); enligt Weißbach (1996).

innehöll jorden under 2001 endast ca 900 sporer/g TS (Tabell 1). Det följande året kom sporhalten sedan upp till samma nivå som vid vallskörden (ca 6.000/gTS). Den intorkade gödseln som hittades före skörden i de bandspridda vallrutorna innehöll 2001 en rätt liten mängd klostridiesporer (ca 800/g) och 2002 en normal till stor mängd (ca 80.000/g). Det är inte känt varför sporhalten i den intorkade gödseln varierade så mycket under dessa två år. Gödseln låg kvar i ett tunt skikt på markytan och det är osannolikt att miljön i gödselresterna skulle ha kunnat bli så anaerob att en förökning av klostridier kunde ske.

Det fanns en tendens till högre antal mjölksyrabakterier i grönmassan från de gödslade leden (sign. skillnad endast 2002). Det är möjligt att flytgödseln även innehåller en relativ stor mängd mjölksyrabakterier. Vi vet dock inte om så var fallet i dessa försök och om dessa mjölksyrabakterier verkligen kan spela en aktiv roll under ensileringen.

Tabell 6. Ensilagens sammansättning (% av TS, om inte annat nämns) efter 6 - 7 månaders lagring i rumstemperatur. Medelvärden från 9 silor/behandling. NS = ingen signifikant skillnad mellan behandlingarna ($P>0,05$).

Analyser	Kriterium för bra ensilage ⁶	Spridningsmetoderna					LSD _{0,05}
		A Kontroll	B Band	C DGI	D tjock skiva	E 2 skivor	
År 2001							
TS (%)	-	33,7	33,5	35,7	33,8	35,2	0,8
Ammonium-N (% av N)	<8	6,5	6,9	7,4	6,9	6,6	0,5
pH	<4,6*	5,12	5,11	5,15	5,16	5,12	0,05
Mjölksyra	8 - 12	1,5	1,9	1,7	1,4	1,9	0,27
Ättiksyra	<3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,07
Smörsyra	<0,9*	1,1	0,8	1,1	1,2	0,3	0,17
Etanol	<1	1,2	1,3	1,5	1,4	1,6	NS
<i>Clostridium</i> sporer (log/g)	<3	4,2	3,9	3,5	4,3	2,5	0,76
Viktsförluster	<10	4,7	4,3	5,0	4,8	4,6	0,79
År 2002							
TS (%)	-	30,0	26,8	28,0	27,0	26,1	4,1
Ammonium-N (% av N)	<8	8,7	9,4	8,2	9,7	10,7	0,5
pH	<4,4*	4,91	4,94	4,84	4,87	4,87	0,06
Mjölksyra	8 - 12	1,2	1,2	1,2	1,2	1,7	0,26
Ättiksyra	<3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,05
Smörsyra	<1,1*	0,8	1,8	1,7	2,1	1,7	0,19
Etanol	<1	1,0	1,3	0,9	1,2	1,3	0,12
<i>Clostridium</i> sporer (log/g)	<3	4,6	5,1	5,3	5,4	4,9	0,32
Viktsförluster	<10	3,6	6,3	5,8	6,2	5,7	0,50

* Värdet är beroende på ensilagens TS-halt (se Spörndly 2003)

Ensilagens sammansättning efter 6-7 månaders lagring visas i Tabell 6. Överlag var ensilagekvaliteten under båda åren rätt dåligt med relativt hög klostridieaktivitet (hög halt smörsyra och hög antal sporer), låga mjölksyrahalter och höga pH-värden. Ensilagekvaliteten blev betydligt sämre jämfört mot ett liknande, tidigare genomfört försök (Tabell 7). Med tanke på att grönmassan bedömdes som lättensilerat och innehöll ett lågt antal klostridiesporer, är det förvånande att ensilagen från det ogödslade ledet inte var tydligt bättre än dem från de gödslade leden. Eftersom de ogödslade vallrutorna gav upphov till så dålig ensilagekvalitet kan man ifrågasätta om den dåliga ensilagekvaliteten av de gödslade leden verkligen berodde på gödselspridningen.

Tabell 7. Ensilagens sammansättning (% av TS, om inte annat nämns) från ett liknande, tidigare försök som genomfördes 1999 (Rodhe m.fl. 2000, Tab.13).

⁶ Från: Fodertabeller för idisslare 2003, tabell 23 (Spörndly 2003)

Analyser	Kriterium för bra ensilage ⁶	Spridningsmetoderna			
		A Kontroll	B Band	C DGI	D tjock skiva
TS (%)	-	-	37,6	36,7	39,9
Ammonium-N (% av N)	<8	-	6,7	6,0	5,7
pH	<4,7	-	4,73	4,73	4,70
<i>Clostridium</i> sporer (log/g)	<3	-	3,8	3,3	3,0

Bland de gödslade leden gav under 2001 ytmyllningen den 2 vinklade skivor (led E) det bästa ensilaget (låg smörtsyrahalt och spormängd). Led E var klart bättre än det ogödslade kontrollerdet A. Ensilagen från de andra leden var alla ungefär lika dåliga.

