

Slutrapport - Surgörning av flytgödsel och biogödsel

Kjell Gustafsson, Agroväst, Sofia Delin, SLU, Ola Hallin och Lennart Wiklund Rådgivarna Sjuhärad

Frågeställning

Syftet med projektet var att undersöka om det under svenska förhållanden är ekonomiskt och miljömässigt intressant att genom tillsats av syra sänka pH-värdet i flyt- och biogödsel (rötrest) i samband med spridningen. Projektet är inspirerat av danska försökserfarenheter med surgörning av flytgödsel. Effekterna har studerats genom fältförsök i grödorna gräsvall och höstvete där skördeutfall och kvävehalt registreras.

Bakgrund

Det är väl känt att en sänkning av pH-värdet i flytgödsel och biogödsel (rötrestgödsel) minskar mängden ammoniak och i stället behålls det växttillgängliga kvävet i form av ammonium. I Danmark finns nu väl utvecklade metoder för att genomföra detta i praktiken. Där finns metoder för att tillföra syra, vanligen koncentrerad svavelsyra, kontinuerligt i flytgödselbehållare (www.infarm.dk), momentant i samband med omrörning (www.oerum.com) eller doserat i samband med spridning (www.biocover.dk). I Danmark måste obehandlad flytgödsel spridas med myllningsaggregat i växande gröda och på vallbrott. Surgjord gödsel jämställs i Danmark med myllad gödsel, vilket är huvudanledningen till den tydliga danska utvecklingen av surgörningstekniken. I Sverige tillämpas surgörning med en blandning av svavel- och fosforsyra (Gylle Fresh) på ett antal gårdar i främst västra Skåne (www.foderspannmal.se).

Flytgödsel är idag den dominerande formen av stallgödsel. Mjölkogödsel hanteras till 82 % och slaktsvinggödsel till 92 % som flytgödsel (SCB 2012). Enligt samma källa sprids 53 % med släpslang, 42 % genom bredspridning och endast 4 % med myllningsaggregat. Biogödsel som är det vedertagna namnet på rötrestgödsel är restprodukten vid rötning av stallgödsel, restprodukter eller odlade grödor. I biogödsel är pH-värdet betydligt högre än i flytgödsel, pH 7,7-8,3, jämfört med pH 6,7-7,0 i nötflytgödsel (Gustafsson 2012). Detta indikerar tydligt att ammoniakförlusterna vid spridning av biogödsel i växande gröda riskerar att bli högre än för flytgödsel. Tillgången på biogödsel är i ökande då antalet biogasanläggningar kontinuerligt ökar. Flytgödsel och biogödsel utgör således mycket betydande växtnäringsresurser. Ca 23 % av det kväve som tillförs svenska grödor utgörs av växttillgängligt kväve från stallgödsel (SCB 2012). Det innebär ca 46000 ton kväve. Det finns dock problem förknippat med att utnyttja denna stora växtnäringsresurs på ett helt optimalt sätt. Ett stort problem är att en betydande del av flyt- och biogödselns kväve riskerar att avdunsta i samband med spridningen. Det beror på produkternas innehåll av ammoniumkväve som vid högt pH och under varma och blåsiga dagar i samband med och efter spridningen lätt kan avdunsta i form av ammoniak. En lösning av detta problem är att sänka pH-värdet i flyt- eller biogödseln före eller i samband med spridningen. Kvävet kan då i högre grad kvarstanna i form av ammonium som vid kontakt med jord binds till markens partiklar.

Detta projekt går ut på att Sverige testa principen i den teknik som bygger på surgörning vid spridningstillfället. I Danmark har företaget BioCover A/S har utvecklat sådan teknik under varunamnet SyreN. Vi har dock tillfört syran genom en förenklad metodik och resultaten är således inte kopplade till användning av en viss teknik utan resultaten förväntas vara generella och spegla surgörningens effekter oavsett var och hur svavelsyra tillsätts, förutsatt att pH är 6,0 eller strax under. Däremot speglar inte resultaten de effekter som kan uppnås genom tillsats av andra ämnen som kan minska ammoniakförluster (Rodhe m fl 2005). Enligt BioCover minskar ammoniakavgången med ca 50 % och bidrar till skördeökningar på 200-400 kg/ha (Biocover, 2012). I ett enskilt danskt försök under 2011 uppnåddes en skördeökning på 1 ton/ha för syrabehandlad svinflytgödsel (Oversigt över Landsforsøgene 2011). Kai et al. (2008) rapporterade en minskning av ammoniakavgången på 67 %, vilket gav 43 % högre kvävegödslingsvärde på gödseln. Dessa nivåer är jämförbara med effekten av direktmyllning, där effekten också varierar beroende på nedmyllningsdjup (Nyord, 2008). Fördelen med surgörning jämfört med direktmyllning är bl.a. det minskade dragkraftsbehovet och mindre risk för skador på grödan.

I projektet har vi alltså testat effekterna av syratillsats vid spridningstillfället. Det kan vara fördelaktigt att surgöra gödseln i ett tidigare skede. Vid surgörning i lagringsbrunn minskar risken för ammoniakavgång även under lagringen och metanbildningen minskar då det tredje och fjärde skedet av biogasbildningen, dvs. ättiksyrabildningen och metanbildningen kräver neutrala förhållanden (pH 6,8-7,5). Oavsett var syratillsättning görs är det av mycket stort intresse att studera pH-sänkningens påverkan på grödornas kväveutnyttjande.

Under 2013 har således de första svenska växtodlingsförsöken där effekten av surgjord gödsel studeras genomförts i västra Sverige. Detta har gjorts i ett Agrovästprojekt som finansierats av Sparbanksstiftelsen Skaraborg, Stiftelsen Lantbruksforskning, Nötkreatursstiftelsen Skaraborg och HS Sjuhärad. Genomförandet har gjorts i samarbete med SLU Skara med Lanna Försöksstation och Rådgivarna Sjuhärad.



Bild 1 . Gödsling med flytgödsel i gräsvallförsöket på Råde försöksstation.

