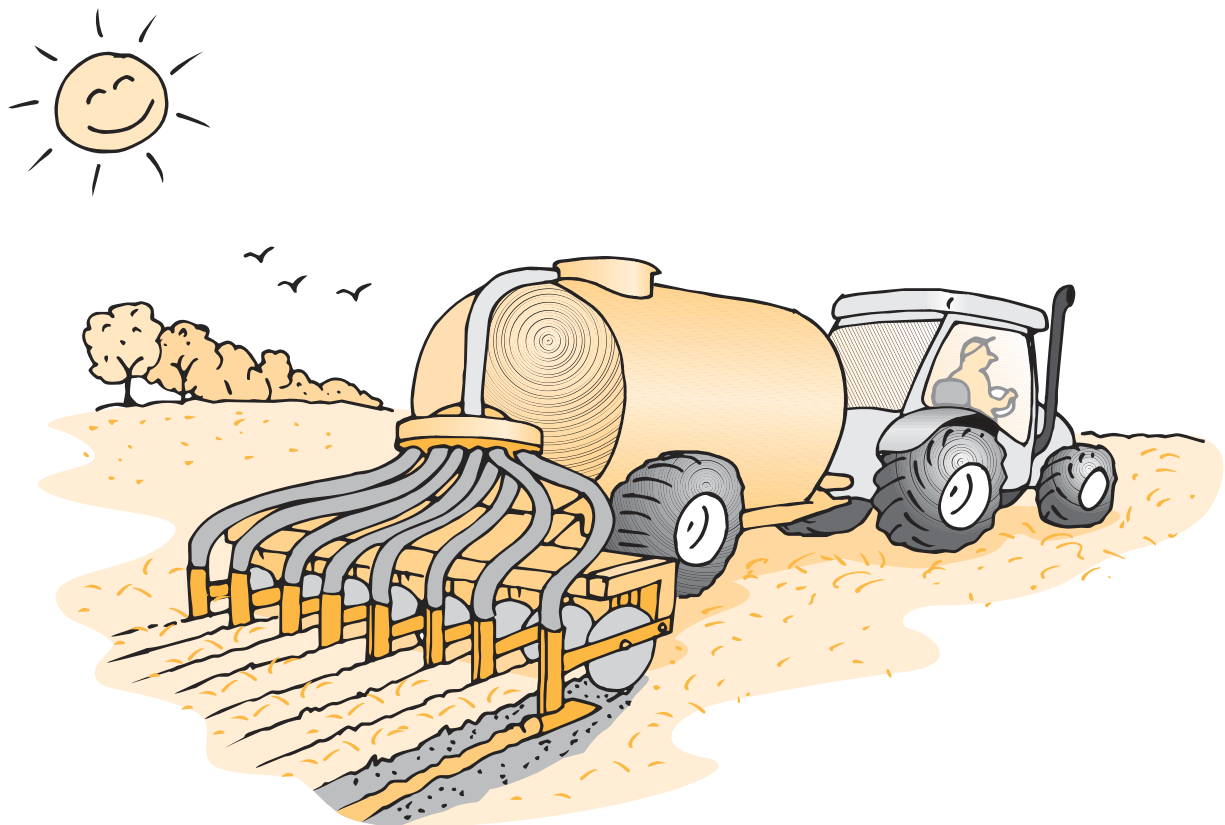


Ytmyllning av flytgödsel till vall

– sparar kväve men kräver kraftigare traktor

Lena Rodhe



Ytmyllning av flytgödsel till vall

– sparar kväve men kräver kraftigare traktor

Det finns stora fördelar med att mylla ner flytgödsel i vall i stället för att placera den på marken: ammoniakavgången minskar, risken för dåligt ensilage minskar och gödsellukten avtar. Till nackdelarna hör att ytmyllning kostar mer både i investering och energiförbrukning. Risk finns också att spridningen med billar kan skada grödan.

