

BEHOVSANPASSAD NATRIUMGÖDSLING

BAKGRUND OCH SYFTE

I tidigare försök med stigande natriumgivor har det påvisats stora skillnader mellan olika platser vad gäller optimal tillförsel av natrium. Vi kan inte för närvarandet med någon säkerhet differentiera natriumgivan. Na-Al analys av jorden visar sig inte ha något samband med skördeökningen beroende av natriumtillförsel.

Syftet med denna försöksserien är:

- Att bättre kunna behovsanpassa natriumtillförseln till sockerbetorna
- Att undersöka om andra jordanalyser än Na-Al visar något samband med skördeökning beroende av natriumgödsling.
- Att med hjälp av växtanalys och tillväxtmätningar lära känna natriumets inverkan på betorna

FÖRSÖKSPLAN

	Natrium kg/ha
a -	0
b -	30
c -	60
d -	90
E -	120
f -	150

OMFATTNING

4 försök 1991

FÖRSÖKSDATA OCH METODIK

Försöksvärd:	SSA Ädelholm Staffanstorp	N-O Olsson Fädersminne Tygelsjö	Weibull AB Tofthög Skivarp	F o R Hansson Nyboholm Furulund
Odlar nr:	30 320	32 325	42 430	68 575
Sädd:	16/4	15/4	16/4	18/4
Sort och betning:	Calao Marshal	Calao Marshal	Calao Marshal	Calao Marshal
Skörd:	8/10	29/10	25/10	14/10
Förfrukt:	höstvete	höstvete	höstvete	höstvete

Under 1991 lades 4 försök ut. Alla skördades. Försöken utfördes som blockförsök med 4 upprepningar.

Natrium i form av natriumklorid (Besal) spreds direkt efter sådd.

Kvävet, N 28 spreds före sådd.

Jordprover för natriumanalys uttogs vid 3 tillfällen; 1 månad före sådd, vid sådd samt i början av juli.

Jordproverna är analyserade enligt Al- och Spurwaymetoderna samt med vattenextraktion. Al-metoden är den starkaste extraktionsmetoden och vatten den svagaste.

Tabell 1. Markkarteringsdata från försök med behovsanpassad natriumgödsling

Försöksplats	pH	P-Al	K-Al	K-HCl	Mg-Al	Jordart	Lerhalt	Stallgödsel
Ädelholm	7,3	8	9	136	8	nmh sa LL	16	nej
Fädersminne	7,1	11	9	127	10	nmh l Mo	14	nej
Tofthög	7,8	12	9	136	10	nmh sa LL	15	nej
Nyboholm	6,7	12	10	111	9	mmh sa LL	17	ja

RESULTAT OCH DISKUSSION

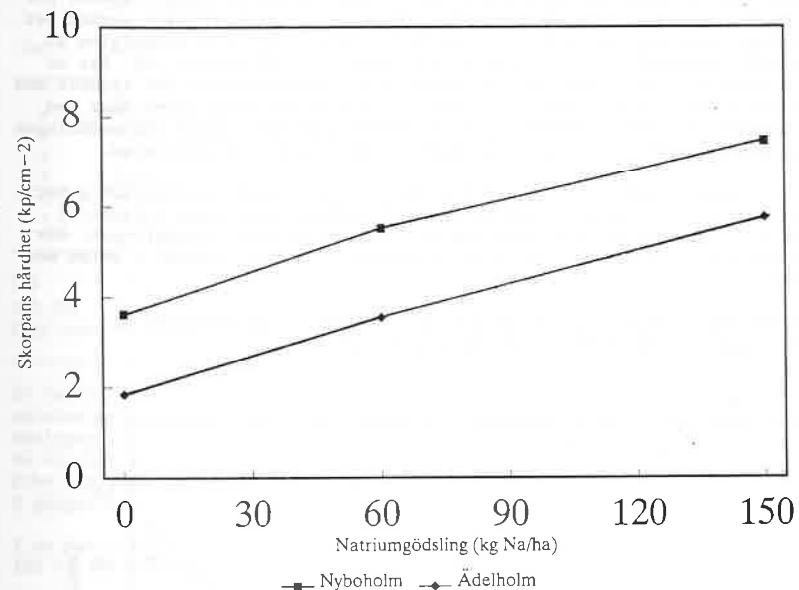
Plantantal

Första dagarna i maj föll det stora mängder nederbörd på kort tid. Detta i kombination med natriumgödsling efter sådd orsakade en kraftig skorpbildning. Om natriumet hade myllrats hade inte effekterna blivit så stora. På de två värst drabbade platserna, Ädelholm och Nyboholm, uppmättes skorpan hårdhet med penetrometer. I figur 1 visas hur stort tryck som behövdes för att bryta skorpan. Penetrometern hade en plan spets med 5 mm diameter. Skorpan hårdhet har ökat linjärt med ökad natriumgödsling. Den kraftigaste skorpan på Nyboholm har förmodligen orsakats av att marken innehöll mer natrium. Enligt Na-Al-analys innehöll marken på Nyboholm 50 kg mer natrium per hektar jämfört med Ädelholm vid sådd (tabell 7). Jorden på båda platserna har samma korngruppsfördelning. Därför bör inte skillnad i jordart vara orsak till olika kraftig skorpa.

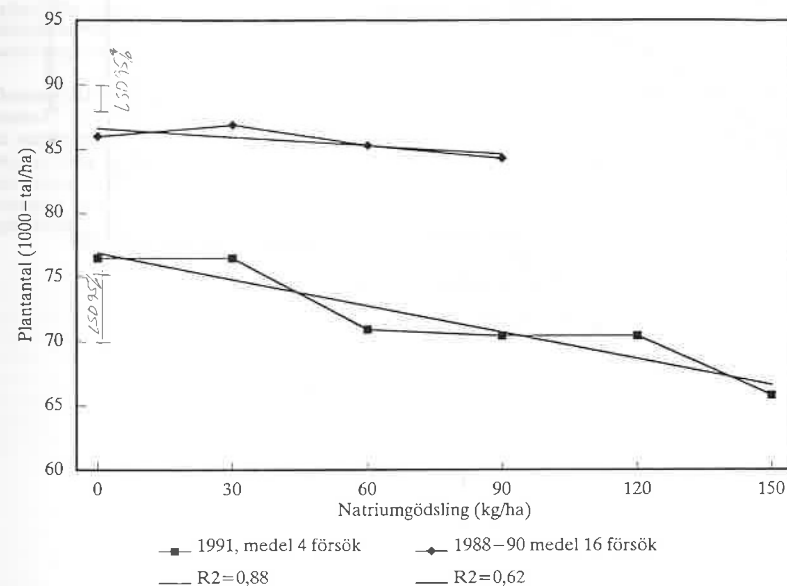
Plantantalets förändring beroende av ökad natriumgödsling är lika på alla försöksplatserna 1991. I medeltal har 660 plantor/ha förlorats per 10 kg Na/ha som gödslats (figur 2.) Detta kan jämföras med en tidigare försöksserie 1988-90 med 16 försök där endast 220 plantor/ha har förlorats per 10 kg Na/ha som gödslats. Orsaken till det ökade plantbortfallet 1991 är jordskorpan.

Nivån för plantantalet var 1991 ca 10 000 plantor/ha lägre jämfört med 1988-90 (figur 2). Det är orsakat av att försöken såddes i en ogynnsam period, dvs det var kallt och blött.

Figur 1. Resultat från mätning av skorpan hårdhet med penetrometer utförd den 22 maj



Figur 2. Plantantal beroende av natriumgödsling från 2 olika försöksserier

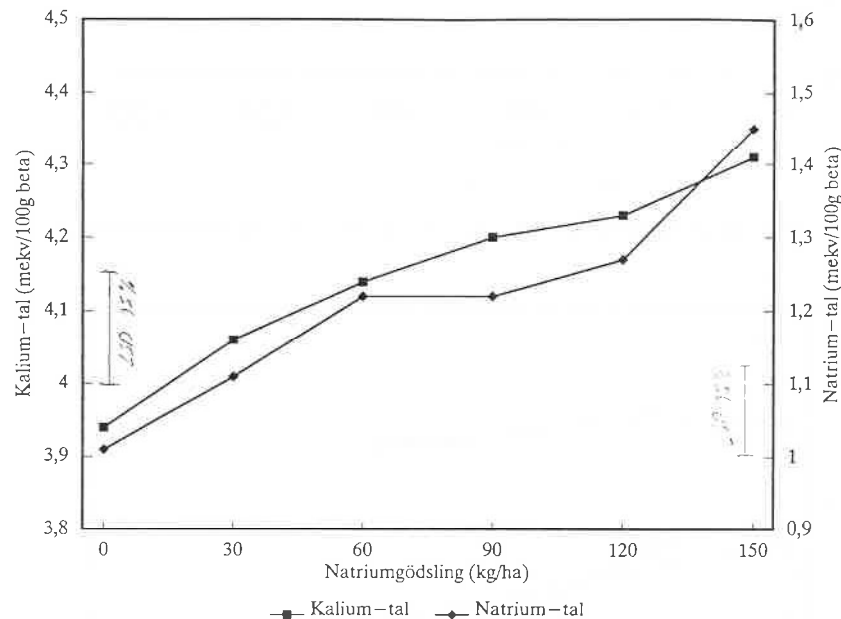


Skörderesultat

Socker-skörden har av natriumgödsling ökat med drygt 350 kg utvinnbart socker per hektar för normala givor (60 - 90 kg Na/ha) och med 600 kg utvinnbart socker per hektar för höga natriumgivor (120 - 150 kg Na/ha, tabell 2). För normalgiva är detta en normal skördeökning. Hög giva är inte undersökt på senare tid. Det är främst ökad rotskörd som svarar för skördeökningen. Sockerutbytet har sjunkit med en knapp procentenhet. Detta beror till största del på att K+Na-talet ökar med ökad natriumgödsling. Denna försämring är en bråkdel av den totala skördeökningen som natriumgödsling ger, vilket gör att kvalitetssänkningen är motiverad.