Material och metoder

Använd flytgödselspridare, använda gödselprover och tillförd svavelsyra

En på SLU:s försöksstation Lanna befintlig flytgödselspridare som är anpassad för fältförsök har använts. Spridaren är försedd med ramp med spridarlangor som är 8 m bred men där halva rampen kan stängas av för att gödsla i försöksrutor som är 4 m breda. Planen var först att utrusta denna spridare med BioCover's teknik men företaget kunde inte leverera en automatisk utrustning till en spridare med så låg kapacitet som denna försöksspridare har. Därför har syratillsättningen gjorts manuellt till tanken, på samma sätt som i de danska fältförsöken. I försöken har koncentrerad svavelsyra (96 %) använts som surgörare. Flytgödsel och biogödsel har hämtats på två olika gårdar. På Nötcenter Viken (Falköpings kommun) har nötflyt och biogödsel (rötad nötflyt) hämtats. På Stora Horshaga i Vedum (Vara kommun) har svinflyt och biogödsel (rötad svinflyt) hämtats. Ett problem med försök med stallgödsel är att variationen är stor och att man först i efterhand genom analys av den omrörda hämtade varan vet vad den innehåller. I tabell 1 redovisas innehållet i de använda gödselpartierna. I fältförsöken gödslades först leden utan syra och syratillförseln gjordes i halvfyllt spridare. Detta förfarande innebär att säkerheten i jämförelsen mellan osyrade och syrade led är god under förutsättning att syratillförsel inte påverkar gödselns spridningsegenskaper och påverkar utspridd mängd. Förändring i väderleken mellan spridning av orötad och rötad gödsel kan också påverka.

Tabell 1. Innehåll i använda flyt- och biogödselprover.

Innehåll	Råde gräsvall		Bjertorp gräsvall				Höstvete			
	1:a skörd	2:a skörd	Nötflyt	Biogödsel	Nötflyt	Biogödsel	Nötflyt	Biogödsel	Svinflyt	Biogödsel
TS, %	6,2	5,3	5,9	5,4	7,2	5,1	7	7,5	10,2	3,1
TotN, %	3,1	3,4	3,2	3,1	3	3,1	3,3	3,3	6,2	4
NH ₄ -N, %	1,8	2,2	2	2	1,5	1,9	1,8	2,1	4,1	3,2
pH	7,2	7,6	7,1	7,7	7	7,8	7,1	7,5	6,6	8
C/N-kvot	8,2	6,2	7,7	6,9	10,0	6,5	8,8	9,4	6,6	2,4

Med hjälp av titreringar som gjordes i förväg på laboratorium, hade vi någorlunda koll i förhand hur mycket syra som skulle gå åt för respektive gödseltyp. Detta gick dock inte att lita på helt. Upprepade pH-mätningar gjordes därför även under surgörningen i spridaren. Svavelsyran tillfördes stegvis så att pH i den surgjorda gödseln sjönk till pH 6,0. Den mängd svavelsyra som åtgår beror på gödselns pH och buffrande egenskaper och i tabell 2 visas mängd syra som tillförts, nått pH och tidpunkt då spridningen i fält har gjorts. I tabellen framgår att uppnått pH i vissa fall klart understiger 6,0. Det beror på att gödselns buffringsförmåga förändras runt pH 6,0 vilket innebär att en måttlig syratillsats då ger en väsentlig pH-sänkning.

Tabell 2. pH före och efter surgörningen, syraåtgång, tillförd svavel och spridningstidpunkt.

Plats och gröda	Dag	Gödseltyp	pH-före	Tillf syra, l	Gödselvolym, l	Syratillf., l/m ³	pH-efter	kg S/m ³	Spridningstidpunkt
Lanna	28-maj	Biogödsel	8,05						11.00
Höstvete		Surgjord biogödsel	8,05	23	3	7,7	5,15	2,41	15.00
		Svinflyt	6,6						18.45
		Surgjord svinflyt	6,6	4	3,2	1,3	5,5	0,39	19.50
Bjertorp	28-maj	Biogödsel	8,05						10.00
Höstvete		Surgjord biogödsel	8,05	23	3		5,15	0,00	16.00
		Svinflyt	6,6						17.30
		Surgjord svinflyt	6,6	4	3,2	1,3	5,5	0,39	20.45
Rådde	31-maj	Biogödsel	7,4						11.15
Gräsvall		Surgjord biogödsel	7,4	20	3,2	6,3	6,0	1,96	13.50
Skörd 1		Nötflyt	6,8						14.45
		Surgjord nötflyt	6,8	7,5	2,7	2,8	5,8	0,87	15.35
Bjertorp	19-jun	Biogödsel	7,3						17.00
Gräsvall		Surgjord biogödsel	7,3	18,5	3	6,2	5,6	1,94	19.30
Skörd 1		Nötflyt	6,7						11.30
		Surgjord nötflyt	6,7	12	3	4,0	4,8	1,26	14.30
Rådde	05-jul	Biogödsel	7,9						14.15
Gräsvall		Surgjord biogödsel	7,9	23	2,5	9,2	5,7	2,89	15.50
Skörd 2		Nötflyt	6,8						16.20
		Surgjord nötflyt	6,8	8	2,2	3,6	5,8	1,14	17.20
Bjertorp	15-aug	Biogödsel	7,8						11.15
Gräsvall		Surgjord biogödsel	7,8	23,5	2,5	9,4	5,7	2,95	17.15
Skörd 2	14-aug	Nötflyt	7,1						13.30
		Surgjord nötflyt	7,1	8	2,3	3,5	5,9	1,09	15.35

Vädersituationen vid och efter spridningstidpunkten

Alla fältförsök har genomförts på försöksplats med närhet till väderstation (Lantmet-nätverket). Det innebär att vi har tillgång till bra väderdata vid och efter spridningstillfället. Genomgående gjordes spridningarna under tidpunkter med relativt hög risk för ammoniakavgång, detta för att testa syratillförselns effekter under annars ogynnsamma väderbetingelser för spridning av flyt- och biogödsel. Ur andra aspekter är det ofta gynnsamt att sprida under torra förhållanden. Det är då normalt bra markbärighet, låg risk för körskadorna på grödan och liten risk för att jord följer med upp och förorenar vägar. Spridningarna har alltså utförts där väderleken under spridningsdagen och efterföljande dagar haft en ganska hög max-temperatur 20-25 °C, mycket låg nederbörd, för denna situation normal luftfuktighet och låg vindhastighet. En högre vindhastighet skulle sannolikt ytterligare kunnat öka surgörningseffekten något.