Under flera år har JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik, studerat ytmyllningsteknik för flytgödsel under svenska förhållanden. Tre ytmyllningsaggregat på svenska marknaden har testats. Endast ett klarade att mylla ner gödseln när vallen var torr och hård, och gav som bäst en halvering av ammoniakavgången jämfört med bandspridning. JTI har därför tagit initiativ till att utveckla en ny bill som placerar gödseln i en täckt skåra. Enligt resultaten blir ammoniakavgången då försumbar, samtidigt som behovet av dragkraften blir ungefär detsamma som för det bästa av de tre testade aggregaten.

Ammoniakavgången måste minska

På en mjökkogård är det en förutsättning att man kan utnyttja gödseln på vall. Men när man sprider flytgödsel på vall kan man gå miste om stora mängder av näringsämnet kväve, genom ammoniakavgång till luft. Samtidigt bidrar detta till försurning och övergödning av vattendrag och naturmar-

ker. Såväl lantbruket som miljön har alltså mycket att vinna på att ammoniakavgången vid gödsling minimeras. Under 2001 avgick i Sverige 53 800 ton ammoniak till luften, varav jordbruket svarade för nästan 85 procent. Riksdagen har beslutat att dessa ammoniakutsläpp måste minska.

Risker sprida stallgödsel till vall

Att sprida stallgödsel till vall kan öka risken för dålig kvalitet på främst ensilage. Stallgödsel innehåller bl a ett stort antal olika tarmbakterier som kan följa med grön-

massan vid skörd. Under den första kritiska fasen av ensileringsprocessen konkurrerar sedan tarmbakterierna med mjölksyrebakterierna. Följden kan bli en feljäsning i ensilaget med försämrad foderkvalitet och i värsta fall förstört foder.

Feljäst ensilage har bl a ett högt innehåll av sporer från klostridiebakterier. När djuren äter ett sådant ensilage passerar sporererna med fodret genom djuret, koncentreras i gödseln och kan förorena mjölken via gödsel som hamnar på spenarna. Om bakterierna hamnar i mjölken innebär det kvalitetsavdrag på mjölken för lantbrukaren, och höga kostnader för mejeriindustrin eftersom det då kan uppstå kvalitetsstörningar vid osttillverkningen.

Öppen ytmyllning	Dubbel skivrist Gödselslang	20 -30 cm 5-7 cm
Täckt ytmyllning	Skivrist Gödselbill Tryckrulle	20 -30 cm 5-8 cm

Bild 1. Öppen och täckt ytmyllning. Ytmyllning innebär att man placerar flytgödsel i marken på ett djup mindre än 10 cm. Vid öppen ytmyllning läggs gödselsträngen i en öppen skåra i marken. Vid täckt ytmyllning täcks gödselsträngarna över med jord.

Spridningstekniken utvecklas

I Sverige har bandspridning av flytgödsel under de senaste tio åren blivit en vanlig teknik. Totalt sett sprids ca 30 procent av gödseln med tankvagn utrustad med släp-slangramp. Resterande del bredsprids med tankvagn utrustad med spridarplatta.

Det är känt att god nedmyllning av gödseln vid spridning kan förhindra kvävet att avdunsta som ammoniak. På öppen jord kan man mylla gödseln genom att harva direkt efter spridning. För spridning i vallar krävs däremot speciella myllare, som är kapabla att få ner gödseln utan att skada grödan, ofta under hårda markförhållanden. Speciellt vid spridning efter första skörd, kan lufttemperaturen vara hög, marken torr och hård, och

Öppen ytmyllning testades

I ett fullskaleförsök studerades tre ytmyllare (se bild 2) för spridning av flytgödsel till vall. Myllare 2 och 3 arbetar efter principen öppen ytmyllning, dvs lämnar skåran med flytgödsel öppen. Myllare 1 arbetar efter DGI-systemet (Direct Ground Injection), som innebär att gödseln "skjuts ner" i marken med högt tryck. Gödselns placering i mark och på gröda och ammoniakavgången mättes direkt efter spridning. Avkastningen mättes vid andra skörd.