Mängden kalium och natrium är i tabell 2 uttryckt i milliekvivalenter/100 g beta. Detta är ett uttryck för antalet kalium och natriumjoner som finns i betan. I figur 3 visas kalium och natriumtalen som en funktion av natriumgödslingen. Här framkommer att natriumgödsling ökar antalet kalium- och natriumjoner i betan med förhållandet 1:1.

Figur 3. Betrotens innehåll av kalium och natrium vid skörd, beroende av natriumgödsling. Sammanslagning av 4 försök 1991



Tabell 2. Skörderesultat från natriumgödslingsförsök 1991. Medeltal av 4 försök

Led	1000-tal pl/ha	Ren vikt ton/ha	Socker halt %	Socker skörd ton/ha	Blåtal	K	Socker Na %	Jord utbyte %	Utvinnbart socker ton/ha	rel a
a	76.4	55.9	17.10	9.60	20	3.94	1.01	84.16	10.2	8.09
b	76.4	54.9	17.10	9.45	19	4.06	1.11	83.87	10.6	7.94
c	70.9	59.3	17.22	10.24	19	4.14	1.22	83.72	9.6	8.59
d	70.4	57.8	17.19	9.97	19	4.20	1.22	83.64	9.3	8.35
E	70.4	60.4	17.33	10.49	18	4.23	1.27	83.66	9.0	8.79
f	65.8	59.9	17.22	10.35	19	4.31	1.45	83.18	8.5	8.61
C.V	5.1	5.6	0.9	5.7	6.1	2.5	6.9	0.4	7.8	5.9
LSD 95%	5.6	4.9	0.23	0.86	2	0.16	0.13	0.51	1.1	0.74
Sign.nivå	99.9	97.0	95.0	97.9	81.3	99.9	99.9	99.9	99.9	97.2

Av tabell 3 framgår att gödsling med 150 kg natrium/ha ökar betans innehåll av natrium med 7 kg/ha. Samtidigt ökar kaliuminnehållet med 15 kg/ha. Antag att ökningen av kalium och natrium är procentuellt lika stor i blasten som i betan. Då orsakar en gödsling med 150 kg Na/ha en ökning av upptaget kalium med 45 kg K/ha och natrium med 50 kg Na/ha. Blasten innehåller 2 gånger mer kalium och 6 gånger mer natrium jämfört med betan (tabell 4).

I de här 4 försöken från 1991 är K+Na-värdet 10 % högre jämfört med medeltalet för 16 försök 1988-90.

De enskilda skörderesultaten (tabell 5) visar på mycket varierande resultat. Skördeökningen av natriumgödsling har tidigare varit stor på Ädelholm, mellan 10 och 15 %. 1991 måste skördeökningen däremot betecknas som ringa. På Fädersminne och Nyboholm finns däremot statistiskt säkra skördeökningar. Skörderesultatet för Nyboholm bör tas med viss försiktighet eftersom endast 2 av 4 block är skördade på den försöksplatsen. På Toftthög har skörden ökat med 3 - 4 % oavsett natriumgivans storlek.

Ekonomiskt optimal natriumgiva har beräknats med hjälp av regressionsanalys (tabell 6). För Ädelholm och Fädersminne har analysen varit så osäker att den ej är användbar. I medeltal för alla platserna har optimal gödsling blivit 150 kg Na/ha. Detta är dock ett relativt osäkert värde eftersom R^{adj} är lågt. Går man istället tillbaka till resultaten för de enskilda försöksplatserna (tabell 5) framgår att 60 kg Na/ha är en passande rekommendation utom för möjligtvis Nyboholm.

Tabell 3. Upptag av kalium och natrium i beta uttryckt i kg/ha. Medeltal av 4 försök 1991

Na-gödsling kg/ha	Upptag i betan	
	Kalium, kg/ha	Natrium, kg/ha
0	86	12,6
30	87	13,5
60	96	16,2
90	95	16,0
120	100	17,4
150	101	19,6
C.V	5,7	7,5
LSD 95%	8,1	1,8
Sign nivå	99,9	99,9

Tabell 4. Normvärden för kalium och natriuminnehåll i beta och blast

	Kalium kg/ha	Natrium kg/ha
Blast	190	125
Beta	90	20
Relation av innehåll mellan beta och blast	2:1	6:1

Tabell 5. Sockerskörden för enskilda försöksplatser uttryckt i relativt

Na-gödsling kg/ha	Ädelholm	Fäders- minne	Tofthög	Nybo- holm	Medel
0	100	100	100	100	100
30	96	103	104	86	98
60	104	106	104	115	107
90	96	101	103	119	104
120	103	109	102	130	109
150	100	105	104	128	108
C. V	6,9	4,0	5,7	7,2	5,7
LSD 95 %	12	6	11	21	9
Sign nivå	83,2	99,3	69,9	99,7	97,9
Rel. tal för medelskördeökn.	100	103	102	108	106
Rel. skördenivå 100 = (ton/ha)	8,97	10,99	11,38	7,06	9,60

Tabell 6. Ekonomiskt natriumoptimum för 4 försök 1991

	Na-opt. kg/ha	Kurvtyp	R ² adj.
Ädelholm	0-150*	x^2 o \sqrt{x}	-0,57
Fädersminne	-*	\sqrt{x}	-0,17
Tofthög	40	x^3	0,93
Nyboholm	126	x^3	0,69
Medeltal	150	x^2	0,32

* - för lågt R²adj. för att Na-opt skall vara användbart

Jordanalyser

Analys av markens innehåll av natrium kan vara till hjälp för att få veta behovet av natriumgödsling. Från tidigare försök vet vi att analys av natrium med Al-metoder inte har något bra samband med skördeökningen av natriumgödsling. Det dåliga sambandet kan bero på att Al-metoden extraherar mycket mer natrium än vad som är växttillgängligt. I den här försöksserien har därför jorden även analyserats enligt Spurway-metoden och med ytterligare en metod där natriumet extraherats från jorden med enbart vatten.

I försöksserien har det under 1991 tagits totalt 44 jordprover för natriumanalys. I tabell 7 redovisas medelvärdena för alla jordprover för respektive analysmetod.

Tabell 7. Jämförelse mellan olika jordanalysmetoder utförda på 44 jordprover. kg/ha

	Medelvärde	Relativ tal	Maxvärde	Minvärde
Al-metod	214	100	378	78
Spurway	113	53	218	38
Vatten	102	48	163	29

I tabellen visas att Al-metoden extraherar dubbelt så mycket natrium jämfört med Spurway- och vattenextraktion. Den sistnämnda metoden ger endast 10 % lägre analysresultat jämfört med Spurway-metoden. Den mängd natrium som mäts med Spurway- och vattenextraktion är alltså betydligt mer lätt omsättbar än det som mäts med Al-metoden.

Skillnader mellan olika provtagningstidpunkter

I försöksserien har jordprover från matjorden blivit uttagna för natriumanalys en månad före sädd, vid sädd och i början av juli (tabell 8). Jordens innehåll av natrium minskar vartefter tiden går. Skillnaden mellan provtagning en månad före sädd och vid sädd är dock i medeltal endast några kg natrium/ha. Variationen för samma jämförelse för de enskilda försöksplatserna får anses bero på provtagningsfel. Minskningen fram till början av juli är beroende av följande parametrar: upptag i växt + tillskott från marksystem - urlakning. De två första parametrarna går inte att skatta i det här försöket.

Tabell 8. Analysresultat för matjorden i ögödsblad ruta 1 månad före sådd (1), vid sådd (2), början av juli (3). (Kg/ha)

	Al-metod			Spurway			Vatten		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ädelholm	124	104	104	68	75	53	39	53	52
Fädersminne	111	117	111	88	75	63	76	63	49
Tofthög	104	111	78	60	65	38	48	52	29
Nyboholm	156	153	137	105	103	73	89	72	58
Medeltal	124	121	107	80	79	56	63	60	47

Urlakning av natrium

Med anledning av de stora nederbördsmängderna som föll i början av maj (ca 70 mm på en vecka) uttogs även prover i alven för att kontrollera om något av natriumet hade lakats ned i profilen av regnet. Resultatet redovisas i tabell 9.

Av den större mängd natrium i jordprofilen i juli, som en gödsling med 150 kg N/ha har gett (diff. led f - a), återfinns 10 - 15 % i alven. Av detta kan man dra slutsatsen att 10 - 15 % av det gödslade natriumet har lakats ned under plogdjup.

