

LÅNGLIGGANDE PK-FÖRSÖK

BAKGRUND OCH SYFTE

En rad korta PK-försök lade grund för ändrade PK-rekommendationer 1987-88. Rekommenderad giva PK sänktes främst i höga klasser d.v.s. P-AL IV och V samt K-AL III och högre.

Syftet är:

- Att kontrollera att de nu gällande PK-rekommendationerna är de ekonomiskt riktiga i ett längre perspektiv
- Att studera vad som händer med P-AL- och K-AL-talen under en 10-årsperiod i en femårig växtföljd
- Att undersöka hur man på lämpligaste sätt fördelar en given mängd PK över växtföljden

Försöksserien sker i samarbete med de båda skånska hushållningssällskapen samt Hydro Supra AB.

FÖRSÖKSPLAN

| | P kg/ha | K kg/ha | Gödsling till gröda i växtföljden |
|-----|---------|---------|-----------------------------------|
| a - | 0 | 0 | |
| b - | 8 | 0 | Alla |
| c - | 16 | 0 | Alla |
| d - | 24 | 0 | Alla |
| E - | 0 | 20 | Alla |
| f - | 0 | 40 | Alla |
| g - | 8 | 20 | Alla |
| h - | 40 | 100 | Socketbetor |
| i - | 24 | 60 | Socketbetor |
| | 16 | 40 | Höstraps |
| j - | 16 | 20 | Alla |
| k - | 48 | 60 | Socketbetor |
| | 32 | 40 | Höstraps |

OMFATTNING

Fastliggande försökserie startad 1990
5 försök varav 2 med betor 1992

FÖRSÖKSDATA OCH METODIK

| Försöksvärd: | K-G Hansson Hjerups gård Lund | L Sävedal Brunslöv Hörby | Hushållningssällskapet Ormastorp Vallåkra |
|--------------|-------------------------------------|--------------------------------|---|
| Odlar nr: | 30411 | 49349 | 8635 |
| Jordart: | nmh mä ML | nmh 1 Mo | nmh sa LL |
| Förfrukt: | Höstvete | Höstvete | Betor |
| Gröda: | Betor | Betor | Vårvete |
| Sort: | Freja | Freja | Dragon |
| Sädd: | 21/4 | 4/5 | 13/4 |
| Skörd: | 28/9 | 13/10 | 20/8 |

| Försöksvärd: | E Johnsson N Skrävlinge Teckomatorp | Jordberga gård Kennedy gård Klagstorp |
|--------------|---|---|
|--------------|---|---|

| | | |
|-----------|-----------|-----------|
| Odlar nr: | 15263 | 40935 |
| Jordart: | nmh mo LL | nmh mo LL |
| Förfrukt: | Vårvete | Vårvete |
| Gröda: | Höstkorn | Vårkorn |
| Sort: | Frost | - |
| Sädd: | 8/9-91 | 6/4 |
| Skörd: | 7/7 | 29/7 |
| Gröda: | Höstraps | Höstraps |
| Sort: | - | Libraska |
| Sädd: | - | 20/8 |

RESULTAT

Eftersom försöksserien syftar till att belysa mera långsiktiga förändringar kommer en första resultatsammanställning att göras först efter ett växtföljdsomlopp d.v.s. 1994.

Här redovisas endast skörderesultat från årets försök på Hjerups gård. Försöket i Brunslöv ströks p g a torkskador.