I en delstudie utförd vid Avdelningen för jordbearbetning på Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), mättes hur markfuktigheten påverkar bildjup och infiltrationen hos flytgödseln.



Spridare 1. Ytmyllning, gödselstråle med högt tryck (DGI)



Spridare 2. Öppen ytmyllning, V-formad skivbill (JAKO)



Spridare 3. Öppen ytmyllning, två vinkelställda skivor (Samson)

risken för omfattande ammoniakförluster stor – samtidigt som den tidpunkten kan vara lämplig ur arbetssynpunkt.

Ännu så länge används endast ett begränsat antal ytmyllningsaggregat i Sverige, vilket bl a kan ha ekonomiska orsaker. Investeringskostnaden för en sex meter bred ytmyllare ligger oftast på över 200 000 kr. Dessutom ökar traktorkostnaden vid ytmyllning jämfört med när flytgödseln sprids på markytan, eftersom det krävs starkare och därmed dyrare traktorer och större energiinsats för att dra ytmyllarna. De myllare som används i Sverige är främst av principen öppen ytmyllning (se bild 1).

Bild 2. Tre myllare. Tre olika spridningsaggregat för ytmyllning av flytgödsel i vall testades under tre år (2000-2002). Resultatet jämfördes med bandspridning och ett ogödslat led.

Ytmyllarna testades på tre olika jordar: styv lera, lättlera och mellanlera. Dessa jordarter utgör tillsammans ca 75 procent av åkerjordarna i Sverige. Försöken utfördes efter första skörd, då marken kan vara mycket hård och det kan vara svårt att få ned gödselbillar i marken. Tanken med detta var att om ytmyllarna fungerar bra då, borde de också fungera på mjukare mark.

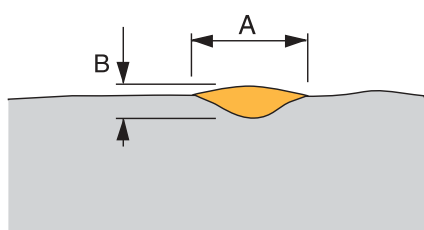


Bild 3. Gödselsnitt. Gödselsträngarnas markprofiler undersöktes direkt efter spridning. På tre slumpvis utvalda platser gjordes snitt i marken vinkelrätt mot gödselsträngen.

Nr 3 myllade bäst

En giva på 25 ton gödsel per hektar spreds på försöksytorna. Det var svårt att få ned flytgödseln i marken när vallen var torr och hård. Endast en av de tre ytmyllarna klarade av detta alla tre åren. Denna ytmyllare består av två vinkelade skivor (ytmyllare 3), och den placerade gödseln i en V-format fåra cirka 5 centimeter djup och cirka 2 centimeter bred vid markytan, med 25 centimeters radavstånd (se bild 3 och 4).

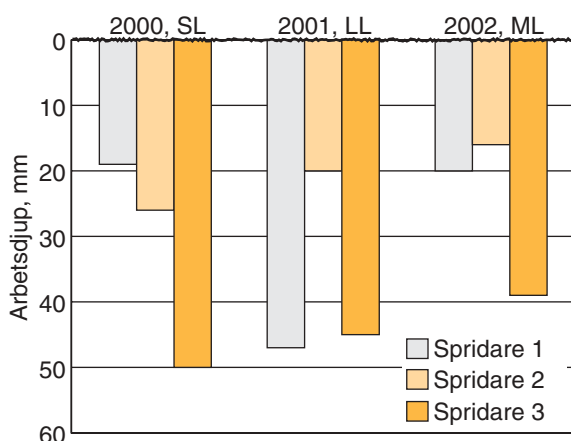


Bild 4. Djup. Gödselsträngens djup (medelvärden) efter spridning med spridare 1, 2 och 3 (se bild 2). Beteckningarna SL, LL och ML motsvarar styv lera, lättlera respektive mellanlera.