Tabell 9. Jordanalyser uttagna i början av juli. Kg Na/ha

Analys- metod	Djup cm	Led a	Led c	Led f	Diff. f - a	C.V.	LSD 95%	Sign. nivå %
		0 kg Na/ha	60 kg Na/ha	150 kg Na/ha				
Na-Al	0-25	107	164	261	154	7,9	24	99,9
	25-60	233	239	244	11	8,3	44	50,0
	60-90	277	292	290	13	7,4	36	67,0
Summa		617	695	795	178			
Spurway	0-25	57	117	187	130	13,1	27	99,9
	25-60	121	131	138	17	8,9	20	92,1
	60-90	112	108	110	- 2	7,3	14	54,0
Summa		290	356	435	145			
Vatten- extraktion	0-25	47	88	151	104	6,4	10,6	99,9
	25-60	118	122	131	13	10,0	21	81,1
	60-90	113	112	119	6	6,6	13	73,2
Summa		278	322	401	123			

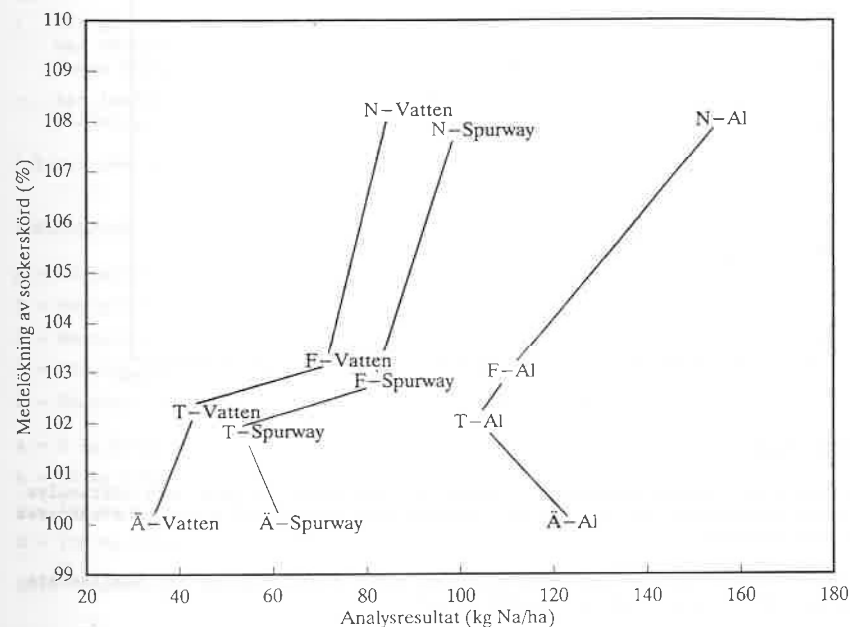
Jordanalys som metod för att fastställa behovet av natriumgödsling

Medelskördeökningen för varje försök (tabell 5) plottad mot resultat för jordanalys en månad före sådd (tabell 8) visas i figur 4. För alla tre analysmetoderna gäller att ökat analysvärde ger en större skördeökning av natriumgödsling. Detta är stämmer inte. Ett högre analysvärde borde ge lägre skördeökning eller ingen alls av gödsling med natrium. Försöket på Nyboholm var ett

relativt dåligt försök - endast två block skördades, varför skördeökningen där är väldigt osäker. Dessutom har försöken på Nyboholm och Ädelholm varit drabbade av stark skorpa, vilket kan påverka resultatet.

Utifrån 1991 års försök går det inte att finna något samband mellan skördeökning och jordanalys.

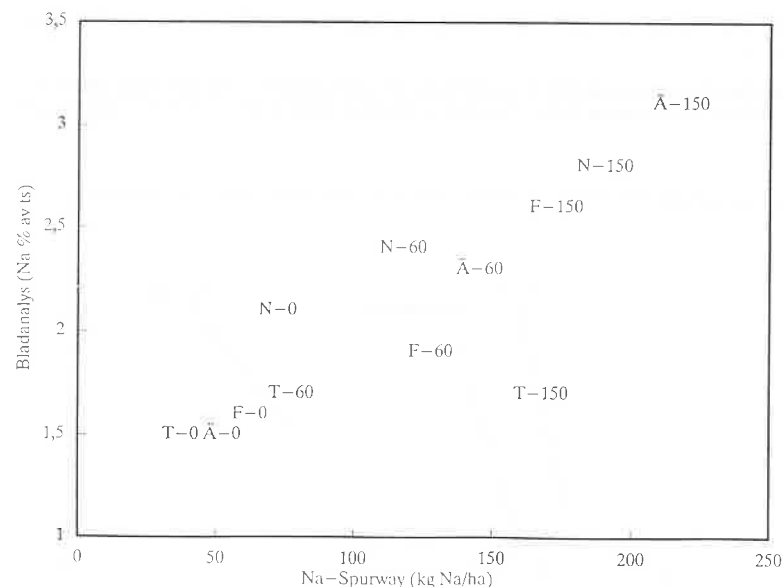
Figur 4. Medelökning av sockerskörd beroende av jordanalys 1 månad före sådd. I figuren redovisas resultaten från 3 olika analysmetoder från 4 olika platser 1991



Blodanalys

I början av juli, samtidigt med den sista jordprovtagningen, uttogs prover för blodanalys. Natriumhalten i bladen är proportionell mot innehållet i marken mätt med Spurway-metoden vid tiden för blodanalys. (Figur 5.) Upptaget är oberoende av skördeeffekt av natriumgödsling. Jämför Ädelholm med Tofthög i figur 5. Försöket på Ädelholm hade mycket låg skördeökning och på Tofthög var den hög (tabell 5). Betan tar upp natriumet som finns i marken även om det inte behövs.

Figur 5. Blastens innehåll av natrium beroende av jordens innehåll av natrium i början av juli 1991. I figuren redovisas resultaten från 3 olika natriumgödslingsnivåer i 4 försök



SAMMANFATTNING

Under 1991 har 4 försök genomförts i syfte att med hjälp av jord- och växtanalys lära känna natriumets inverkan på sockerbetor samt att bättre kunna behovsanpassa natriumtillförseln.

Jordprover tagna 1 månad före sådd, vid sådd och vid råtäckning har analyserats med Al-metoden, Spurway och vattenextraktion.

Med Spurway och vattenextraktion analyseras ungefär hälften så mycket natrium som med Al-metoden.

Upptagen mängd natrium i betgrödan är proportionellt mot markens innehåll av natrium och ej beroende av skördeökningen av natriumgödsling.

Vid natriumgödsling ökar kaliumupptaget lika mycket som natriumupptaget räknat i antal joner.

Omkring 10 - 15 % av gödlat natrium har transporterats ned under plogdjup av de stora nederbördsmängderna i början av maj, ca 70 mm.

Skördeökningen av natriumgödsling var 1991 omkring 350 kg utvinnbart socker/ha vid rekommenderad natriumgiva. Det är främst rotskorde som ökar. Ett ökat upptag av kalium och natrium försämrar sockerutbytet med 0,5 procentenheter.

Ingen av jordanalysmetoderna har visat säkra samband mellan analysresultat en månad före sådd och skördeökning orsakad av natriumgödsling.

JO

FASTGÖDSEL TILL SOCKERBETOR

BAKGRUND OCH SYFTE

I allt fler sammanhang betonas nödvändigheten av bättre spridningsteknik för stallgödsel. Felaktig hantering leder till negativ miljöpåverkan. Stallgödselns växtnäringsinnehåll utnyttjas inte i möjlig omfattning. Utveckling av spridarutrustning behövs. Kommande lagstiftning nödvändiggör att spridningssätt och spridningstidpunkter utvecklas.

Syftet är:

- Att på olika jordarter utröna hur tillförsel av fastgödsel på våren i samband med vårplöjning + tiltpackning hävdar sig gentemot konventionell spridning innan höstplöjning.
- Att jämföra vårspridning av fastgödsel vid höstplöjning respektive vårplöjning.

Arbetet sker i samarbete med Hushållningssällskapen i M- och L-län.

FÖRSÖKSPLAN

- A - Höstplöjt + PK som i fastgödsel
- B - Höstplöjt + 30 ton fastgödsel före plöjning hösten
- C - Höstplöjt + 30 ton fastgödsel myllat våren
- D - Vårplöjt med tiltpackare + 30 ton fastgödsel före plöjningen våren
- E - Vårplöjt med tiltpackare + PK som fastgödsel

- a - 0 kg N/ha
- b - 50 kg N/ha som N 28 före sådd
- c - 100 kg N/ha " " " "
- d - 150 kg N/ha " " " "

Hela försöket gödslades med 60 kg natrium/ha före sådd.

OMFATTNING

- 3 försök 1989 (ej E-led)
- 3 försök 1990
- 2 försök 1991 (utökad med kvävestege)

FÖRSÖKSDATA OCH METODIK

Försöksvärd:	SSA Ädelholm Staffanstorp	Hushållningssällskapet Sandby gård Borrby
Odlar nr:	30320	103871
Sådd:	22/4, 15/5	16/4
Sort och betning:	Freja NTN 60g	Freja Marshal
Jordart:	mf sa LL	nmh sa LL
Lerhalt:	19 %	15 %
Skörd:	8/11	4/11

Analys av gödseln växtnäringsinnehåll utfördes vid båda spridningstidpunkterna.

Analys på mängden mineralkväve i markprofilen utfördes i led A och B både på hösten efter spridning och på våren före sådd.

RESULTAT FRÅN 1991-ÅRS FÖRSÖK

Analysresultat av fastgödseln

För att få så små variationer som möjligt av växtnäringsstillförseln av 30 ton fastgödsel/ha, har gödsel från samma gård använts till båda försöken (tabell 1). Analysresultaten av fastgödseln stämmer väl överens med schablonvärden för växtnäringsinnehållet i fastgödsel från nöt. Vid vårspridningen har det på båda försöksplatserna spridits ca 10 kg mer ammonium-kväve/ha jämfört med höstspridningen.

Tabell 1. Växtnäring, kg/ha från fastgödseln

Plats	Ts (%)	NH ₄ -N	P	K
Schablonvärden		45	45	105
Ädelholm (nöt)	höst 14,4	45	30	120
	vår 19,2	57	42	141
Sandby gård (nöt)	höst 16,1	27	36	102
	vår 19,3	36	42	123

Analysresultat av mineralkväve

Av tabell 2 framgår att av de 45 kg NH₄-N/ha som spreds på Ädelholm återfanns endast 18 kg N/ha vid höstprovtagningen och 9 kg N/ha vid vårprovtagningen. Motsvarande värden för försöket på Sandbygård där det spreds 27 kg NH₄-N/ha var 10 kg N/ha vid höstprovtagningen och 1 kg N/ha vid vårprovtagningen. Den låga mängden återfunnen kväve vid höstprovtagningen behöver inte nödvändigtvis innebära att mellanskillnaden utgörs av förluster av kvävet. Efter spridningen har en del av kvävet immobiliserats eftersom det finns kvar stora mängder av

skörderester från förfrukten med hög kol/kväve kvot. Sannolikheten för detta är stor eftersom resultaten från det ogödslade ledet (led A) vid höstprovtagningen visar att det fanns mycket lite kväve i marken. Ett minimivärde för mineralkväve i en 60 cm djup profil är mellan 15 och 20 kg N/ha. På Ädelholm har det förmodligen inte förekommit någon urlakning av kväve före höstprovtagningen eftersom kvävemängden i det gödslade ledet i övre alven inte är nämnvärt mycket större än i det ogödslade ledet. Däremot tycks en del urlakning av kväve ha förekommit i försöket på Sandbygård redan vid höstprovtagningen. Förutom immobilisering och urlakning kan även avdunstning av ammoniak och denitrifikation ha förekommit. Mängderna av de olika förlusterna är svåra att skatta i den här försöksserien.