Försöksplaner

Effekten av surgörning har undersökts i två fältförsök i vardera grödan gräsvall och höstvete. Försök i gräsvall har legat på Bjertorps Egendom och Rådde Försöksgård. Höstveteförsök har legat på Bjertorps Egendom och på Lanna Försöksstation.

Försöksplanerna har primärt syftat till att studera surgörningsteknikens påverkan på kväveutnyttjandet i flytgödsel och biogödsel men även jämförelser mellan rötdad och orötdad gödsel kan göras och gödseltyperna kan jämföras med mineralgödselkväve. Liknande försöksupplägg används i båda grödorna (tabell 3 och 4).

Utvärderingen begränsas sig till skördepåverkan och skördens kväveinnehåll (proteininnehåll). I försöken med höstvete rör det sig om kärnskörd och kvävehalt och i vallförsöket om biomassa (kg ts/ha) och kvävehalt i två delskördar per år.

Tabell 3. Försöksplan i höstvete

A	Ingen kvävegödsling
B	Mineralgödsel 90 kg N/ha
C	Mineralgödsel 140 kg N/ha
D	Obehandlad flytgödsel 90 kg NH ₄ -N per ha
E	Obehandlad biogödsel 90 kg NH ₄ -N per ha
F	Syrabehandlad flytgödsel 90 kg NH ₄ -N per ha
G	Syrabehandlad biogödsel 90 kg NH ₄ -N per ha

Tabell 4. Försöksplan i gräsvall

Led	Kvävegiva kg N/ha	Gödselmedel		SyreN
		Vår	Återväxt	
A	0+0+0	Inget kväve. PK	Inget kväve. K	
B	60+50+0	Axan + PK	Axan + K	
C	100+80+0	Axan + PK	Axan + K	
D	60+50+0	Flytgödsel	Axan	
E	60+50+0	Flytgödsel	Axan	Syrabehandlad
F	60+50+0	Axan	Flytgödsel	
G	60+50+0	Axan	Flytgödsel	Syrabehandlad
H	60+50+0	Biogödsel	Axan	
I	60+50+0	Biogödsel	Axan	Syrabehandlad
J	60+50+0	Axan	Biogödsel	
K	60+50+0	Axan	Biogödsel	Syrabehandlad
L	100+80+0	Flytgödsel + Axan	Flytgödsel + Axan	
M	100+80+0	Flytgödsel + Axan	Flytgödsel + Axan	Syrabehandlad

Alla led gödslades med erforderliga mängder av P, K och S och mikronäring vid behov, så att kvävet skall vara den begränsande faktorn. Led A-C utgör kontrollen för att få ett mått på hur effektiva de andra leden är jämfört med mineralgödsel, vilket gör det enklare att jämföra med andra försök. Vi har valt tre kvävesnivåer för att kunna kontrollera om skörderesponsen är linjär eller avtagande. Utifrån sambandet mellan mineralgödselgiva och skörd kan skörden i övriga gödselled översättas i vilken mineralgödselgiva skördeeffekten motsvarar och därmed hur stor procent av tillfört kväve som varit lika tillgänglig som mineralgödsel under

växstsäsongen. Gödslingsnivåerna hålls på en måttlig nivå för att inte kvävebehovet ska vara tillgodosett i alla led varpå eventuella skillnader i kväveeffekt döljs. Samtidigt som vi får en jämförelse mellan syrabehandlad gödsel och inte syrabehandlad får vi en värdering av kvävet i rötad respektive orötad gödsel, vilket också är efterfrågad kunskap och en välkommen komplettering till de få försök som tidigare är gjorda.

Resultat och diskussion

Höstvete

På grund av den sena gödslingsstidpunkten blev effekten av kvävegödsling med Axan på skörd relativt låg, med bara ca 20 kg skördeökning per kg kväve tillfört som Axan (tabell 5).

Skördeökningen i närliggande försök som gödslats vid normal tidpunkt blev ungefär den dubbla. Effekten på kväveskörd var dock skaplig, med en kväveeffektivitet av Axan på 60%, d.v.s. ökningen av mängden kväve i skördat vete var 60% så stor som den mängd kväve man lagt på med gödseln. Skörden i leden med flytgödsel och biogödsel blev relativt god jämfört med leden med Axan. Att surgöra gödseln hade i detta fall ingen positiv effekt på skörden.

Tabell 5. Kärnskörd och kväveskörd i höstveteförsöken på Lanna respektive Bjertorp

	NH ₄ -N kg N/ha	Total-N kg N/ha	Lanna		Bjertorp	
			Skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha	Skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha
0 kg N			1690	24	2432	44
Axan, 90 kg N/ha			3669	77	4012	102
Axan, 140 kg N/ha			4310	104	4608	128
Flytgödsel	103	155	4334	89	3303	88
Flytgödsel (syrad)	103	155	2600	56	3226	88
Biogödsel	80	100	5302	108	5520	107
Biogödsel (syrad)	80	100	4357	85	5058	111
LSD			167		340	

Mineralgödselvärdet för flytgödsel och biogödsel (tabell 6), anger hur bra effekten av kvävet i de olika gödselmedlen var jämfört med mineralgödsel (Axan). I detta fall var effekten av kvävet i biogödseln bättre än den av Axan, oavsett om man beaktade bara ammoniumkvävet (130-180%) eller totala kväveinnehållet (100-150%). Även flytgödseln hade relativt god effekt jämfört med mineralgödsel. Att dessa båda gödselmedel hade bättre effekt än Axan berodde förmodligen på den sena gödslingsstidpunkten och den torra väderleken. Ett flytande gödselmedel kanske trängde ner i marken och på så vis blev tillgängligt lite snabbare.