Vid ytmyllning med DGI-tekniken skvätte gödseln kraftigt under första och sista försöksåret och smutsade ner grödan. Gödselstrålen orkade inte tränga ner i marken och endast mycket små gödselmängder hamnade under markytan.

Gödsel på grödan

En metod har utvecklats vid JTI som visar hur stor andel flytgödsel som fastnar på grödan vid spridning i vall. Med ytmyllare nr 3 återfanns ingen eller mycket lite gödsel på grödorna under de två år som detta mättes. Vid bandspridning hamnade 13 respektive 25 procent av gödseln på grödan under motsvarande år. Med ytmyllare 1 och 2 fanns också stora mängder gödsel på grödan, ibland mer än vid bandspridning.

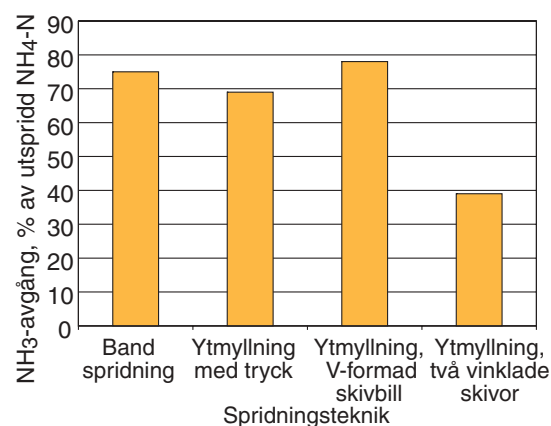


Bild 4. Ammoniakavgång. Kväve förlorat som ammoniak (i procent) för de olika spridningsteknikerna i genomsnitt över tre år.

Sparade kväve

Direkt efter varje spridning mättes ammoniakavgången. För ytmyllare nr 1 och 2 var ammoniakavgången hög: 69 respektive 78 procent av tillfört ammoniumkväve med flytgödsel avgick i medeltal de tre åren (se bild 4).

Lägst var förlusten för ytmyllare nr 3 bestående av två vinkelställda skivor: 39 procent. Jämfört med bandspridning innebar det att ytmyllare nr 3 "sparade" cirka 20 kg kväve per hektar, som i stället kan komma grödan tillgodo. Cirka hälften av den uppmätta ammoniakavgången avgick under de första 5-10 timmarna efter spridning.

Skördeökning

Spridning av flytgödsel med givan 25 ton per hektar (motsvarar 50 kg ammoniumkväve/ha) gav en skördeökning som varierade mellan 200 och 1 500 kg torrsbstans/ha och år, jämfört med ogödslat. Skillnaden i skörd mellan de olika spridningsteknikerna var dock liten. Trots att ammoniakavgången halverades med det bästa aggregatet (nr 3), blev inte skörden större jämfört med de andra spridarna. Under åren 2001 och 2002 var vädret mellan spridning och skörd torrare än normalt. Kanske har tillgången på vatten begränsat vallens tillväxt.

Bästa ensilage

I kompletterande studier mättes kvaliteten hos ensilerad gröda år 2 och 3. Spridare nr 3, som myllade ner gödseln djupast utan nämnvärda gödselrester på grässtubben, gav den bästa ensilagekvaliteten av alla gödslingstekniker – i nivå med ogödslad vall. Detta beror sannolikt på att effektiv myllning minskar risken för att grödan ska smutas ned med gödsel.

Markfuktighet påverkar ej

För att undersöka hur markens fuktighet inverkar på hur gödseln tränger ner i marken (gödselns infiltration) och på ytmyllarens arbetsdjup, utfördes en mindre studie på fyra rutor med olika markfuktighet.