Tabell 2. Kväveprofilprovtagning, (NO₃+NH₄) kg N/ha

Plats	Led	Skikt (cm)	Höst	Vår
Ädelholm	A	0 - 25	10	6
		25 - 60	12	9
	Summa	0 - 60	22	15
Sandby gård	B	0 - 25	24	9
		25 - 60	16	15
	Summa	0 - 60	40	24
Sandby gård	A	0 - 25	6	8
		25 - 60	10	11
	Summa	0 - 60	16	19
Sandby gård	B	0 - 25	8	9
		25 - 26	18	11
	Summa	0 - 60	26	20

Ekonomiskt kväveoptimum

Beräkning av ekonomiskt optimal kvävegödselgiva har i 1991-års försök varit möjlig eftersom en kvävestege från 0 till 150 kg N/ha med handelsgödselkväve har funnits med i försöket. Resultaten för Ädelholm är osäkra på grund av att ett stort antal av skördeparcellerna ströks på grund av låga plantantal. Resultatet är dock mycket likt resultaten från försöket på Sandbygård. Stallgödsel spridd på hösten har på båda platserna motsvarat en kväve-effekt om 40 kg N/ha (tabell 3). Vårspridning av stallgödsel följt av vårplöjning respektive enbart vårplöjning har gett samma kväveoptimum, 150 kg N/ha. Trots detta kan det finnas en skillnad i ekonomiskt optimal kvävegiva mellan de olika behandlingarna. Eftersom kvävestegen endast har sträckt sig till 150 kg N/ha går det inte att påvisa skillnader mellan optimala kvävegivor som är större än 150 kg N/ha.

Tabell 3. Ekonomiskt kväveoptimum. Beräknat på 7:20 kr/kg N och 270 kr/ton betor

Led	Ädelholm			Sandby gård			Medel		
	N-opt	r ² adj	intäkt kkr/ha	N-opt	r ² adj	intäkt kkr/ha	N-opt	r ² adj	intäkt kkr/ha
A	150	97,9	18,1	150	99,9	19,7	150	99,5	18,9
B	109	58,7	18,1	110	99,6	20,0	109	88,7	18,9
C	150	94,6	16,9	128	99,0	20,3	150	96,9	18,6
D	150	91,3	11,2	150	99,8	19,8	150	94,8	15,5
E	147	92,2	14,3	150	98,6	19,9	150	100	17,1

Skörderesultat

Sandbygård

Den stora förlusten av mineralkväve från det höstgödslande ledet (led B) har gjort att sockerskörden ligger i nivå med höstplöjt utan fastgödsel (led A, tabell 4). Rotskörden är 2 ton/ha högre där stallgödseln är höstspridd men del lägre kvaliteten gör att sockerskörden blir densamma som där det inte har gödslats. Den lägre kvaliteten orsakas av att kväve mineraliseras under sommaren i det stallgödslande ledet.

Spridning av stallgödseln före vårbruk, där gödseln endast harvas ned (led C) har gett ett högre plantantal jämfört med ej stallgödsel (led A) och där gödseln är nerplöjd på hösten (led B). Det här har förekommit även i andra försök. En skördeökning har erhållits med en ökad rotskörd. Kvalitetsparametrarna (sockerhalt, blåtal och K+Na) tyder på att kväveutnyttjandet vid det här spridnings sättet är mycket lågt samt att det inte har förekommit någon kvävemineralisering under sommaren. Det tyder på att stallgödseln har legat för grunt och torrt.

Vårplöjning (led D och E) har orsakat en sänkning av plantantalet med ca 10 000 plantor/ha. Skillnaden är signifikant.

Med enbart vårplöjning (led E) har sockerskörden blivit något lägre jämfört med enbart höstplöjning (led A). Stallgödsel på våren före plöjning (led D) har ökat sockerskörden. Det är främst rotskörden som ökat. Sockerutbytet är däremot lägst av alla behandlingarna. Detta beror troligen på dels bättre kväveutnyttjande från stallgödseln, dels att vårplöjning i sig har försämrat utbytet, främst p g a ett högre K+Na värde. Skillnaden för sockerutbytet mellan höstplöjda led och vårplöjda led är signifikant.

Tabell 4. Skörderesultat, Sandby gård

Led	1000-tal pl/ha	Ren vikt ton/ha	Socker halt %	Socker skörd ton/ha	Socker skörd rel. A	Blåtal	K+Na	Socker utbyte %
A	85.9	56.9	18,32	10.43	100	13	4.96	85.44
B	80.1	58.9	17.94	10.58	101	14	4.94	85.12
C	88.3	59.5	18.11	10.78	103	13	4.97	85.27
D	73.4	60.1	17,95	10.78	103	15	5.45	84.40
E	74.7	56.3	18.05	10.17	98	14	5.41	84.62
C.V	9.7	7.0	1.9	6.6		10.8	4.3	0.7
LSD 95%	8.3	4.0	0.58	0.90		1	0.38	0.71
Sign.nivå	99.7	93.8	82.9	84.1		99.8	98.6	99.1

Ädelholm

Stora delar av led A och B i försöket på Ädelholm ströks på grund av lågt plantantal. Spridningen i det återstående materialet visas av nivån av LSD 95% för betskörd och sockerskörd i tabell 5.

De höstplöjda leden A, B och C sades den 22 april. Kall väderlek och stora nederbörds mängder påverkade uppkomsten negativt. Kassationen av skördeparceller p g a lågt plantantal i led A och B var inte orsakade av behandlingen i led A och B.

Nederbörden i månadskiftet april - maj, ca 65 mm, gjorde att leden D och E inte kunde vårplöjas förrän den 14 maj. Sadden skedde dagen efter. Den sena sadden i maj med högre temperatur gav en snabb uppkomst, därav det höga plantantalet i de vårplöjda leden, led D och E.

Vårplöjning med tiltpackning, bearbetning med rotorharv 1 gång och 2 gånger med Germinatorharv kan ha gett en stor markpackning. Denna tillsammans med den sena såtidpunkten har bidragit till att skörden blev betydligt lägre i de vårplöjda leden jämfört med de höstplöjda leden.

Tabell 5. Skörderesultat, Ädelholm

Led	1000-tal pl/ha	Ren vikt ton/ha	Socker halt %	Socker skörd ton/ha	Socker skörd rel. C	Blåtal	K+Na	Socker utbyte %
C	75.0	46.7	18,03	8.43	100	13	5.45	84.56
D	98.8	31.2	17.81	5.55	66	14	5.47	84.29
E	102.6	35.5	18.16	6.45	77	13	4.76	85.58
C.V	7.7	10.1	0.9	1.1		12.7	6.1	0.6
LSD 95%	8.3	26.9	1.11	5.25		2	1.36	2.79
Sign.nivå	99.9	91.7	57.6	90.6		86.0	83.6	78.8

RESULTAT FRÅN TRE ÅRS FÖRSÖK

Analysresultat av fastgödseln

I tabell 6 visas fastgödseln innehåll av växtnäring. I försöksserien förekommer det både svinggödsel och nötgödsel.

Tabell 6. Resultat av växtnäingsanalys i fastgödsel från "Fastgödsel till sockerbetor" 1989 - 1991. (Kg/ha)

Plats		Ts (%)	Tot-N	NH ₄ -N	P	K
1989						
Ädelholm (nöt)	höst	26,7	-	45	36	150
	vår	20,2	156	39	51	156
Tygelsjö (svin)	höst	27,2	240	72	153	135
	vår	20,7	297	165	111	129
Petersborg (svin)		16,2	162	36	42	165
1990						
Ädelholm (nöt)	höst	17,5	-	48	36	138
	vår	17,7	141	39	36	99
Tygelsjö (svin)	höst	22,3	240	60	162	66
	vår	23,5	237	75	141	96
Petersborg (svin)	höst	24,7	222	72	168	108
	vår	24,8	264	108	168	123
1991						
Ädelholm (nöt)	höst	14,4	144	45	30	120
	vår	19,2	189	57	42	141
Sandby-gård (nöt)	höst	16,1	135	27	36	102
	vår	19,3	168	36	42	123

Analysresultat av mineralkväve

I medeltal har 7 kg N/ha gått förlorat under vintern från den ogödslade ytan (tabell 7, led A), medan det endast har förlorats 5 kg N/ha från det gödslade ledet (led B). Detta märkliga resultat är starkt påverkat av resultaten från Petersborg 1989. Här har kvävehalten i marken ökat under vintern i led B och är i led A samma vid både höst- och vårprovtagningen. Här har det förekommit en kväve-mineralisering före provtagningen på våren. Den ökade mineralkvävehalten i led B förklaras av att det finns lättomsättbart kväve i stallgödseln som tillförs, 162 kg N/ha i total-kväve. I övrigt är mönstret för mineralkvävet i marken den samma som för 1991-års resultat. En liten del av det gödslade ammonium-kvävet återfinns vid höstprovtagningen och en ännu mindre del vid provtagningen på våren. Förlusterna består av ammoniak-avdunstning, denitrifikation och urlakning. En del kväve har även immobiliserats.