Tabell 1. Skörderesultat, Hjerups gård

| Led | Betor | Ren vikt ton/ha | Pol socker halt % | Pol socker skörd ton/ha | Pol socker skörd rel. a | Blätal mg/100 g betor | Kr-Na mekv/100 g betor | Utvinn bart socker % | Utvinn bart socker ton/ha | Utvinn bart socker rel. a | Jord halt % |
|------------|--------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| a= P 0, K | 0 kg | 63.8 | 16.60 | 10.60 | 100 | 13 | 5.30 | 83.44 | 8.84 | 100 | 14.4 |
| b= P 8, K | 0 kg | 63.3 | 16.38 | 10.37 | 98 | 13 | 5.36 | 83.18 | 8.62 | 98 | 12.6 |
| c= P 16, K | 0 kg | 65.0 | 16.51 | 10.73 | 101 | 13 | 5.18 | 83.55 | 8.96 | 101 | 15.0 |
| d= P 24, K | 0 kg | 67.2 | 16.46 | 11.07 | 104 | 11 | 5.18 | 83.56 | 9.25 | 105 | 12.7 |
| E= P 0, K | 20 kg | 65.0 | 16.56 | 10.76 | 102 | 12 | 5.35 | 83.39 | 8.97 | 102 | 15.4 |
| f= P 0, K | 40 kg | 65.6 | 16.65 | 10.93 | 103 | 12 | 5.26 | 83.62 | 9.13 | 103 | 14.2 |
| g= P 8, K | 20 kg | 66.0 | 16.44 | 10.85 | 102 | 14 | 5.21 | 83.41 | 9.05 | 102 | 13.1 |
| h= P 40, K | 100 kg | 63.5 | 16.69 | 10.61 | 100 | 12 | 5.40 | 83.44 | 8.85 | 100 | 12.6 |
| i= P 24, K | 60 kg | 63.0 | 16.54 | 10.43 | 98 | 11 | 5.29 | 83.51 | 8.71 | 98 | 13.0 |
| j= P 16, K | 20 kg | 63.5 | 16.42 | 10.44 | 99 | 13 | 5.17 | 83.47 | 8.71 | 99 | 14.4 |
| k= P 48, K | 60 kg | 66.7 | 16.58 | 11.05 | 104 | 13 | 5.35 | 83.36 | 9.22 | 104 | 12.4 |
| C.V | 9.5 | 8.2 | 1.2 | 8.9 | | 9.6 | 5.9 | 0.7 | 8.9 | | 15.9 |
| LSD 95% | 14.3 | 9.1 | 0.34 | 1.61 | | 2 | 0.53 | 0.94 | 1.36 | | 3.7 |
| Sign.nivå | 95.0 | 66.2 | 92.7 | 62.3 | | 99.1 | 61.5 | 66.2 | 65.1 | | 90.2 |

NEDBRYTNING AV SKÖRDAD BETBLAST OCH DESS KVÄVEEFFEKT I MARK OCH KOMMANDE GRÖDA

BAKGRUND OCH SYFTE

Problematiken kring sockerbetsblast och blastkvävetvets öde kan diskuteras utifrån två aspekter:

- 1 Sockerbetsblasten är för sockerbetsodlaren en viktig kvävekälla. Sockerbetsgrödan tar upp tillgängligt kväve från marken långt in på hösten. Stora delar av upptaget kväve (40-50%) återfinns i blasten. Vid skörd innehåller blasten 100-160 kg/ha N. Genom praktiska erfarenheter och fältförsök vet vi att kväveeffekten av konventionellt hanterad blast är liten på efterföljande gröda. Den stora mängden kväve återfinns heller inte i marken vid vårens jordprovtagning.
- 2 I framtiden kan kväveförluster till atmosfären från växtrester komma att ses som ett problem. I genomsnitt är den årliga ammoniakavgången från svenskt jordbruk större än urlakningen av nitrat från åkermark, 25 respektive 18 kg/ha N. Merparten av ammoniakförlusterna kan hänföras till djurhållning. Icke desto mindre kommer en mindre del från växtrester, i genomsnitt 5 av de 25 kg/ha N. Med ökad användning av gröngödslingsgrödor kan växtresternas andel av ammoniakavgången komma att öka om inte odlingsåtgärder som motverkar detta vidtas. Frågan kommer att anses viktigare. Trots att sockerbetsblast i ett nationellt perspektiv endast är en liten källa kan även sockerbetsodlingen komma att beröras.

