

JAN-OLOF SANNÖ • CHRISTEL CEDERBERG • GÖSTA GUSTAFSSON • JAN HULTGREN
KNUT-HÅKAN JEPPSSON • STIG KARLSSON • ELISABET NADEAU

LIFE Ammoniak avslutat – förbättrad gödselhantering viktigast

- På SLU:s mjölkgård Brogården i Skara förändrades stallet, utfodringen och gödselhanteringen för att minska ammoniakavgången och förbättra kvävehushållningen.
- Åtgärderna minskade ammoniakutsläppen med 66 procent. Samtidigt ökade kväveutnyttjandet på gården från 48 till 56 procent.
- Övergång från fast- till flytgödselhantering var viktigast för att minska gårdens ammoniakavgång.
- Den förbättrade gödselspridningstekniken var den enskilda åtgärd som minskade kväveförlusten mest och samtidigt kostade minst, med 1 krona per kilo sparad kväve.
- För övriga åtgärder var kostnaden högre än 100 kr per kilo sparad kväve.
- Åtgärderna hade flera positiva bieffekter, bland annat förbättrad mjölkproduktion och djurhälsa samt minskad gödsellukt, vilket ökar deras värde ytterligare.



Biofilter för utgående stallluft, kupoltak över gödselbrunn, urinskruv i gödselrännan och flytgödselspridare med ramp respektive myllningsaggregat är exempel på vad som använts inom projektet.



I Sverige står jordbruket för 90 procent av utsläppen av försurande och övergödande ammoniak, främst via stallgödseln. Enligt de svenska miljömålen ska dessa utsläpp minskas med 15 procent från 1995 års nivå till 2010.

Hur långt kan man nå?

I syfte att visa hur stora förbättringar man kan åstadkomma på en traditionell mjölkgård genomfördes projektet LIFE Ammoniak på SLU:s försöksgård Brogården i Skara under åren 1999–2003. Under sommaren 2000 gjordes omfattande ombyggnationer och förändringar av driften. Målet var att optimera alla delar av hanteringskedjan fält–ko–gödsel och därigenom halvera ammoniakutsläppen från projektgården, vilket också uppnåddes. En jämförelse av förhållandena före och efter ombyggnaden visar att en mjölkgård kan minska ammoniakutsläppen med 66 procent.

Projektet och resultaten från året före och första året efter ombyggnaden har tidigare presenterats i Fakta Jordbruk 9/ 2002. Faktaruta 1 ger en kortfattad sammanfattning av ammoniakförlusterna. I detta Fakta redovisar vi beräkningar av näringsbalanser på gårdsnivå och ekonomiska kalkyler för hela projektet.

Brogårdens växtnäringsbalans

Kvävebalanserna för Brogården framgår av tabell 1 och faktaruta 2 på nästa sida. De omfattar perioden 1 oktober–30 september för respektive år. Balansen för året närmast före ombyggnaden jämförs med en samlad balans för de två åren närmast efter ombyggnaden.

Det beräknade kväveöverskottet minskade med drygt 3 000 kg kväve för hela gården och kväveutnyttjandet förbättrades med 8 procentenheter. Det beräknade kväveöverskottet omfattade kväveförluster till luft av ammoniak (NH_3), lustgas (N_2O) och kvävgas (N_2) efter denitrifikation, utlakning till vatten av nitrat (NO_3) samt sannolikt också en viss fastläggning i marken (mulluppbbyggnad).

Mer vårsäd, lägre kvävegivor och bättre gödselspridning

En närmare analys av kväveflöden och kväveanvändning på Brogården förklarar varför kväveöverskottet minskade kraftigt efter ombyggnaden, från 106 till 74 kg kväve per hektar:

- Fördelningen mellan höstsäd och vårsäd förändrades. Under året före ombyggnaden odlades ca 17 hektar mer höstsäd än vårsäd jämfört med

de två följande åren. Eftersom höstvetete behöver ca 60 kg mer kväve per hektar än vårsäd var grödornas kvävebehov (och därmed inflödet av handelsgödselkväve) ca 1 000 kg mindre efter ombyggnaden.