Tabell 7. Resultat från kväveprofilanalys (NO₃+NH₄) från "Fastgödsel till sockerbetor" 1989 - 1991. I - 0-25 cm, II - 25-60 cm. (Kg N/ha)

Plats	Led A - höst			Led A - vår			Led B - höst			Led B - vår		
	I	II	tot	I	II	tot	I	II	tot	I	II	tot
1989												
Ädelholm	-	-	-	9	11	20	-	-	-	8	17	25
Tygelsjö	-	-	-	13	26	39	-	-	-	13	35	48
Petersborg	30	33	63	21	45	65	23	27	50	22	49	71
1990												
Ädelholm	13	11	24	13	21	34	-	-	-	-	-	-
Tygelsjö	11	21	32	12	12	24	-	-	-	-	-	-
Petersborg	15	38	53	10	15	25	33	27	60	13	27	40
1991												
Ädelholm	10	12	22	6	9	15	24	16	40	9	15	24
Sandbygård	6	10	16	8	11	19	8	18	26	9	11	20
Medel av kompletta provtagningsserier	15	23	38	11	20	31	22	22	44	13	26	39

Skörderesultat

Totalt har försöksserien under 3 år omfattat 8 försök. Stora resultatskillnader har förekommit beroende av värplöjningen. På de lättare jordarna har värplöjningen gett ett bra resultat medan det blev mindre lyckat i försök som var belägna på styvare jordar. En gräns i lerhalt för en lyckad värplöjning tycks vara mellan 13 till 15 % lerhalt, lite olika för olika jordar beroende på fördelningen av halterna av övriga jordfraktioner. Resultaten redovisas därför i två delar, en del för försök på lättare jordar där värplöjning har gått bra (tabell 8) och en del för försök på något styvare jordar där värplöjningen har gått mindre bra (tabell 9).

Tabell 8. Skörderesultat, lättare jord. Medeltal av 3 försök. Petersborg, Smedstorp 1989-90. Sandby gård 1991

Led	1000-tal pl/ha	Ren vikt ton/ha	Sockers halt %	Sockers skörd ton/ha	Sockers skörd rel. a	Blåtal	K+Na	Utvinnbart socker		
								% 1991	ton/ha rel. a	
A	85.3	54.7	17.94	9.83	100	15	5.33	84.51	8.32	100
B	83.3	55.8	17.65	9.89	101	17	5.27	84.26	8.36	100
C	86.2	55.7	17.74	9.92	101	17	5.36	84.25	8.38	101
D	79.9	57.8	17.69	10.22	104	18	5.48	84.00	8.60	103
C.V	5.1	5.3	0.5	4.8		6.7	3.0	0.3	4.8	
LSD 95%	8.5	5.9	0.18	0.95		2	0.32	0.51	0.80	
Sign.nivå	87.5	75.0	99.3	64.8		95.6	84.1	95.1	56.7	

På lättare jordar har höstspridning av stallgödseln inte gett någon skördeökning (tabell 8, led B jämf. med led A). Kvaliteten har påverkats obetydligt, d v s minskning av sockerhalten och ökning av blåtalet. Spridningstidpunkten är inte lämplig på de här jordarna p g a risken för urlakning av kvävet under vinter.

Från och med 1995 kommer spridning av stallgödsel på hösten inte längre att vara tillåten.

Spridning av stallgödsel på våren på höstplöjt fält samt myllning vid vårbruket med harvning har inte gett någon ökad skörd. En mycket liten del av kvävet har kommit betorna till godo. När gödseln ligger på markytan utan att myllas ordentligt är ammoniakavdunstningen mycket stor.

På jordar som lämpar sig för vårplöjning har vårspridning av stallgödsel i kombination med vårplöjning gett en skördeökning med ca 3 %, (led D jämfört med led B). En del av detta beror på bättre kväveutnyttjande av stallgödseln vid vårspridningen.

Tabell 9. Skörderesultat, tyngre jord. Medeltal av 5 försök. Adelholm 1989-91. Tygelsjö 1989-90

Led	1000-tal pl/ha	Ren vikt ton/ha	Socker halt %	Socker skörd ton/ha	Socker skörd rel. a	Blåtal	K+Na	Utvinnbart socker % 1991	socker ton/ha	rel. a
A	78.9	54.1	18.05	9.74	100	18	5.02	84.93	8.27	100
B	81.0	57.9	17.89	10.34	106	20	5.13	84.52	8.74	106
C	87.6	53.4	18.03	9.61	99	17	5.03	84.95	8.17	99
D	87.8	46.6	17.89	8.29	85	19	5.17	84.49	7.00	85
C.V	14.9	7.6	1.2	7.8		5.8	3.7	0.5	7.9	
LSD 95%	17.2	5.5	0.29	1.02		1	0.26	0.54	0.88	
Sign.nivå	71.8	99.9	74.9	99.9		99.9	76.6	91.5	99.9	

I tabell 9 redovisas resultaten från försök som har legat på något tyngre jordar, d v s lerhalt från 17 till 20 %.

Höstspridningen (led B) har varit positiv för betskörden. Kvaliteten är något sämre, främst blåtalet. Trots detta är fördelarna med stallgödsel större än nackdelarna. Mängden utvinnbart socker är 6 % högre med stallgödsel.

Vårspridning på höstplöjnad (led C) har skördemässigt inte givit någon effekt. Gödseln ligger kvar ytligt efter harvningen. Där är risken för ammoniakavdunstning mycket stor. Dessutom ligger gödseln torrt vilket gör att kväve-mineraliseringen under sommaren blir liten. Denna spridningsstrategi är känsligt för spår av vårspridning eftersom fältet redan är plöjt. I försöken finns inte med några spår från spridningen. Som bäst kan alltså detta spridningssätt endast ge samma skörd jämfört med utan stallgödselspridning.

Fastgödsel före vårplöjning, led D har givit 15 % lägre skörd jämfört med enbart höstplöjning (led A). Skördeminskningen beror helt på den dåliga struktur som vårplöjningen skapat. I den här försöksserien har vårplöjningen utförts i samband med vårbruket. Det har visat sig inte alls gå bra eftersom nedre matjorden är mycket fuktig när höstplöjda ytor lämpar sig för vårbruk. Ett alternativ som gör vårplöjning möjlig på den här typen av jordar är att plöja i samband med frost eller på den sista tjälen på vårvintern. Detta är däremot ett osäkert alternativ varför det inte går att med stor odlings säkerhet genomföra det här i system på större arealer.

SAMMANFATTNING

Målet med försöksserien är att undersöka hur fastgödsel lämpligast tillförs sockerbeter.

Nya lagar 1995 tillåter inte höstspridning av stallgödsel före 1/12 till vårsådda grödor. Efter den 1/12 är spridning tillåten om gödseln myllas minst 10 cm samma dag.

På styvare jord har vårplöjning till sockerbeter försämrat sockerskörden med 20 %.

På lättare jord har gödsel före vårplöjning däremot höjt skörden med 3 %.

Myllning av gödseln vid vårbruk har oberoende av jordart endast påverkat skörden 1 % jämfört med ingen fastgödsel alls. Spåren efter spridning i praktisk odling kommer på styvare jordar att ge större negativ inverkan på skörden.

Rekommendationer för fastgödselspridning fr o m 1995:

- Lättare jordar - vårspridning följt av plöjning
- spridning av gödseln till annan gröda
- Tyngre jordar - vinterspridning efter den 1 december och nedplöjning samma dag
- spridning av gödseln till annan gröda

FLYTGÖDSEL TILL SOCKERBETOR

BAKGRUND OCH SYFTE

I allt fler sammanhang betonas nödvändigheten av bättre spridningsteknik för stallgödsel. Felaktig hantering leder till miljöpåverkan. Stallgödselets växt-näringsinnehåll utnyttjas inte i möjlig omfattning. Utveckling av spridar-utrustning behövs. Kommande lagstiftning nödvändiggör att spridningssätt och spridningstidpunkter utvecklas.

Syftet är att utvärdera vilken teknik och vid vilken tidpunkt som man bäst tillför flytgödsel till sockerbetor, med anpassning till de miljöbestämmelser som förväntas i framtiden.

Försöksserien sker i samarbete med Hushållningssällskapen i Malmöhus- och Kristianstad län.

FÖRSÖKSPLAN

Flytgödsel	Handelsgödsel
a - -	0 kg N + PK som i flytgödsel
b - -	75 kg N som N 28 f sådd + PK som i flytg.
c - -	125 kg N " " " " + PK " " "
d - -	175 kg N " " " " + PK " " "
e - 75 kg N/ha bredspr. hösten (oktober före höstpl)	50 kg N " " " "
f - 75 kg N/ha bredspr. vid vårbruk	50 kg N " " " "
g - 75 kg N/ha släpslang när raderna syns (2-4 blad)	50 kg N " " " "
h - 75 kg N/ha myllat mellan raderna när raderna syns (2-4 blad)	50 kg N " " " "
i - 75 kg N/ha släpslang, betorna 6-8 blad	50 kg N " " " "
k - 75 kg N/ha myllat mellan raderna, betorna 6-8 blad	50 kg N " " " "

Hela försöket gödslas med 60 kg natrium/ha före sådd.

OMFATTNING

4 försök 1989
4 försök 1990
4 försök 1991, varav 2 skördades

FÖRSÖKSDATA OCH METODIK

Försöksvärd:	HHS, L-län Sandby gård Borrby	E Cederström Hedvigsdals gård Glemmingebro	SSA Ädelholm Staffanstorp	F ö R Hansson Nyboholm Furulund
Odlar nr:	103871	105039	32320	68575
Sådd:	16/4	14/4	18/4	18/4
Sort och betning:	Freja Marshal	Freja Marshal	Calao Marshal	Calao Marshal
Jordart:	nmh 1 Mo	nmh 1 Sa	nmh mo LL	nmh sa LL
Skörd:	1/11	21/10	-	-

Försöken har utförts som randomiserade blockförsök med fyra upprepningar. Bruttoytan för varje parcell var 36 m² och skördeytan var 10 m².