Marken blir mycket mjukare när den blir fuktig, vilket gör att det är lättare att få ner myllningsaggregaten och därmed gödseln i marken. Men markens fuktighet påverkade inte hur snabbt det gick för nötflytgödseln att infiltrera marken. I medeltal var infiltrationshastigheten för gödsel fem gånger lägre än den för vatten. För att säkra en snabb kontakt mellan jord och gödsel bör därför gödseln myllas.

Ekonomiska kalkyler

När lönar det sig att investera i ytmyllningsteknik för spridning av flytgödsel i vall? Värdet av inbesparat kväve till följd av minskad ammoniakavgång och eventuell ökad lönsamhet i mjölkproduktionen vid ytmyllning ska vägas mot ökade maskinkostnader och energiförbrukning. Ytmyllningsaggregat innebär oftast en begränsad arbetsbredd, vilket gör att arbetskostnaden och kostnaden för markpackning också ökar.

Investeringskostnaden (fast kostnad) bör fördelas på så stor mängd gödsel som möjligt, för att ge låg kostnad per ton gödsel. I 1999 års priser beräknades vilka kvantiteter (ton gödsel/år) som ska hanteras för att ytmyllning ska bli mer lönsam än bred- och bandspridning. Bild 6 visar att det är först vid hanteringsvolymerna över 12 000 ton gödsel per år som ytmyllning kan bli mer lönsam än bandspridning. I dessa beräkningar har inte tagits med eventuella intäkter för mjölkproduktionen till följd av förbättrad foderkvalitet vid ytmyllning.

Kalkylerna gäller för förutsättningar beskrivna i JTI:s rapport nr 267, men med ett innehåll av ammoniumkväve på 2,3 kg per ton gödsel. Vid ännu högre kväveinnehåll blir det lönsamt att investera i ytmyllare redan vid lägre gödselvolymerna.

Lönsamhet

Beräkningar gjorda utifrån ett kväveinnehåll i gödseln på 2,3 kg per ton, visar att det vid ca 7 000 ton per år börjar bli mer lönsamt med bandspridning än med bredspridning. Först vid hanteringsvolymerna över 12 000 ton gödsel per år kan ytmyllning bli mer lönsam än bandspridning. (1 ton flytgödsel motsvarar ungefär 1 m³).

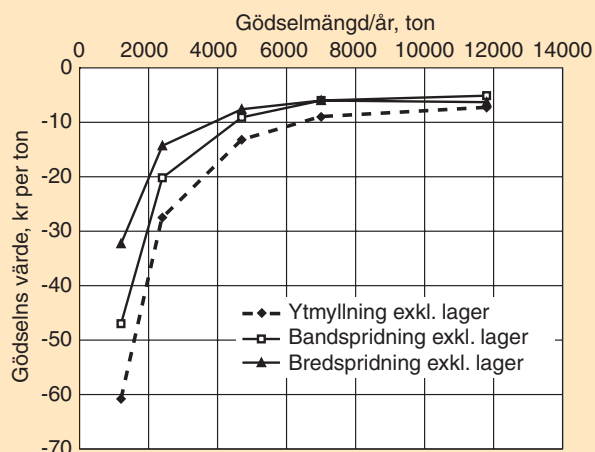


Bild 6. Gödselvärdet. Gödselns nettovärde i kr/ton för nötflytgödsel utspridd i vall med olika metoder vid olika hanteringsvolymerna per år. Tankvagnsvolymen är 15 m³.

Utveckling av bill för täckt ytmullning

Om gödseln placeras grunt i jorden, kan behovet av dragkraft minimeras. Om sedan gödseln täcks med jord, blir ammoniakavgången låg. Med detta som utgångspunkt har JTI utvecklat en bill kallad "tubulerare", enligt bild 7. Billen skapar en rund kanal i övre markskiktet och gödseln leds ner i kanalen via det ihåliga skaftet. Framför billen går en skivrist som skär upp gräsvålen och bakom billen ska en tryckrulle jämna till och trycka till billspåret.