- De totala kvävegivorna (inkl. utnyttjbart ammoniumkväve i stallgödseln) till höst- och vårsäden minskades i samband med ombyggnaden med ca 30 kg kväve/ha för höstsäd och 25 kg kväve/ha för vårsäd vilket minskade det totala kväveinflödet med ca 1 600 kg kväve/år.
- Åtgärderna i stallet och gödselhanteringen innebar att en större mängd stallgödselkväve bevarades i gödseln, i stället för att förloras som ammoniak. När gödseln lagrades i täckt behållare och spreds som flytgödsel med släpslang eller myllare, kunde mer kväve i gödseln utnyttjas och därmed minskade behovet av inköpt handelsgödsel. Hur stor denna minskning var beror på vilket kväveutnyttjande man räknar med i stallgödseln. Utifrån standardvärden i Jordbruksverkets växtnäringsprogram STANK beräknades att ca 700 kg kväve/år mindre handelsgödselkväve köptes in till följd av

FAKTARUTA 1

Kraftigt minskade ammoniakförluster på gården

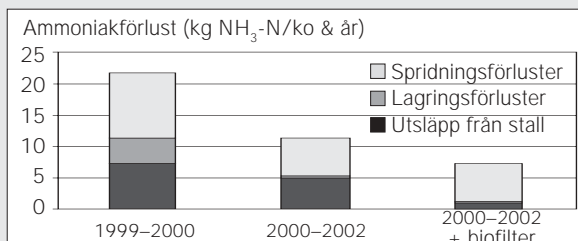
Totalt minskade ammoniakavgången på Brogården från 21,7 kg ammoniakkväve ($\text{NH}_3\text{-N}$) per ko och år under stallperioden närmast före ombyggnaden till 11,3 kg $\text{NH}_3\text{-N/ko}$ & år efter ombyggnaden (figur 1). Om effekten av biofiltret inkluderades var förlusterna så låga som totalt 7,3 kg $\text{NH}_3\text{-N/ko}$ & år efter ombyggnaden. Minskningen av ammoniakavgången från stallet kan till största delen hänföras till tekniska åtgärder i stallet. De insatta åtgärderna i projektet innebar att mängden kväve som kunde spridas till grödorna ökade med ca 4 kg N/ko & år.

Ammoniakavgången från stallet minskade från 7,2 till 5,0 kg $\text{NH}_3\text{-N/ko}$ & år efter ombyggnaden. Det var mycket svårt att särskilja vilken effekt olika byggnadstekniska åtgärder hade på ammoniakavgången. Den enda åtgärd som hade en klar effekt var kylning av gödselrännorna med hjälp av inkommande dricksvatten. När effekten av biofiltret inkluderades minskade ammoniakavgången från stallet till ca 1 kg $\text{NH}_3\text{-N/ko}$ & år (inkl. betesperioden).

Mjölproduktionen under stallperioden ökade efter ombyggnaden, från 30,6 till 33,0 kg ECM/ko & dygn. Foderkonsumtionen ökade under samma period med knappt 2 kg, från 18,5 till 20,4 kg ts/ko & dygn. Sänkt

råproteinhalt i foderstaten och höjd mjölkavkastning resulterade i en ökning av kväveeffektiviteten med ca 2 procentenheter, från 25 till 27 procent, räknat på helårsbasis för helårskor (inkl. sinkor).