Flytgödselel sprids med en flytgödselelspredare som möjliggör spridning med spegelspredare, släpslang eller myllningsaggregat.

Snabbanalys av ammonium-kväve togs på gödselel vid varje spridningstidpunkt med Agros s k gödselelburk. Flytgödselelgivan bestämdes utifrån det erhållna värdet. Dessutom utfördes laboratorieanalys av ammonium-kväve vid Agro Lab i Kristianstad.

Jordprovtagning för analys av mineral-kväve ner till 60 cm:s djup utfördes på hösten ca en månad efter spridning av flytgödsel samt på våren före sådd. Provtagningen utfördes i ogödselat led och i höstgödselat led.

Två av försöken 1991 skördades ej. Ädelholm p g a ojämnt plantantal och Nyboholm p g a vattenskador.

RESULTAT FRÅN 1991 ÅRS FÖRSÖK

Gödselelgivans storlek

Vid de olika spridningstillfällena eftersträvades en kvävegiva om 75 kg N/ha. Medelgivan för samtliga spridningstidpunkter blev 71 kg NH₄-N/ha. Minsta giva var 57 kg NH₄-N/ha och högsta giva var 80 kg NH₄-N/ha (tabell 1). I det höstspridda ledet (led E) blev i genomsnitt den verkligt spridda mängden ammonium-kväve 13 kg/ha lägre än avsett. Detta berodde uteslutande på att gödselelburken vid snabbanalysen gav för höga värden vid höstspridningen. Vid de övriga spridningstillfällena har avvikelserna för genomsnittsgivan för respektive spridningstillfälle från den planerade givan varit mindre än 3 %.

Tabell 1. Spridd mängd ammonium-kväve beräknad efter laboratorieanalys av flytgödseln (kg NH₄-N/ha)

Plats	Led			
	E	f	g+h	i+k
Sandbygård	57	76	67	80
Hedvigsdal	57	71	72	78
Ädelholm	67	78	78	68
Nyboholm	67	76	78	68
Medeltal	62	75	73	74

Kväveprofiler

Jordprovtagningen ca en månad efter höstspridningen visar att det i medeltal finns endast 19 kg mer mineral-kväve per ha i gödslat led jämfört med ogödslat led (tabell 2). Förlusterna av mineral-kväve har alltså varit stora. Vidare diskussion kring dessa kommer i samband med redovisning av resultaten för tre års försök.

Utifrån resultaten i tabell 2 kan det tyckas att det under vintern inte har skett några förluster av mineral-kväve i det ogödslade ledet, men att en tredjedel har förlorats från det höstgödslade ledet. Detta beror av att jorden i det ogödslade ledet innehåller mycket lite kväve redan på hösten. Det kan inte bli mindre kväve än mellan 15 och 20 kg N/ha i en jordprofil. Det gör att urlakning av kväve under vintern endast kan märkas i det höstgödslade ledet.

Tabell 2. Resultat av kväveprofilprovtagning (NO₃ + NH₄) (kg N/ha)

Plats	Led	Höst			Vår		
		0-25 cm	25-60 cm	Summa	0-25 cm	25-60 cm	Summa
Sandby gård	a	7	13	20	9	9	18
	E	8	21	29	10	10	20
Hedvigsdal	a	8	15	23	8	10	18
	E	23	39	62	9	11	20
Ädelholm	a	10	10	20	6	12	18
	E	-	-	-	6	12	18
Nyboholm	a	7	9	16	9	14	23
	E	15	10	25	10	20	30
Medeltal utom Ädelholm							
ogödslat - a		7	12	19	9	11	20
höstspridning - E		15	23	38	10	14	24

Ekonomiskt kväveoptimum

Ekonomiskt kväveoptimum för de båda försöken som skördades (tabell 3) var relativt höga jämfört med tidigare års resultat i den här försöksserien. Anpassningen av den beräknade kurvan till verkliga värden (R²-adj.) är mycket god.

Tabell 2. Ekonomiskt kväveoptimum. Beräknat på 7:20 kr/kg N samt betgrundpris 270 kr/ton

Plats	Optimal kvävegiva (kg N/ha)	R ² -adj.
Sandby gård	151	0,9999
Hedvigsdal	115	0,9991

Skörderesultat

Höstspridning av flytgödsel (led E) har givit låg skörd i förhållande till tillförd mängd kväve, 50 kg N/ha + 75 kg NH₄-N/ha (tabell 3). Jämförs sockerskörden för den här behandlingen med kvävestegen (led a-d) motsvarar höstgödselat led en kvävegiva med 50 - 60 kg N/ha. Eftersom det höstgödslade ledet har fått 50 kg N/ha i form av handelsgödsel vid sädd motsvarar flytgödselgivan högst 10 kg N/ha. Det låga innehållet av mineral-kväve i marken vid vårprovtagningen bekräftar det här låga kväveutnyttjandet av höstgödslingen (tabell 2).

Vårspridning av flytgödsel (led f) har gett en utvinnbar sockerskörd som är jämförbar med skörden för handelsgödselat led med en kvävegiva om 125 kg N/ha.

Spridning med släpslangar uppvisar de högsta plantantalen av de stallgödslade leden. Skörderesultatet för spridning med släpslangar är mycket bra med tanke på att gödseln inte myllas utan ligger ovanpå marken där risken för ammoniakavdunstning är stor. Den tidiga spridningen (led g) har ett bättre skörderesultat än både vårspridning vid vårbruk (led f) samt myllning mellan raderna (led h). Den senare spridningstidpunkten (led i) märks i en antydning till lägre rotskörd och kvalitet.

Myllning av flytgödsel mellan raderna (led h och k) har jämfört med spridning med släpslangar (led g och i) reducerat plantantalet med 4 000 plantor per ha. Vid samma jämförelse är skördenivån vid myllning också något lägre. Den senare tidpunkten har gett samma rotskörd men det finns en tendens till lägre sockerhalt och högre blåtal.

Då led med flytgödsel (led E-k) jämförs med kvävestegen (led a-d) gäller generellt att blåtalet är högre i stallgödslade led vid samma sockerskörd. Det orsakas av att kväve mineraliseras från stallgödseln under sommaren och betan får tillgång till "sent kväve".

Tabell 3. Skörderesultat, medeltal av 2 försök 1991

Led	1000-tal pl/ha	Ren vikt ton/ha	Socker halt %	Socker skörd ton/ha	Socker skörd rel. a	Blåtal	K+Na	Utvinbart socker		
								%	ton/ha	rel a
a	78.0	44.3	18.25	8.07	100	10	5.09	85.31	6.89	100
b	80.1	57.8	18.48	10.67	132	12	4.99	85.51	9.12	132
c	76.5	60.4	18.44	11.13	138	13	4.88	85.55	9.52	138
d	75.0	61.5	18.09	11.17	138	17	4.93	85.19	9.50	138
E	73.5	55.0	18.44	10.13	126	12	5.03	85.35	8.65	126
f	76.3	58.9	18.50	10.85	134	13	4.87	85.64	9.34	136
g	79.6	60.7	18.42	11.19	139	14	4.85	85.67	9.59	139
h	75.9	57.2	18.37	10.50	130	13	4.87	85.55	8.98	130
i	78.2	58.7	18.31	10.72	133	14	5.00	85.25	9.14	133
k	73.7	57.5	18.22	10.47	130	14	4.85	85.46	8.95	130
C.V	3.9	4.3	1.1	3.6		10.3	3.3	0.4	3.5	
LSD 95%	6.8	5.6	0.46	0.86		3	0.36	0.76	0.72	
Sign.nivå	94.5	99.9	92.5	99.9		99.9	83.0	81.3	99.9	

RESULTAT FRÅN TRE ÅRS FÖRSÖK

I medeltal för alla försöken har den spridda mängden kväve blivit omkring 5 kg N/ha lägre än den planerade givan om 75 kg N/ha (tabell 4). För led f är dock medelgivan 4 kg N/ha högre än den planerade kvävegivan. Orsaken är att på försöket på Hedvigsdal -89 spreds nära nog dubbelt så stor kvävemängd jämfört med den avsedda givan. Snabbmätaren, Agros gödselburk, uppmätte för lågt kväveinnehåll i gödseln på grund av defekter i utrustningen, varvid den spridda mängden blev 146 kg N/ha. Utan det här höga värdet blev medelkvävegivan för led f 73 kg N/ha.

Vid 14 spridningstillfällen av totalt 48, var avvikelser från plan av den spridda mängden kväve större än 10 %. Avvikelser större än 15 % förekommer endast vid 8 spridningstillfällen. Detta får anses som ett gott resultat med tanke på svårigheterna att bestämma och sprida önskad mängd kväve vid stallgödselspridning.