I utvecklingskedet provades två olika utföranden på billspetsen, välvd och tvär. Tubulerarbillarna tillverkades i tre olika diametrar på kanalen, motsvarande givorna 25, 35 och 45 ton/ha vid ett avstånd mellan billarna av 25 centimeter. Dragkrafter och vertikala krafter mättes under olika markförhållanden, två olika arbetsdjup och två körhastigheter. I försöken jämfördes tubulerarbillarna med en bill med två vinklade skidor, så som på den tidigare beskrivna ytmullare nr 3 (öppen ytmullning).

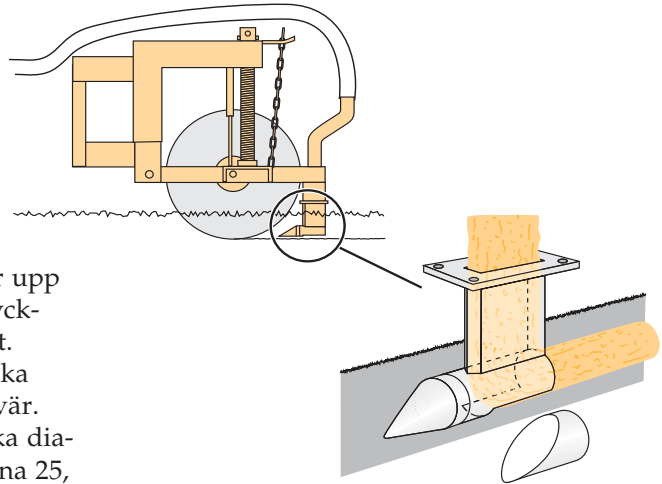


Bild 7. Tubulerarbillen. JTI har utvecklat en bill som placerar gödseln i en täckt skåra i jorden. De ytmullarbillar som hittills har använts i Sverige, har främst varit av principen öppen ytmullning.

Djup ökar dragkraftsbehov

Dragkraften i fält var mellan 65 och 170 procent högre vid 8 cm än vid 5 cm arbetsdjup. Det är alltså viktigt att inte köra djupare än nödvändigt med ytmullarna. Däremot verkar inte körhastigheten ha någon större inverkan på dragkraften. Den ökade endast obetydligt när hastigheten ökade från 3 till 6 km/h.

Tubulerarna med tvära spetsar krävde något lägre dragkrafter än de med välvda spetsar, samtidigt som billen med tvär spets gick lättare ned i marken. I alla experiment hade den minsta tubuleraren lägre dragkraftsbehov än de två större oavsett arbetsdjup.

Liten tubulerare effektiv

Den minsta tubulerarkroppen dimensionerad för 25 ton/ha och försedd med tvär spets krävde på mjuk jord vid 5 cm djup ca 600 N i dragkraft, och på den hårdaste jorden 1 100 N. Skivbillen (nr 3 i försöket

ovan) krävde ungefär samma eller något lägre dragkrafter. För att sprida 35 ton/ha användes mellanstora tubulerarkroppen, som på mjuk jord vid 5 cm djup krävde 600 N i dragkraft, och på den hårda jorden cirka 1 200 N.

Med skivbillen måste man gå ned till ca 8 cm djup för att få plats med givan 35 ton gödsel/ha i de skapade markskårorna. Det ökade arbetsdjupet innebar att det krävdes stor dragkraft för skivbillen, 1 000 N på mjuk jord respektive 2 220 N på hård jord.

Vad innebär det i ökat behov av dragkraft hos traktorn om man räknar om resultatet till en 6 m bred ytmullningsramp med 24 billar? Drageffekten fås genom att dragkraft (N) multipliceras med körhastigheten (m/s). Tankvagnens pumpkapacitet i förhållande till den begränsade arbetsbredd på 6 m som är vanligast på ytmullare, gör att körhastigheten ibland måste bli ganska hög för att ge rätt giva. I detta fullskaleförsök

blev hastigheten ofta 8 km/h för att ge rätt giva.