Övergången till flytgödselhantering med lagring i en nedgrävd och täckt behållare medförde att lagringsförlusterna minskade från 4,1 till 0,2 kg $\text{NH}_3\text{-N/ko}$ & år. Övergången till flytgödsel med en stor lagringsvolym medförde också ett byte av spridningsteknik. Spridning efter ombyggnad genomfördes med bandspridning i växande gröda och myllning i vall. På detta sätt minskade spridningsförlusterna från 10,4 till 6,1 kg $\text{NH}_3\text{-N/ko}$ & år.



figur 1. | Totala ammoniakförlusterna per ko året före och året efter ombyggnaden på Brogården.

tabell 1. | *Kvävebalans enligt Farmgate-metoden (94,6 ha odlingsbar mark) före (1999–2000) och efter ombyggnaden (medelvärden 2000–2002).*

		Mängd kväve (kg)		
		Före ombyggn.	Efter ombyggn.	Skillnad
In				
Stall	Foder kor	3 670	3 877	207
	Foder ungdjur	76	69	-8
	Strö	26	0	-26
	Totalt	3 772	3 946	174
Odling	Handelsgödsel	13 242	9 737	-3 505
	Utsäde	193	188	-6
	Kvävefixering	1 500	1 500	0
	Nedfall	435	435	0
	Totalt	15 370	11 860	-3 510
Totalt in		19 142	15 805	-3 337
Ut				
Stall	Mjolk	1 636	1 919	283
	Djur	275	275	0
	Totalt	1 911	2 136	225
Odling	Spannmål	6 482	6 015	-467
	Halm	735	596	-139
	Totalt	7 217	6 611	-606
Totalt ut		9 128	8 805	-323
Överskott (in - ut)				
Total mängd N		10 014	7 000	-3 014
Mängd N/ha		106	74	-32
Utnyttjandegrad, %		48	56	8

FAKTARUTA 2

Kväveflöden

Inflödet av foder motsvarar den konsumerade mängden kraftfoder och mineraler (dvs. inom gårdssystemet). Grovfodret medräknas inte, eftersom det producerades på gården. "Strö" omfattar spån som köptes in under stallperioden närmast före ombyggnaden. Övrigt strömedel var halm, vilken inte ingår eftersom den producerades på gården. "Handelsgödsel" är spridda mängder handelsgödsel från höstsädd till skörd. "Utsäde" är inköpta och under växtodlingsåret utsädda mängder. Kvävefixeringen beräknades utifrån analyserade vallprover. Uppgifter om atmosfäriskt kvävenedfall för området där Brogården är belägen hämtades från STANK. Mängden fixerat kväve avrundades till helt hundratal kilo och den konstanta flödespost som användes var medelvärdet av fixerat kväve under de två åren närmast efter ombyggnaden.

Utflödet av kväve i mjölk beräknades efter proteininnehållet i levererad mjölk. "Djur" omfattar sålda tjurkalvar, beräknat som ett medelvärde över alla år. All spannmål lämnade gården, vägdes och analyserades på kväveinnehåll. "Halm" omfattar försäld halm.

den förbättrade stallgödselhanteringen.

Mindre handelsgödsel

Att Brogårdens kvävebalans förbättrades kraftigt under projektet berodde alltså huvudsakligen på förändringar av kvävetillförseln, vilka till 30 procent kan hänföras till övergången från höstsädd till vårsädd, till 50 procent de reducerade kvävegivorna och till 20 procent den förändrade stallgödselhanteringen. Det var särskilt användningen av handelsgödselkväve som minskade (tabell 1). De åtgärder som rörde utfodring, inhysning och stallgödselhantering svarade således för drygt 20 procent av förbättringen av Brogårdens kvävebalans. De minskade ammoniakförlusterna om totalt ca 425 kg ammoniakkväve/år (exkl. biofilter) utnyttjades därmed helt i gårdens växtodling genom minskade handelsgödselgivor.

Kostnaderna för olika åtgärder

Ett viktigt syfte med LIFE-Ammoniak var att visa lantbrukare, rådgivare, myndigheter och lantbruksstudenter vad som kan göras för att minska ammoniak-

förlusterna i mjölkproduktionen. Projektet ger också underlag för framtida politiska beslut och lagstiftning. Kostnaderna för projektets olika investeringar i förhållande till vad de ger i minskade kväveförluster är självfallet väsentliga i detta sammanhang.