Tabell 4. Spridd mängd ammonium-kväve beräknad efter laboratorieanalyser. Avvikelsen från planenlig giva större än 10 % är markerad med *

Plats	Led			
	E	f	g + h	i + k
1989				
Sanbygård	77	67 *	62 *	63 *
Hedvigsdal	68	146 *	53 *	67 *
Broddahill	80	68	70	75
Hvilan	80	68	70	75
1990				
Sandbygård	76	71	61 *	68
Hedvigsdal	70	75	67 *	72
Broddahill	71	77	63 *	68
Hvilan	71	77	74	68
1991				
Sandbygård	57 *	76	66 *	80
Hedvigsdal	57 *	71	71	77
Ädelholm	67 *	78	78	68
Nyboholm	67 *	76	78	68
Medel	70	79	68	71

Kväveprofiler

En månad efter höstgödsling fanns det i medeltal endast 30 kg mer mineral-kväve per ha i det höstgödslade ledet (tabell 5). I genomsnitt spreds 70 kg NH₄-N/ha (tabell 4). Mellanskillnaden utgörs av kväve som förlorats på olika sätt. En tillfällig förlust är immobilisering. Vid höstspridningen finns det kvar stora mängder kvävefattiga, ej nedbrutna skörderester efter förfrukten. Vid stallgödslingen omsätts en del av det tillförda kvävet av mikroorganismerna. Vid den här immobiliseringen har inte kvävet gått förlorat men är inte lika snabbt tillgängligt för betan som mineralkvävet hade varit.

En del av förlusterna består av ammoniakavdunstning direkt efter spridning. Vid sen höstspridning förloras 10% av ammoniumkvävet om gödseln nedbrukas efter 12 timmar (Staffan Steineck, SLU).

Vid höstprovtagningen föreligger omkring 2/3 av mineralkvävet i det höstgödslade ledet i nitrat-form. Det tyder på att en del av ammonium-kvävet i flytgödseln har nitrifierats. Den här tillgången till nitrat möjliggör att kväve även kan ha förlorats som kvävgas vid denitrifikation.

Redan vid höstprovtagningen finns det stora mängder kväve i övre alven. Detta gör det möjligt att en del nitrat-kväve kan ha urlakats ned under provtagningsdjup. Så här tidigt efter spridningen av gödseln kan det dock inte vara några stora mängder som urlakats.

Vid vårprovtagningen har skillnaden av mineral-kväve mellan höstgödslat- och ogödslat-led sjunkit till endast 10 kg N/ha (tabell 5). Under vintern är det till största del urlakning som har bidragit till förlusterna av kvävet.

Tabell 5. Resultat från kväveprofiltagning ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) angett i kg N/ha. Provtagningsdjup I = 0 - 25 cm, II = 25 - 60 cm

Plats	Ogödslat (led a)						Höstgödslat (led E)					
	Höst			Vår			Höst			Vår		
	I	II	tot	I	II	tot	I	II	tot	I	II	tot
1989												
Sanbygård	31	31	61	15	23	38	64	38	102	19	46	65
Hedvigsdal	16	25	41	14	26	40	41	38	79	18	30	48
Broddahill	30	43	73	16	40	56				21	41	62
Hvilan	19	20	39	12	25	37				14	23	37
1990												
Sanbygård	23	54	77	13	21	34	50	73	123	14	34	48
Hedvigsdal	17	18	35	7	15	22	37	56	93	6	19	25
Broddahill	7	13	20	13	17	30	16	25	41	15	18	33
Hvilan	10	22	32	11	22	33	19	19	38	14	35	49
1991												
Sanbygård	7	13	20	9	9	18	8	21	29	10	10	20
Hedvigsdal	8	15	23	8	10	18	23	39	62	9	11	20
Ädelholm	10	10	20	6	12	18				6	12	18
Nyboholm	7	9	16	9	14	23	15	10	25	10	20	30
Samtliga prover												
Medel -89	24	30	54	14	29	43				18	35	53
Medel -90	14	27	41	11	19	30				12	27	39
Medel -91	8	12	20	8	11	19				13	25	38
Medel -89-91	15	23	38	11	20	31				13	25	38
Kompleta provtagningsserier												
Medel -89			51			39			91			57
Medel -90			41			30			74			39
Medel -91			20			20			39			23
Medel -89-91			36			28			66			38

Ekonomiskt kväveoptimum

Ekonomiskt kväveoptimum har varit mycket lågt på många av försöksplatserna som ingått i försöksserien (tabell 6). På endast tre av platserna har ekonomiskt kväveoptimum varit högre än 75 kg N/ha. En förklaring är att alla försöksgårdarna utom Ädelholm är stallgödselgårdar. På stallgödselgårdar är behovet av tillfört kväve lägre p g a större kväveminerialisering. Ytterligare en förklaring till de generellt sett låga kväveoptimum i försöksserien är att kväveoptimum för 1989 var mycket lågt. Tabell 6 visar tydligt att kväveoptimum varierar mellan gårdarna och mellan åren.

De stallgödselade leden har tillförts en grundgiva om 50 kg N/ha i form av handelsgödsel för att betorna skall ha en säker tillgång till kväve direkt vid uppkomst. Det innebär att i många av försöken har grundgivan plus något av stallgödselkvävet räckt till för att betorna skulle få optimal kvävegiva. På så vis har spridningssätt som orsakar stora kväveförluster trots detta fått goda skörde-resultat. Därför finns det en sammanställning av skörderesultaten för försök med ekonomiskt kväveoptimum under 75 kg N/ha och en för försök med optimum större än 75 kg N/ha.

Tabell 6. Ekonomiskt kväveoptimum för samtliga försöksplatser i försöksserien "Flytgödsel till sockerbeter" (kg N/ha)

1989	1990	1991
Sanbygård 74	Sandbygård 108	Sandbygård 151
Hedvigsdal 0	Hedvigsdal 52	Hedvigsdal 115
Broddahill 36	Broddahill 55	Ädelholm ---
Hvilan 25	Hvilan 63	Nyboholm ---

Skörderesultat

Tabell 7. Skörderesultat, medeltal av 10 försök 1989-1991

Led	1000-tal pl/ha	Ren vikt ton/ha	Socker halt %	Socker skörd ton/ha	Socker skörd rel. a	Utvinnbart socker				
						Blåtal	K+Na	% 1991	ton/ha	rel. a
a	80.7	51.6	18.28	9.45	100	12	5.07	85.21	8.05	100
b	81.6	60.6	18.31	11.09	117	16	5.05	85.16	9.44	117
c	79.5	61.7	18.02	11.12	118	18	5.05	84.86	9.44	117
d	78.9	62.3	17.72	11.05	117	23	5.21	84.24	9.31	116
E	79.2	58.5	18.12	10.61	112	17	5.05	84.98	9.02	112
f	80.3	61.3	18.18	11.11	118	18	4.94	85.11	9.46	117
g	79.4	60.8	18.13	11.02	117	18	5.01	85.06	9.38	116
h	78.4	60.4	18.08	10.90	115	18	4.98	85.00	9.27	115
i	80.9	59.2	18.03	10.68	113	17	5.06	84.89	9.07	113
k	78.4	59.2	18.03	10.68	113	18	4.98	85.00	9.08	113
C.V	4.4	4.5	1.2	4.7		11.5	3.5	0.4	4.9	
LSD 95%	3.2	2.4	0.19	0.46		2	0.16	0.34	0.40	
Sign.nivå	93.6	99.9	99.9	99.9		99.9	99.9	99.9	99.9	

Tabell 8. Skörderesultat, medeltal av 7 försök där ekonomiskt kväveoptimum är lägre än 75 kg N/ha

Led	1000-tal pl/ha	Ren vikt ton/ha	Socker halt %	Socker skörd ton/ha	Socker skörd rel. b	Blätal	K+Na	Utvinnbart socker		
								% 1991	ton/ha	rel. b
a	81.6	55.2	18.41	10.16	89	13	5.03	85.31	8.67	89
b	81.7	62.3	18.40	11.44	100	16	5.05	85.20	9.75	100
c	80.1	62.0	17.91	11.09	97	20	5.18	84.57	9.38	96
d	79.6	63.0	17.68	11.12	97	25	5.32	83.95	9.34	96
E	81.0	60.8	18.07	10.97	96	18	5.03	84.97	9.32	96
f	81.1	62.3	18.23	11.33	99	18	4.91	85.19	9.65	99
g	79.0	61.7	18.02	11.10	97	19	5.07	84.84	9.42	97
h	78.3	61.5	18.12	11.12	97	19	5.01	84.94	9.45	97
i	82.1	60.9	17.99	10.95	96	18	5.11	84.79	9.29	95
k	79.4	60.9	18.05	10.98	96	18	5.04	84.91	9.33	96
C.V	4.9	3.8	1.0	3.8		12.0	3.4	0.4	7.7	3.9
LSD 95%	4.6	2.7	0.21	0.49		3	0.20	0.38	1.0	0.42
Sign.nivå	90.1	99.9	99.9	99.9		99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

Tabell 9. Skörderesultat, medeltal av 3 försök där ekonomiskt kväveoptimum är högre än 75 kg N/ha

Led	1000-tal pl/ha	Ren vikt ton/ha	Socker halt %	Socker skörd ton/ha	Socker skörd rel. c	Blätal	K+Na	Utvinnbart socker		
								% 1991	ton/ha	rel. c
a	81.2	44.6	17.84	7.94	74	13	5.34	84.50	6.71	74
b	83.8	56.7	18.04	10.25	96	15	5.26	84.67	8.68	95
c	81.7	59.7	17.94	10.72	100	17	5.11	84.70	9.09	100
d	82.0	59.8	17.64	10.60	99	20	5.18	84.31	8.94	98
E	79.7	53.1	17.89	9.51	89	16	5.29	84.40	8.04	88
f	82.4	58.0	17.97	10.40	97	17	5.07	84.79	8.82	97
g	80.7	57.5	18.05	10.40	97	17	5.09	84.92	8.84	97
h	81.3	57.8	17.90	10.33	96	17	5.07	84.74	8.76	96
i	81.3	55.8	17.90	9.99	93	16	5.19	84.58	8.46	93
k	79.2	55.2	17.84	9.87	92	18	5.15	84.61	8.36	92
C.V	4.7	5.0	1.0	4.6		7.5	2.5	0.3	9.5	4.5
LSD 95%	6.5	4.8	0.30	0.80		2	0.22	0.47	1.3	0.66
Sign.nivå	84.8	99.9	98.8	99.9		99.9	98.1	98.7	99.9	99.9