I bild 8 visas inom vilket område det ökade behovet av drageffekt ligger vid användning av ytmyllningsaggregat (skivbillar eller tubulerare) på mjuk till hård mark vid körhastigheten 6 km/h och givan 25 ton/ha.

Starkare traktor

På mjuk mark krävs för båda myllningsaggregaten ytterligare ca 20 kW i drageffekt, vilket omräknat till motoreffekt kan betyda att det i praktiken krävs en större motor på ytterligare 25-40 kW. (Mellan 20 och 50 procent av motoreffekten kan förloras mellan motor och drag pga förluster i transmission, hjälputrustning, rullning, motstånd och slirning). På hård mark blir effektbehovet det dubbla, 36-44 kW.

Den vertikala kraft som krävs för att få ned ytmyllarna 5 cm i marken kan vara mycket stor. På ett 6 m brett aggregat med 24 skivbillar krävs en kraft av 23 kN (mot svarar en vikt av 2,3 ton) på mjuk mark och 46 kN för att få ner aggregatet i hård mark. Här kräver tubulatorbillen lägre krafter än skivbillen, 14 kN på mjuk mark och 38 kN på hård.

Små kväveförluster

Vid studie av gödselns placering vid 5 respektive 8 cm djup, konstaterades att alla storlekar på tubulerare placerade gödseln under markytan, bortsett från den största tubuleraren (ytterdiameter 42 mm) vid 5 cm djup. Avståndet mellan kanalens ovansida och markytan var då för litet, vilket resulterade i att gödsel ibland trängde upp på markytan.

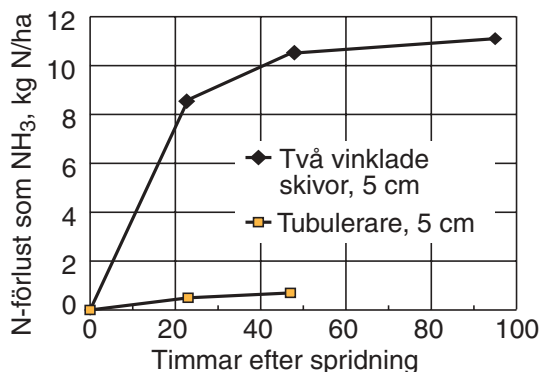


Bild 9. Kväveförluster. Täckt ytmyllning med den minsta tubuleraren gav endast försumbara kväveförluster.

Jämförande mätningar av ammoniakavgången efter spridning (25 ton/ha) mellan den minsta tubuleraren och skivbillen (ytmyllare nr 3) på 5 cm djup, visade att den täckta ytmyllningen med tubuleraren gav mycket små förluster, endast 1,6 procent av utspridd mängd ammoniumkväve. Motsvarande förlust vid öppen ytmyllning med skivbillen var i detta försök 27 procent av utspridd mängd.

Sammanfattningsvis kan sägas att tubuleraren uppfyllde kraven att placera flytgödseln under markytan i vallen, med minimala kväveförluster och med motsvarande energiinsats som för en skivbill. Myllningen kunde även utföras i vall under hårda markförhållanden med lägre vertikala krafter än de som krävs för en bill för öppen ytmyllning.