Stallgödselspridning

Tabell 2 visar effektiviteten hos olika åtgärder i ekonomiska termer.

Utnyttjandet av bäst kända teknik för att sprida flytgödsel innebar att kväveförlusten reducerades med 4,3 kg kväve/ko och år. Värdet på det sparade kvävet uppgick till 1 446 kr/år. Det är svårt att ange vad den fördyrade tekniken för gödselspridning kostade i kr/kg sparad kväve. Detta beror främst på att olika maskinstationer tillämpar olika taxor för gödselspridning; ibland debiteras i kr/tim och ibland i kr/m³ etc. På Brogården var kostnaden för spridning av urin och flytgödsel med släpplangsramp 16 kr/m³, för fastgödsel 42 kr/m³ och för flytgödsel med myllningsaggregat 25 kr/m³. Totalt ökade spridningskostnaden vid övergången till flytgödsel med ett par hundra kr, varför

kostnaden för den minskade avgången har satts till 1 kr/kg kväve. Den förbättrade spridningstekniken var den åtgärd som minskade kväveförlusten mest och samtidigt kostade minst, vilket gjorde den till den i särklass mest kostnadseffektiva åtgärden.

Inhysning och stallgödsellagring

De totala kostnaderna för åtgärder rörande inhysning och stallgödsellagring uppgick till ca 1,2 miljoner kronor. I stallet utfördes även en del utfodringsrelaterade åtgärder, till en kostnad av 363 000 kronor. Dessutom gjordes en allmän upprustning av ladugården, som inte kunde hänföras till projektet, till en kostnad av 3,3 miljoner kronor.

Kylningen av gödselrännorna och biofiltret är de åtgärder i stallet vars effekt på kväveförlusten var möjlig att uppskatta. Den ekonomiska livslängden för kylningen av gödselrännan beräknades till 15 år och för biofiltret till 12 år. Biofiltret hade en årlig underhållskostnad på ca 4 700 kr. Trots att biofiltret hade en större förmåga att reducera kväveförlusten var det mindre

tabell 2. | *Minskning av kväveförlust, investeringskostnad, kapitalkostnad och kostnad för att minska kväveförlusten från stall, gödsellagring och gödselspridning på Brogården.*

	Stall			Gödselhantering	
	Totalt	Biofilter	Kylning	Lagring	Spridning
Minskning av kväveförlust, kg N/ko & år	-6,2	-4,0	-1,4	-3,9	-4,3
Värdet av minskad kväveförlust ¹ , kr/år	2 083	1 333	470	1 307	1 446
Investeringskostnad, kr	1 230 660	280 770	64 770	1 145 930	0
Kapitalkostnad resp. ökad spridningskostnad, kr/år	170 190	33 490	6 670	125 510	0
Kostnad för minskad kväveförlust, kr/kg N	654	229	110	768	1

¹ Kvävet värderat till 8 kr/kg.

kostnadseffektivt än kylningen, eftersom kostnaden var 229 kr/kg kväve för biofiltret jämfört med 110 kr/kg kväve för kylningen. Biofiltret krävde dessutom ett extra kraftigt fläktsystem i stallet.

Gödseln lagrades i en nedgrävd behållare med tak. Den totala kväveförlusten minskade med 3,9 kg kväve/ko och år. Det innebär att värdet av det sparade kvävet uppgick till 1 307 kr/år. Investeringskostnaden för hela flytgödselhanteringen uppgick till totalt 1 145 925 kr, varav kupoltaket svarade för 220 000 kr. Det motsvarar en årlig kapitalkostnad av 125 506 respektive 29 891 kr. Den ekonomiska livslängden sattes för pump och tak till 10 år, för markarbeten till 30 år samt för pumpbrunn och gödselbehållare till 15 år. Kostnaden för gödsellagringsåtgärderna var således 768 kr/kg sparad kväve. Den förbättrade gödsellagringen var betydelsefull, men inte alls lika kostnadseffektiv som gödselspridningen.