Däremot blev effekten inte bättre, utan snarare sämre av surgörning (tabell 6 och 7). Vad detta beror på vet vi inte säkert. Att effekten av surgörning skulle bli mindre än på gräsvall var väntat, eftersom risken för ammoniakförluster anses vara mindre vid spridning i höstvete än på vall. I höstvetet får gödseln i regel bättre jordkontakt än vid spridning på en tät gräsvall och grödan är ofta mer högväxt vilket skyddar mot sol och vind. Men att surgörningen skulle ha en negativ effekt är knepigare att förstå. En orsak kan vara att skumningen av gödseln kan ha bidragit till en lägre densitet och därmed att den volym gödsel som spreds ut innebar en mindre mängd gödsel mätt i kg. En annan tänkbar orsak är att det lägre pH-värdet fördröjde nitrifikationen av ammonium till nitrat. Eftersom nitrat är mer lättlösligt i marken når det rötterna snabbare. Vid en mycket sen gödsling kan en fördröjd nitratbildning ha betydelse för

utnyttjandegraden. Hade gödslingen skett vid normal tid, hade en sådan fördröjning förmodligen inte haft någon betydelse. Med detta är bara spekulationer.

Tabell 6. Mineralgödselvärdet i höstveteförsöken på Lanna respektive Bjertorp (beräknade utifrån data i tabell 6).

	Mineralgödselvärdet		Mineralgödselvärdet	
	% av totalkväve		% av ammoniumkväve	
	Lanna	Bjertorp	Lanna	Bjertorp
Flytgödsel	72%	46%	109%	69%
Flytgödsel (syrad)	35%	46%	52%	69%
Biogödsel	146%	103%	182%	129%
Biogödsel (syrad)	105%	109%	131%	136%

Gräsvall

Skördeeffekten av flytgödsel och biogödsel till gräsvall ökade väsentligt av att surgöra gödseln i båda försöken, både till första (tabell 7) och andra (tabell 8) skörd. I leden med nötflytgödsel handlade skördeökningen om 400-500 kg/ha i första skörd (tabell 7) och ca 100-250 kg vid andra skörd (tabell 8). För biogödsel blev skördeökningen 600-1100 kg/ha i första skörd och 250-750 kg/ha vid andra skörd. Även i de led som fått både nötflytgödsel och Axan kunde man se stora skördeökningar i flera fall. Effekten där blir dock otidlig i de fall gödselgivan låg så pass högt att det eventuellt överskridit grödans behov.

Tabell 7. Torrsubstansskörd och kväveskörd vid första skördetillfället i försöken på Bjertorp och Rådde.

RT	P	Syra	Gödselmedel	Mängd kgN/ha	Rådde		Bjertorp	
					Ts-Skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha	Ts-skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha
A			Inget N	0	964	14	1320	14
B			Axan	60	3209	56	3640	49
C			Axan	100	3754	95	4250	71
D			Nötflytgödsel	45 ¹ ,54 ²	1929	33	2230	26
E	x		Nötflytgödsel	45 ¹ ,54 ²	2318	46	2740	35
F			Axan	60	3153	60	3490	49
G			Axan	60	3177	57	3460	48
H			Biogödsel	57 ¹ ,66 ²	2626	48	3380	40
I	x		Biogödsel	57 ¹ ,66 ²	3215	67	4520	59
J			Axan	60	3168	61	3460	52
K			Axan	60	3208	61	3600	46
L			Nötflyt + Axan	45 ¹ ,54 ² +40	2983	60	3530	49
M	x		Nötflyt + Axan	45 ¹ ,54 ² +40	3260	77	4270	63
LSD					160		440	

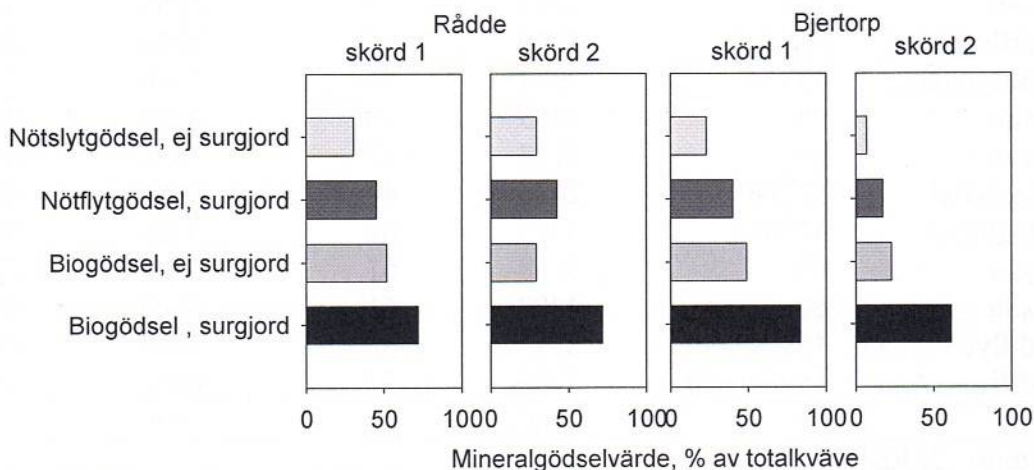
1) Bjertorp 2) Rådde

Tabell 8. Torrsubstansskörd och kväveskörd vid andra skördetillfället i försöken på Bjertorp och Råde.