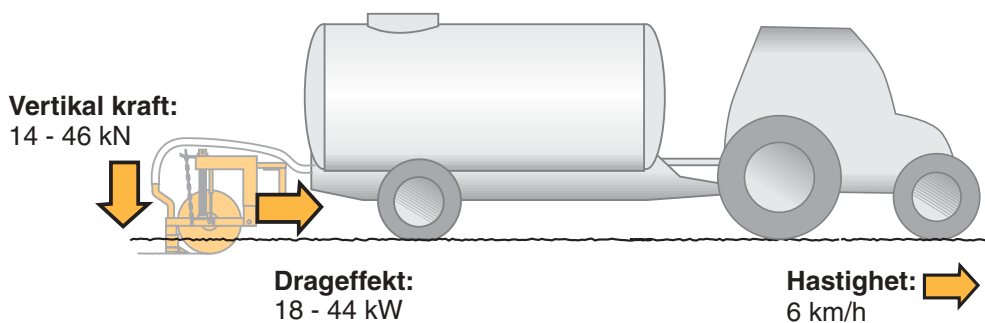


Bild 8. Drageffekt och vertikal kraft. Beräknade drageffekter och krafter för att trycka ner en 6 meter bred ytmyllare med 24 billar (tubulerare eller skivbill) 5 cm i marken under olika markförhållanden. Se vidare i texten.

Råd från JTI



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

- Eftersom ytmyllningsaggregaten minskar ammoniakavgången, bör sådana aggregat användas när risken är som störst för höga kväveförluster, dvs efter första skörd, då vädret ofta är varmt och marken hård.
- Vid öppen ytmyllning efter första skörd minskar ammoniakavgången med hälften jämfört med bandspridning. Detta förutsätter att gödseln myllas under markytan.
- Av tre vanliga ytmyllningsaggregat var det endast den med två vinklade skivor (Samson, nr 3) som i dessa försök placerade gödseln under markytan.
- Gödsel placerad under markytan ger renare gröda och därmed bättre ensilagekvalitet.
- Försöken med en ny bill för täckt ytmyllning visar att det går att nästan helt eliminera ammoniakavgången till ungefär samma energiinsats som krävs för en öppen ytmyllare. Då hamnar inte heller någon gödsel på grödan.
- Det är viktigt att inte hålla ett större arbetsdjup än nödvändigt med ytmyllare. Större djup kräver mer dragkraft. Däremot verkar inte körhastigheten ha någon större inverkan på dragkraften.
- Först vid hanteringsvolymerna över 12 000 ton gödsel per år kan det löna sig att investera i ett ytmyllningsaggregat, enligt de förutsättningar som uppställdes i beräkningarna.

Lästips

- **Ytmyllning av flytgödsel till vall.** Rapport 315, JTI, 2003.
- **Flytgödselspridning på vall - Ny teknik under svenska förhållanden.** Rapport 267, JTI, 2000.
- **Spridning av stallgödsel till vall.** JTI informerar/Teknik för lantbruket, JTI, 1998.

är ett industriforskningsinstitut som forskar, utvecklar och informerar inom områdena jordbruks- och miljöteknik. Vårt arbete ska ge dig bättre beslutsunderlag, stärkt konkurrenskraft och klokare hushållning med naturresurserna.

Varje vecka lägger vi ut notiser om aktuell forskning och utveckling på vår webbplats. Du får gratis tillgång till dem om du går in på www.jti.slu.se och anmäler dig.

På webbplatsen kan du även hämta våra publikationer gratis, bl a:

- JTI informerar, som kortfattat beskriver ny teknik, nya rön och nya metoder om jordbruk och miljö (3-4 teman/år).
- JTI-rapporter, som är vetenskapliga sammanställningar över olika projekt (utges löpande över året).

JTI informerar och JTI-rapporterna kan beställas i tryckt form som lösnummer. Du kan också prenumerera på JTI informerar.

För trycksaksbeställningar, prenumerationsärenden m.m., kontakta vår publikationstjänst (SLU Service Publikationer):

tfn 018 - 67 11 00, fax 018 - 67 35 00
e-post: bestallning@jti.slu.se

JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik
Box 7033, 750 07 UPPSALA
tfn 018 - 30 33 49, fax 018 - 30 09 56
Besöksadress: Ultunaallén 4
office@jti.slu.se www.jti.slu.se

© JTI, 2003. Citera oss gärna, men ange källan!

Ansvarig utgivare: Lennart Nelson
Faktaunderlag och bilder: Lena Rodhe
Text/grafisk form: Carina Johansson
Illustrationer: Kim Gutekunst

ISSN 1651-7407