Tabell 10. Bedömd kväve-effekt av de 75 kg NH₄-N/ha från flytgödsel som tillförts i de olika leden. Bedömningen har i huvudsak gjorts mot sockerskörd och delvis mot blätal i kvävestegen med handelsgödsel

Plats	Led					
	E	f	g	h	i	k
Försök med lågt kväveoptimum						
89 Sandbygård	50	50	25	50	0	0
89 Hedvigsdal	50	75	30	30	10	20
89 Broddahill	10	15	40	0	30	0
89 Hvilan	30	50	40	50	50	40
90 Broddahill	10	40	30	40	35	40
90 Hvilan	25	75	75	60	60	55
90 Hedvigsdal	15	25	35	25	10	25
Medel	27	47	50	36	28	26
Försök med högt kväveoptimum						
90 Sandbygård	10	40	30	60	10	30
91 Sandbygård	0	80	75	0	20	15
91 Hedvigsdal	15	25	80	60	75	60
Medel	8	48	62	40	35	35
Medel samtliga försök	21	48	46	38	30	28
Kväve-effekt	10-35%	65%	60%	50%	40%	40%

Kvävestege

Skörderesultatet för led a-d är karaktäristiska för en kvävestege. Plantantal och sockerhalt minskar medan rotskörd, blätal och delvis kalium + natrium innehållet ökar med stigande kvävegiva (tabell 7). I tabell 11 visas att nivån för kväveoptimum har stor betydelse för storleken på förändringen av de olika skördeparametrarna vid tillförsel av 175 kg kväve/ha.

Tabell 11. Förändring vid gödsling med 175 kg N/ha vid lågt respektive högt kväveoptimum

Parameter	Lågt kväveoptimum	Högt kväveoptimum
Plantantal	(plantor/ha)	- 2 000
Rotskörd	(ton/ha)	+ 7,8
Sockerhalt	(%-enheter)	- 0,73
Blätal	(mg N/100 g beta)	+ 12
K+Na	(mekv/100 g beta)	+ 0,29
Utvinnbart socker	(%-enheter)	- 1,36
Utvinnbart socker	(ton/ha)	+ 1,08

Höstspridning

Mängden utvinnbart socker vid höstspridning av flytgödsel (led E) är i försök med lågt kväveoptimum (tabell 8) jämförbar med mängden utvinnbart socker med 75 kg N-handelsgödsel/ha (led b). I försök med högt kväveoptimum (tabell 9) har mängden utvinnbart socker blivit 10 % lägre vid höstspridning av flytgödsel jämfört med 125 kg N-handelsgödsel/ha (led c). Detta tyder på att kväveutnyttjande vid höstspridning är lågt. I tabell 10 visas att i försök med högt kväveoptimum har endast ca 10 % av kvävet utnyttjats. En orsak till det låga kväveutnyttjandet och det höga kväveoptimumet är att urlakningen under vintern har varit speciellt hög i de här försöken (tabell 5). I försök med lågt kväveoptimum är den bedömda effekten av kvävet från stallgödseln 35 % (tabell 10). Höstspridning är ett praktiskt sätt att sprida stallgödsel men är förknippat med stora förluster av kväve. Höstspridning till vårsådda grödor kommer inte att vara tillåtet från och med 1995, vilket innebär att höstspridning till sockerbeter inte längre kommer att vara möjlig.

Vårspridning

Spridning av flytgödseln före vårbruket har gett bland de bästa resultaten i den här försöksserien oavsett nivån för kväveoptimum för försöken. Vid bedömning av kväveeffekt av flytgödsel vid vårspridning framkommer att ca 65 % av ammoniumkvävet har kommit betorna till godo. Detta är ett relativt lågt värde vid vårspridning jämfört med andra rekommendationer. Det är viktigt att gödseln myllas direkt efter spridning, i bästa fall senast en timme efter spridning. Då kan kväve-effekten var omkring 90 %. Sker myllningen senare så att gödseln hinner torra på marken, kommer en stor del av kvävet att förloras i samband med ammoniakavdunstning.

För att spridning före vårbruket skall fungera bra i betodlingen krävs det att spåren efter spridningen inte blir alltför besvärande. På lättare jordar med förutsättningar för vårplöjning kan spridning före vårplöjningen vara att föredra. Det är fullt möjligt att även harva igen spåren på den här typen av jordar. Med lämplig däckstrutning är detta även möjligt på jordar som inte lämpar sig för vårplöjning. På styvare jordar med lerhalt över 20 % kan spåren efter vårspridning bli besvärande.

Spridning med släpslangar

Spridning med släpslangar vid det första spridningstillfället (led g) har gett samma resultat som spridning på våren före vårbruket (led f). Den bedömda kväveeffekten är endast 5% lägre för spridning med släpslangar jämfört med spridning före vårbruk (tabell 11). Eftersom gödseln ligger kvar på ytan efter spridningen borde ammoniakavdunstningen bli så stor att kväve-effekten minskat betydligt. Spridning med släpslangar innebär dock att gödseln torkar upp långsammare och att vätskan i gödseln hinner rinna ner i marken. Ammoniakavdunstningen blir på så vis mindre jämfört med vid bredspridning.

I den här försöksserien har det inte skett något plantbortfall på grund av spridning med släpslangar. För att undvika plantbortfall skall gödselsträngarna läggas mellan betraderna och inte på dem. För att undvika detta kan slangarna knyts ihop med rep så att avståndet mellan slangarna stämmer med avståndet mellan betraderna.

Den sena spridningstidpunkten (led i) då betorna har 6 till 8 blad, har gett en lägre sockerskörd jämfört med den tidiga spridningstidpunkten (led g, 2 till 4 blad). Både rotskörd och sockerhalt har minskat. Den bedömda kväve-effekten är 10 % lägre vid den senare spridningstidpunkten jämfört med den tidiga (tabell 10). För att få så bra resultat som möjligt vid spridning med släpslangar skall spridningen ske innan betorna har 6 blad.

Gödselspridare med släpslangar har en tillräckligt stor arbetsbredd som gör att metoden är genomförbar i praktisk sockerbetsodling. För att göra spridningen lättare skulle det vara möjligt att öka radavstånden vid körspåren utan att förlora mycket i sockerskörd. En rad mindre per arbetsbredd (12 m) innebär en sockerförlust med omkring en procent. Den här förlusten kan snart tjänas in om en utebliven spridning före vårbruket till förmån för en spridning efter uppkomst med släpslangar innebär att det går att så betorna en eller två dagar tidigare.

Myllning mellan raderna

Radmyllning mellan raderna av flytgödseln har gett en något lägre sockerskörd jämfört med släpslangspridning och spridning före vårbruk (tabell 7). Det finns en tendens till sänkt rotskörd och sänkt sockerhalt som orsakat skördesänkningen. Plantantalet är något lägre vid myllning jämfört med slangspridning. Det innebär att om några betor har dött så har andra endast blivit störda av myllningen och överlevt, men kan ha förlorat något i tillväxt.

Kväve-effekten vid myllning är något lägre jämfört med spridning med släpslang (tabell 10).

Eftersom skillnaden i sockerskörd mellan myllning och släpslangsspridning är liten kommer praktiska och tekniska fördelar att avgöra vilken spridningsteknik som är att rekommendera. Arbetsbredden för myllningsaggregat är betydligt mindre jämfört med släpslangspridare. Dessutom kräver myllning av flytgödseln ett större dragkraftsbehov. Spridare med släpslangar används också i andra grödor. Allt detta talar till fördel för spridning med släpslangar.

SAMMANFATTNING

Målet med försöksserien är att undersöka när och med vilken teknik flytgödsel skall spridas i sockerbeter med hänsyn tagen till kommande miljöbestämmelser.

Försöksserien är avslutad och har omfattat 12 försök under 3 år varav 10 har skördats.

Ekonomiskt kväveoptimum har i 7 försök av 10 varit lägre än 75 kg N/ha. Försökens placering på stallgödselgårdar och ett år med extremt lågt kväveoptimum är de främsta orsakerna till detta.

Vid höstspridning av flytgödsel används kvävet i stallgödsel ineffektivt. En månad efter höstspridningen återfinns endast hälften av det spridda ammoniumkvävet vid N-min analys. Troliga vägar för ammoniumkvävet är immobilisering, ammoniumavdunstning, nitrifiering, denitrifiering och urlakning. Under vintern förloras ytterligare 25 % av mineralkvävet. Endast mellan 10 och 35 procent av ammoniumkvävet från flytgödseln kommer betorna till godo.

Höstspridning av stallgödsel till sockerbetor kommer inte att vara tillåtet från och med 1995.

Spridning före vårbruk är ett effektivt sätt att utnyttja flytgödsel. Socker-skörden är vid vårspridning av flytgödsel kvalitativt och kvantitativt jämförbar med skörd från betor med enbart handelsgödsel. I den här försöksserien har kväveutnyttjandet varit 65%. Vid myllning direkt efter spridning är det möjligt att nå 90 % utnyttjandegrad.

Spridning med släpslangar strax efter betornas uppkomst har kvantitativt och kvalitativt gett likvärdig skörd med spridning före vårbruk. Efter betornas 6-bladsstadium påverkas betskörden negativt både avseende kvalitet och kvantitet. Kväveutnyttjandet är något lägre jämfört med spridning för vårbruk, ca 60 %.

Myllning av flytgödsel mellan raderna har strax efter betornas uppkomst gett samma skörderesultat som vid spridning med släpslang. Det är praktiska och tekniska skäl som avgör vilken spridningsmetod som kommer att användas. Ett myllningsaggregat har mindre arbetsbredd, större dragkraftsbehov och har ett snävare användningsområde än en släpslangspridare. Dessa nackdelar talar emot myllning av flytgödsel i sockerbetor.