Led	Syra	Gödselmedel	Mängd kgN/ha	Råde		Bjertorp	
				Ts-Skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha	Ts-skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha
A		Inget N	0	875	23	450	5
B		Axan	50	1976	29	1010	19
C		Axan	80	2750	58	1210	27
D		Axan	50	2382	39	880	14
E		Axan	50	2453	41	1080	18
F		Nötflytgödsel	45 ¹ /50 ²	1407	24	500	7
G	x	Nötflytgödsel	45 ¹ /50 ²	1649	32	620	10
H		Axan	50	2449	42	930	18
I		Axan	50	2189	38	1150	23
J		Biogödsel	53 ¹ /50 ²	1386	22	770	12
K	x	Biogödsel	53 ¹ /50 ²	2155	41	1020	22
L		Nötflyt + Axan	45 ¹ /50 ² +30	2176	41	980	18
M	x	Nötflyt + Axan	45 ¹ /50 ² +30	2404	49	1000	22
LSD				240		250	

1) NH₄-N Bjertorp 2) NH₄-N Råde

Mineralgödselvärdet var högre hos biogödsel än hos örötad flytgödsel i de flesta fall (figur 1). Surgörning ökade mineralgödselvärdet hos både flytgödsel och biogödsel. Då dessa surgjorts hade alltid biogödsel ett högre mineralgödselvärdet. Då samma sorts flytgödsel använts som substrat i biogasanläggningen, kan man dra slutsatsen att mineralgödselvärdet ökar genom att röta det. Att det inte alltid har bättre värde i osyrad form (med dock i syrad form) kan bero på högre ammoniakförluster till följd av högre pH och ammoniuminnehåll. Genom att både röta och syra gödseln har mineralgödselvärdet ökat från ca 30 % till 70 % av gödselns totala kväveinnehåll.



Figur 1. Nötflytgödselns och biogödselns mineralgödselvärden med och utan surgörning, beräknat utifrån kväveskörd vid första skörd (led D, E, H, I) och andra skörd (led F, G, J, K) jämfört med responsen på kväveskörd av mineralgödsel (led A-C).

Övriga erfarenheter

Det förfaringsätt vi använt i projektet är mycket olämpligt att tillämpas i praktiken. Det finns stora risker för syrastänk och då det blir en kraftig värmeutveckling och skumbildning vid tillsättandet. Vi var tvungna att vid några tillfällen dämpa skumbildningen genom att tillsätta skumdämpningsmedel. I de ovan beskrivna danska metoderna har man löst problemet med besvärande skumbildning men då vårt projekt har syftet att i fältförsök studera gödslings-effekter var vi av tekniska och ekonomiska skäl tvingade att tillämpa en förenklad teknik.

Angelägenhet för näringen

Då det behövs mer försöksresultat, ett tydligt marknadspris på syra och information om vad det kostar att tillföra den kan vi inte göra en säker kalkyl. Frågan är också vilka nyttor som värderas och om man kompenserar ammoniakförluster med mera mineralkväve, då uppstår ju ingen skördepåverkan. Andra nyttor är mindre lukt, mindre kvävedeposition där den förlorade ammoniakerna hamnar och påverkan på växthuseffekten. Beräkningar från vallförsöken visar att rötning höjde värdet mellan nötflyt och biogödsel med drygt 6 kr/m³. Om syran kostar 2 kr/m³ och mineralgödsel-N kostar 9 kr/kgN så är det mer lönsamt att kompletteringsgödsla än att surgöra. Detta gäller såväl flytgödsel som biogödsel. Om någon kvävekomplettering inte görs och vallskörden värderas till 1 kr/kgTS så täcker halva skördeökningen i såväl flytgödsel som biogödsel syrakostnaden. I detta läge finns utrymme för att även täcka teknikkostnad för syratillförsel. Att utnyttja kvävet i stallgödsel och biogödsel är synnerligen angeläget både för lantbrukarnas ekonomi och för miljön. I nuläget förloras mycket stora värden då betydande delar av det annars växttillgängliga kvävet från flytgödsel och biogödsel avdunstar som ammoniak i samband med spridningen. Detta är speciellt intressant för ekologisk odling där värdet av en viss skördeökning är högre än för konventionell odling och där kvävekomplettering med snabbverkande mineralgödselkväve inte är möjligt. Surgörning med svavelsyra är i dagsläget inte godkänt i ekologisk odling men vilka produktionsmedel som är godkända för ekologisk odling omprövas kontinuerligt. Årligen tillförs ca 46000 ton kväve som växttillgängligt kväve genom stallgödsel. Om det växttillgängliga kvävet kan utnyttjas effektivare kan betydande mängder mineralgödselkväve sparas. Om vi kan effektivisera utnyttjandet med 10 % betyder det vid kvävepriset 10 kr/kg en sparad kostnad på 46 milj. kr. Kan effektiviteten höjas till 20 % sparas 92 milj. kr och vid 30 % ökad kväveeffektivitet är besparingen 138 milj. kr. Inbesparingen skall självklart reduceras med kostnaden för syratillsats och avskrivning av utrustning. Att avdunstning av ammoniak är ett miljöproblem kan också medföra restriktioner från myndighetshåll vid exempelvis tillståndsprövningar. Kan ammoniakförluster minskas och dessutom lukten reduceras så ökar också acceptansen för användandet av dessa produkter av närboende. Genom att tillsätta ett billigt kvävegödselmedel till flyt- och biogödsel kan en "fullgödsling" erhållas. Det ger ytterligare plus i ekonomin och mindre arbete och energiförbrukning vid kompletteringsgödsling. Därtill kan luktproblem utöver ammoniakdoft minskas genom tillsats av järnsulfat. Vid behov kan mikronäringsämnen tillföras. Sammantaget förväntas den nya tekniken kunna ge betydligt bättre ekonomi för lantbruket, mindre övergödning av miljö och mindre störande luktproblem vid gödselspridningen.