Under 2002 var det ogödslade kontrollerdet med avseende på klostridieaktiviteten bättre än de 4 gödslade leden. Smörtsyrahalten och spormängden var signifikant lägre än hos de andra behandlingarna. Bland ensilagen från de gödslade leden var skillnaderna små. Ensilagen från led E kan inte bedömas som bättre (lägre sporhalt, fast högre ammonium-N) än från de övriga gödslade leden.

Slutsatser

- Flytgödseln innehöll vid spridningen under båda åren ett relativt lågt antal klostridiesporer (ca 1.000/g vilket motsvarar 11.000-16.000/g TS). Vid vallskörden 7 veckor senare fann man mellan 900 (2001) och 94.000 (2002) sporer per g TS i de intorkade gödselresterna på marken.
- Bestämningen av grässtubbens gödselkontamination efter flytgödselspridningen gav 2001 inga signifikanta skillnader mellan spridningsmetoderna. Under 2002 framkom dock tydliga skillnader där behandlingsled E (vinklade skivor) förorsakade minst och led C (DGI) och D (tjock skivbill) den kraftigaste kontamineringen (Tab. 2). De stora skillnaderna mellan åren kan bero på att markens hårdhet (svårt för myllningsaggregatet att tränga ner) och även på att bestämningsmetoden förfinades under 2002.
- Ensilagen som bereddes från vallrutorna 7 veckor efter spridningen hade överlag rätt dålig kvalitet med höga halter smörtsyra och ett högt antal klostridiesporer. Under 2001 framstod led E (vinklade skivor) som klart bästa spridningsmetod. Men eftersom även de ogödslade vallrutorna producerade så dålig ensilagekvalitet kan man ifrågasätta om den låga ensilagekvaliteten verkligen berodde på gödselspridningen. Under följande år blev ensilagen från de ogödslade rutorna bättre än från de gödslade leden. Skillnader mellan de gödslade leden var små och led E kunde detta år inte bedömas som bättre än de övriga gödslade leden.
- Det finns således en svag tendens till förmån för ytmyllningen med vinklade skivor (led E). Skillnaden mot övriga gödslade leden var dock inte bestående genom åren. Det går inte heller att bortse ifrån att resultaten kunde ha blivit betydligt bättre ifall marken skulle ha varit fuktigare och därmed mer lättarbetat för myllningsaggregaten. Ur lantbrukarens syn är det dock viktigt att dessa redskap fungerar bra även under mindre gynnsamma väderförhållanden.

Publikationer

Pauly, T. & Rodhe, L. 2002. Slurry application to ley – Effect of application method on the hygienic quality of grass silage. Proceedings of the 13th International Silage Conference (eds.: L.M. Gechie & C. Thomas), Auchincruive, Scotland. s.410-411.

Resultatsförmedling till näringen

Husdjur nr.4, 2003: Myllning: Teknik med potential. s.52-55.

Lantmannen nr.4, 2004: Bättre ensilage med myllad gödsel. s.49-50.

Referenser

- Mc Donald, P., Henderson, A.R. & Heron, S.J.E. 1991. The biochemistry of silage. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK. 340 s.
- Rammer C. 1996. Manure in grass silage production. Doktorsavhandling. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria nr.2. SLU, Institutionen för husdjurens utfodring & vård, Uppsala.
- Rodhe, L. 2003. Ytmyllning av flytgödsel till vall – Sparar kväve men kräver kraftigare traktor. JTI informerar 103. JTI, Uppsala. 8 s.
- Rodhe, L. & Etana, A. 2003. Ytmyllning av flytgödsel till vall. JTI-rapport 315. JTI, Uppsala. 44 s.
- Rodhe, L., Algerbo, P-A. & Rammer, C. 2000. Flytgödselspridning på vall – Ny teknik under svenska förhållanden. JTI-rapport nr.267. JTI, Uppsala. 45 s.
- Rodhe, L., Salomon, E.. & Rammer, C. 1995. Spridning av fast- och kletgödsel till vall. JTI-rapport nr.203. 42 s.
- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare 2003. Rapport nr.257. SLU, Institutionen för husdjurens utfodring & vård, Uppsala. Tabell 23 (s.78-80).
- Steffens, G. & Lorenz, F. 1998. Slurry application on grassland with high nutrient efficiency and low environmental impact. In: Proc. Intern. Workshop on Environ. Friendly Managemt. of Farm Animal Waste (Nov.1997), Matsunaka, T. (ed.), Rakuno Gakuen University, Sapporo, Japan. p. 119-123.
- van Os, M. 1997. Role of ammonia and biogenic amines in intake of grass silage by ruminants. Doktorsavhandling. Landbouwniversiteit Wageningen, Holland. 193 s.
- Weissbach, T. 1996. New developments in crop conservation. In: Jones et al. (eds.) Proceedings of the 11th International Silage Conference (Sept. 8-11, 1996), IGER, Aberystwyth, Wales, UK. p.11-25.
- Wilson, G.S. & Miles, A. 1975. Topley and Wilson's Principles of Bacteriology, Virology and Immunology, Edward Arnold Publ., London.

&