Utfodring

De förändringar som gjordes i foderstaten påverkade foderkostnaderna och mjölkintäkterna enbart marginellt. Avkastningen sjönk något under ombyggnaden, men återhämtade sig och var andra året drygt 500 kg högre än året

före ombyggnaden. Kväveeffektiviteten för helårsko ökade med 2 procentenheter, men detta slog inte igenom på kostnadssidan, delvis beroende på att inköpt koncentrat specialtillverkades för projektets räkning.

Billigare vid nybyggnad

Kostnaderna för olika åtgärder kan variera mycket mellan olika gårdar. De redovisade kostnaderna på Brogården ska därför endast ses som typvärden. Att bygga om en befintlig ladugård kan också innebära att vissa åtgärder blir dyrare än om man bygger en ny ladugård av samma standard. Exempelvis är kostnaden för kylning av gödselrännor marginell vid nybyggnad.

Andra positiva effekter

De vidtagna åtgärderna i projektet hade även andra positiva effekter än en minskad ammoniakavgång. Kylningen av gödselrännorna medförde att temperaturen på kornas dricksvatten steg med 3–6°C, vilket tidigare visats kunna ha en positiv effekt på mjölkproduktionen. Den förbättrade stalluften och stallhygien bidrog till att förbättra djurens hälsa och trivsel samt skapa en bättre arbetsmiljö. Täckningen av gödselbehållaren och den förbättrade gödselspridningstekniken hade en lukt-

reducerande effekt och ledde till jämnare spridning och bättre kontroll av gödselgivan på fältet, minskad nedsmutsning av grödan samt ökade möjligheter att tillföra växtnäring när grödan behöver den. Dessa bieffekter hade sannolikt en avsevärd ekonomisk betydelse, som dock inte var möjlig att uppskatta i siffror.

Ämnesord

Ammoniak, emission, utfodring, stallgödsel, biofilter, stallmiljö, kvävebalans.

Läs mer

Sannö, J.-O. m. fl. 2002. Mindre ammoniak från mjölkgård – flytgödsel bättre än fastgödsel. *Fakta jordbruk 9/2002*. SLU, Uppsala.

Sannö, J.-O. m. fl. 2003. LIFE Ammoniak. Bärkraftig mjölkproduktion genom minskning av ammoniakförluster på gårdsnivå. *SLU, institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Rapport 5*. Skara.

Författare

Kontaktperson:
Jan Hultgren, institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Skara. Tel 0511-670 00.
jan.hultgren@hnh.slu.se, www.hnh.slu.se

Projektleddare:
Agronom *Jan-Olof Sannö*, institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Skara.

Christel Cederberg, Svensk Mjolk, Harplinge.
Gösta Gustafsson och *Knut-Håkan Jeppsson*, institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp.

Elisabet Nadeau, institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Skara.

Stig Karlsson, tidigare JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

Projektet finansierades av EU-LIFE, Stiftelsen Lantbruksforskning, Inst. för husdjurens miljö och hälsa (SLU), Svenska Lantmännen, Arla Foods, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Svensk Mjolk, Inst. för jordbrukets biosystem och teknologi (SLU), Inst. för jordbruksvetenskap Skara (SLU), DeLaval, Svenska Foder och Skara kommun.

Ansvarig utgivare: Britta Fagerberg, SLU, inst. för biometri & teknik, Box 7032, 750 07 UPPSALA

Redaktör: David Stephansson, SLU Omvärld, Informationsenheten, Box 7077, 750 07 UPPSALA. Telefon: 018-67 14 92. Telefax: 018-67 35 20. E-post: David.Stephansson@omv.slu.se

Internet: www.slu.se/forskning/fakta/

Prenumeration och lösnummer: SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA. Telefon: 018-67 11 00. Telefax: 018-67 35 00. E-post: Publikationstjanst@slu.se

Prenumerationspris: 320 kronor + moms

Tryck: Elanders Tofers AB, 2004