Resultatförmedling

Resultaten från projektet har förmedlats genom muntliga presentationer på Ekodag i Vara 24/10, på Greppa Näringens 10-årsjubileum i Vara den 13/11 2013 och kommer att presenteras på den regionala växtodlingskonferensen i Uddevalla 9-10/1 och på Vallkonferensen i Uppsala 5-6/2 2014. Resultaten har också presenteras i Agrovästs monter på Elmia Lantbruk Djur & Inomgård 23-26/10 2013. En artikel om projektresultaten var införd i Lantmannen i augusti och en artikel kommer att publiceras i Arvensis (HS Facktidning) i december 2013. De kommer också att presenteras via notiser hos GREPPA, annan lantbrukspress och liknande media som når lantbrukare och rådgivare. Agroväst deltar också under 2014 på lantbruksmässor typ Elmia Lantbruk, Borgeby Fältdagar, Logårdsdagen och Slätte Ekodag och även där kommer resultaten från detta surgörningsprojekt att vara ett viktigt inslag. För att kommunicera resultaten med andra forskare internationellt kommer de även att presenteras på en internationell konferens samt om pengar till ytterligare försök erhålls som en vetenskaplig artikel i en internationell tidskrift. Sofia Delin och Kjell Gustafsson deltog i International conference on manure management and valorization, "manuREsource 2013", i Brygge Belgien den 5-6/12 2013. Där fick vi goda kontakter med andra vetenskapliga grupper som forskar kring tillsatser av syror eller andra ammoniumbevarande tillsatser däribland AgroTech och University of Southern Denmark i Danmark (T. S. Birkemose resp. S. G. Sommer), Wageningen Holland (G. Velthof) och Technical University of Lisbon Portugal (D. Fangueiro). Sofia Delin håller på och förbereder ett abstract till 18th Nitrogen Workshop Lissabon den 30/6-3/7 2014.

Referensgrupp

Ett fysiskt referensgruppsmöte har hållits. Kontinuerlig kontakt med referensgruppen har under projekttiden hållits med deltagarna i referensgruppen. Som referensgrupp har följande personer deltagit: Morten Toft, BioCover A/S, Tavs Nyord, Århus universitet, Lena Rodhe, JTI, Huibert Oostra, JTI, Fredrik Johansson, Lundby maskinstation och Johan Roland, SLU Skara

Referenser

- BioCover, 2012. SyreN. Produktinformation om SyreN-tekniken.
<http://www.agritechnica.com/1108.html>
- Gustafsson, K. 2012. Utveckling av online-analys av växtnäringsinnehåll i flytgödsel och rötrest. Evalueringsrapport BioM-projektet.
- Kai P., Pedersen P., Jensen, J.E., Hansen, M.N., Sommer S.G. 2008. A whole-farm assessment of the efficacy of slurry acidification in reducing ammonia emissions. *Europ. J. Agronomy* 28 (2008) 148–154
- Nyord T., Søgaard H.T., Hansen, M.N. & Jensen L.S. Injection methods to reduce ammonia emission from volatile liquid fertilisers applied to growing crops. *Biosystems Engineering* 100, 235–244.
- Nyord, T. 2011. Acidification of animal slurry and succeeding effect on ammonia emission following land spreading. NJF Seminar 443
- Nyord, T. & Kristensen, K. 2011. Analyse af ammoniakemission efter udsprejning af svinegylle med 4 forskellige pH værdier, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, 09-03-2011.
- Oversigt over Landsforsøgene 2011. Syren-behandlet svinegylle til vinterhvede, 243-244. Videncentret for Landbrug 2011.
- Rodhe, Lena m fl. Tillsatsmedel för flytgödsel – litteraturöversikt och utveckling av testmetod. JTI-rapport 333, 2005.
- SCB 2012. Gödselmedel i jordbruket 2010/11. Statistiska meddelanden, MI 30 SM 1203.



Hjälper svenska jordbrukare att utvecklas

Surgörning av flyt- och biogödsel för bättre kväveutnyttjande

Kjell Gustafsson
Agroväst



Hjälper svenska jordbrukare att utvecklas

Hur man fördubblar kväveeffektiviteten i nötflytgödsel!

Sofia Delin SLU, Lennart Wiklund och Ola Hallin
Rådgivarna Sjuhärad

Hur man fördubblar kväveeffektiviteten i nötflytgödsel!



Mer info: www.agrovast.se, kjell.gustafsson@agrovast.se

För hållbar utveckling i lantbruket



Stallgödsel - en stor växtnäringsresurs som kan utnyttjas mycket bättre!

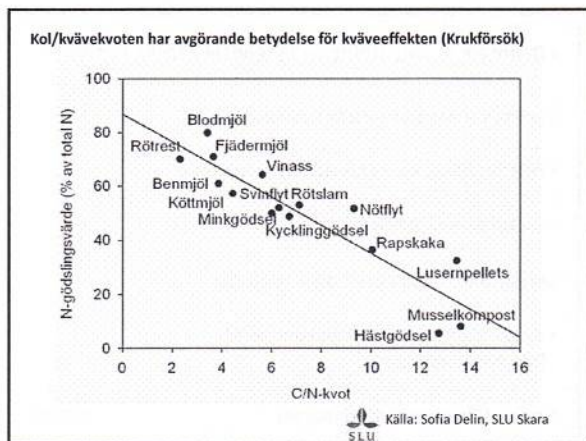
- 23 % av det växttillgängliga kvävet kommer från stallgödsel – kan ökas genom rötning och surgörning
- 71 % av fosfortillförseln – effekten kan sannolikt förbättras genom surgörning
- 86 % av kaliumtillförseln
- Biogödsel (rötrestgödsel) ökar med ökande biogasproduktion
- 92 % av slaktsvinsgödsel hanteras som flytgödsel
- 82 % av mjölkkgödseln hanteras som flytgödsel

Källa: SCB 2012

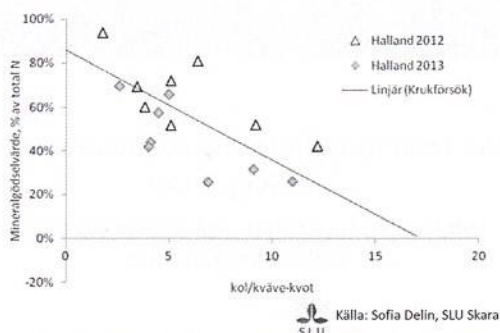


Det finns mycket goda förutsättningar för bättre växtnäringsutnyttjande i flyt- och biogödsel!

- Dagens rampspridare har en god spridningsjämnhet - väl motsvarande mineralgödselspridare
- Växtnäringsinnehållet varierar mycket men det kommer sannolikt att kunna mätas online med NIR-teknik
- Genom tillsats av syra eller annan produkt kan kvävet och fosfor göras väsentligt mer växttillgängligt

Resultat från fältförsök



Resultat från fältförsök

Medel från 3 försök i havre: ett i Västergötland 2012 och två i Halland 2012 och 2013

Gödseltyp	Mineralgödselvärdet
Svinflytgödsel	50% av totalkväve
Nötflytgödsel	40%
Köttmjölspellets	80%
Biogödsel	70%
Kycklinggödsel	40%
Vinass	60%

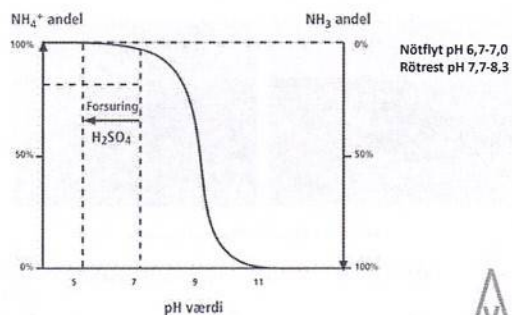
Källa: Sofia Delin, SLU Skara

Ammoniakförlusterna från gödseln kan vara stora och varierar med:

- mängd flytgödsel eller rötrest
- applikationsteknik
- halt ammonium i gödseln
- pH-värde
- vindhastighet
- temperatur
- planttäckning
- markfuktighet



Surgörning sänker pH och andelen ammoniak minskar



I Danmark är surgörning av flytgödsel ganska vanligt

Vanligaste använd syra är svavelsyra

- relativt billig, ca 2 kr/l vid stora volymer
- täcker svavelbehov

Surgörningen görs med olika metoder

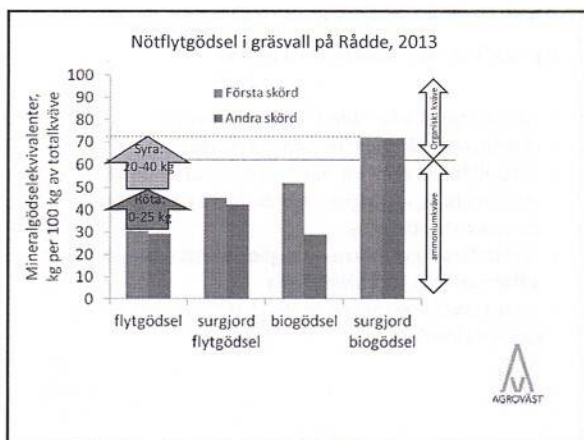
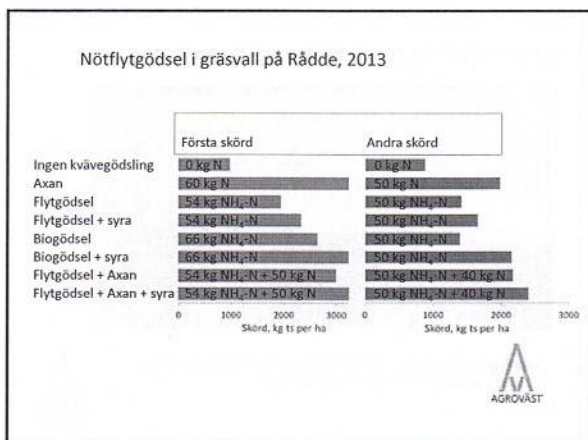
- syran blandas in i pumpbrunn eller flytgödselbehållare
- syran tillsätts vid spridningen



Danska försökserfarenheter

- Minskad avgång ammoniak med 50-70 %
- Skördeökningar på 200-400 kg/ha
- Enskilt försök 2011 1000 kg skördeökning
- Bättre fosforutnyttjande i majs, dubbelt P-upptag





Skörderesultat 2 delskördar i gräsvall på Bjertorp

Led	Kg N/ha	T5-skörd	Rel.tal, %	
0 N	0	2424	37	
Axan	110	6474	100	
Axan	180	6988	108	
Nötflyt	95	3945	61	
Nötflyt syrat	95	4729	73	Surg + 12 %
Biogödsel	105	5840	90	
Biogödsel syrat	105	7797	120	Surg + 30 %

Ts-skörd och kväveskörd vid första skördetillfället på Rådde och Bjertorp

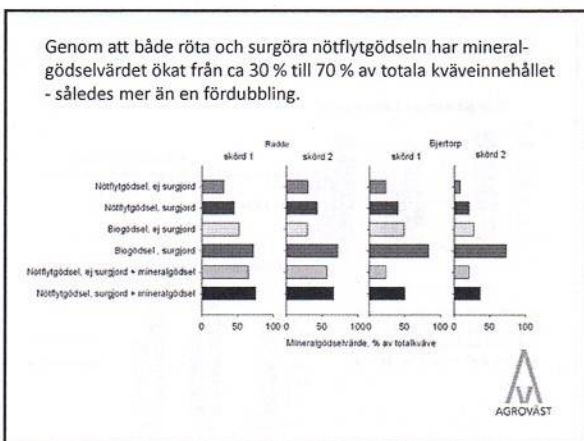
Led	Syra	Gödselandel	Mängd kgN/ha	Rådde		Bjertorp		
				Ts-skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha	Ts-skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha	
A		Inget N	0	744	11	1328	14	
B		Axan	60	2389	54	3649	49	
C		Axan	180	457,54 ¹⁾	1929	33	4250	26
D		Nötflytgödsel	45,54 ²⁾	2318	46	2748	35	
E	x	Nötflytgödsel	45,54 ²⁾	2318	46	2748	35	
F		Axan	60	2153	60	3498	49	
G		Axan	60	3177	57	3468	48	
H		Biogödsel	57,66 ²⁾	2426	48	3388	49	
I	x	Biogödsel	57,66 ²⁾	2426	48	3388	49	
J		Axan	60	3168	61	3468	52	
K		Axan	60	3288	61	3600	46	
L		Nötflyt + Axan	45,54 ¹⁾ +60	2963	69	3530	49	
M	x	Nötflyt + Axan	45,54 ¹⁾ +60	3260	77	4270	62	
LSD				108		448		

1) NH₄-N Bjertorp 2) NH₄-N Rådde

Ts-skörd och kväveskörd vid andra skördetillfället på Rådde och Bjertorp

Led	Syra	Gödselandel	Mängd kgN/ha	Rådde		Bjertorp	
				Ts-skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha	Ts-skörd kg/ha	N-skörd kg N/ha
A		Inget N	0	875	23	450	5
B		Axan	50	3976	29	1810	19
C		Axan	150	2750	58	1210	27
D		Axan	50	2282	39	1110	14
E		Axan	50	2453	41	890	18
F		Nötflytgödsel	45/50 ¹⁾	1467	24	1090	7
G	x	Nötflytgödsel	45/50 ¹⁾	1469	31	610	10
H		Axan	50	2449	42	930	18
I		Axan	50	2189	38	1150	23
J		Biogödsel	57/50 ¹⁾	1386	22	770	12
K	x	Biogödsel	57/50 ¹⁾	2155	41	1020	22
L		Nötflyt + Axan	45/50 ¹⁾ +50	2176	41	960	18
M	x	Nötflyt + Axan	45/50 ¹⁾ +50	2494	49	1090	22
LSD				240		250	

1) NH₄-N Bjertorp 2) NH₄-N Rådde



Var och hur skall syratillförsel göras?

- Kan ske tidigt eller sent i hanteringskedjan
- I Danmark tillämpas flera olika tekniker
- Tidig tillförsel minskar emissioner av ammoniak och metan under lagringen - något högre dos för att kompensera buffring
- Sen tillförsel ger större möjlighet till att anpassa dosen efter spridningsförhållandena
- Andra produkter än svavelsyra kan bli aktuella, t ex kalciumklorid



Infarm A/S infarm-teknik www.infarm.dk



Infarmsystemet bygger på att den surgjorda gödseln pumpas tillbaka till stallet. Ett system som ej tillämpas i Sverige.



Ørum-Smeden www.oerum.com

TANK-FORSURING TF-12

- ØRUM TF-12 er et tankforsuringssystem med mulighed for: DREJING, GÅSE-TRAKTOR, KÆDE OG CYKLORER. Systemet består af en cykel, vand tilføjes til slurry, og en brændsel med vand.
- Besværet består af Infarm, og senere drakke i forarbejdningsstadiet. Muligheden af at arbejde og sprøjte samtidig har været en fordel. De har således aldrig brugt lagre af slurry, og kommer aldrig til at klandre slurryen. Når slurryen er klar, er alle færdige.
- Mulighed for: Lændebeholdning af slurry og påfyldning. Cyklor har ingen kilder af slurry, men kan bruges. Der er således lagt meget mere vægt på sikkerhed.
- Kvaliteten af slurryen er så god, at den kan bruges direkte i slurry - kærtegning og slurryen kan bruges til pH 5,5 med en tillæg af 3 liter vand.
- Når forureningen er udført, er det muligt, som tidligere nævnt, at bruge slurryen til at sprøjte med samtidig på slurry og særligt.



Den Sikre vej
Følget på teknologien

Godkendt til sortjord
både kvæg og svinegylle



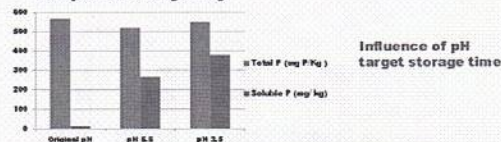
Biocover A/S SyreN-teknik www.biocover.dk

CSR Environment Prize 2012

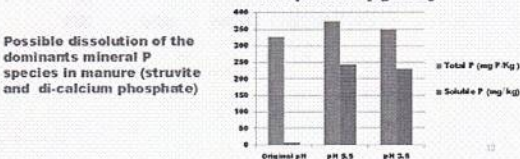


Surgörning kan även öka fosfors tillgänglighet

Phosphorous - dairy slurry



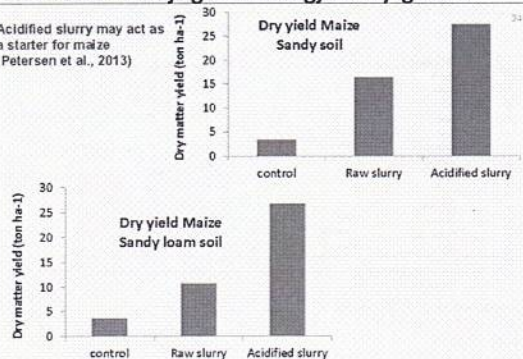
Phosphorous - pig slurry



Possible dissolution of the dominant mineral P species in manure (struvite and di-calcium phosphate)

Danska försök visar på möjligheten att ersätta startfosfor i majs genom surgjord flytgödsel

Acidified slurry may act as a starter for maize (Petersen et al., 2013)



Sammanfattande effekter av surgörning enligt
D. Figueiro, Technical University of Lisbon
presenterade på Manuresource 5-6/12 2013

Slurry composition	Soluble P	↗
	Inorganic C	↘
Storage	CO ₂	→ (initial burst)
	CH ₄	↘
	H ₂ S	→ (initial burst)
Soil application	Nitrification	↘ (delay)
	N ₂ O	→ ↘
	CO ₂	↘
	P availability	↗
	Crop yields	↗



Vi hjälper svenska fordbrukare att utvecklas!

Fortsatt utvecklingsarbete behövs för såväl
onlinemätning som surgörning.

Tack för att ni lyssnade!

Kjell Gustafsson, Agroväst