Vid konventionell blasthantering tillåts blasten ligga en tid på markytan innan den plöjs ner senare på hösten. Målet med denna undersökning som startade 1990 är att:

- * Kvantifiera risken för kväveförluster till atmosfären i form av ammoniakavdunstning vid konventionell blasthantering.
- * Kvantifiera risken för kväveförluster till djupare jordlager vid konventionell blasthantering.
- * Undersöka möjligheter till effektivare kvävehushållning genom senare skörde-tidpunkt eller tidigare nedplöjning.

FÖRSÖKSPLAN

Försöksplan i fält

| | | | | |
|---|------------------------|----------------|----------------------|-----------------|
| A | Upptagning i september | Blastsamlning | Plöjning i november | Sådd av värkorn |
| B | Upptagning i september | Blastspridning | Plöjning i september | Sådd av värkorn |
| C | Upptagning i september | Blastspridning | Plöjning i november | Sådd av värkorn |
| D | Upptagning i november | Blastspridning | Plöjning i november | Sådd av värkorn |

Ingen kvävegödsling i efterföljande gröda förekom på provtagningsytan.

Försöksplan på fiberduk

- a Betblast på fiberduk för bestämning av våtviktsminskning
- b Betblast på fiberduk för provtagning till bestämning av torrsubstans och kväveinnehåll

Blasten sonderdelas och sprids på ett sätt som efterliknar spridningen i fält efter betupptning.

OMFATTNING

Följande grödor har till dags datum följts upp via provtagningar:

- * 1990 års sockerbetsgröda; sockerbeter 1990-91, värkorn 1991, raps 1992
- * 1991 års sockerbetsgröda; sockerbeter 1991-92, värkorn 1992
- * 1992 års sockerbetsgröda; sockerbeter 1992, uppföljning följer 1993

FÖRSÖKSDATA OCH METODIK

Försöksplats

Fältförsöken har alla år legat på Sockerbolagets försöksgård Ädelholm. Grunddata för 1990, 1991 och 1992 års fältförsök redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Grunddata för respektive års försöksyta på Ädelholm

| Fältförsök år | 1990 | 1991 | 1992 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|---------|----------|
| Jordart | nmh mo LL | nmh sa LL | nmh mo LL | N-min på våren: (kg/ha) | 5/3 | 28/2 2/3 |
| pH | 7,3 | 7,5 | 7,1 | 0-25 cm NO ₃ -N | 5 | 5 6 |
| P-AL * | 11 IV | 8 III | 11 IV | NH ₄ -N | 3 | 2 1 |
| K-AL * | 9 III | 9 III | 7 II | Summa | 8 | 7 7 |
| Mg-AL * | 8 | 8 | 11 | 25-60 cm NO ₃ -N | 12 | 8 13 |
| Ca-AL ** | 480 | 310 | 760 | NH ₄ -N | 3 | 1 1 |
| Na-AL ** | 4 | 5 | - | Summa | 15 | 9 14 |
| T-värde *** | 15 | 12 | 13 | N-min våren totalt | 27 | 16 21 |
| S-värde *** | 15 | 12 | 13 | N-gödsling kg/ha N | 120 | 120 120 |
| Volymvikt | 1,3 | 1,3 | 1,3 | Kornsädd | 31/3-91 | 8/4-92 |
| **** | | | | Provtagning korn | 29/7-91 | 16/7-92 |
| | | | | Provtagning raps | 7/5-92 | |

* mg/100 g jord

** mg/kg jord

*** milliekvivalenter/100 g jord

**** kg/dm³

Provtagningar

I huvudsak studeras nettoprocesser. Metoder som används är jordprovtagning för bestämning av mineraliskt kväve samt växtanalys av betblast och efterföljande gröda. 1992 mättes även ammoniakavdunstning från betblast i fält via den s k kyvettekniken (ref IVL: Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, Göteborg). Eftersom kyvettekniken är en för oss ny teknik beskrivs den lite närmre nedan.

Förfruktseffekterna av 1990 och 1991 års betgrödor följdes upp sommaren 1991 respektive 1992. Grödan skördades vid gulgrodnadsstadiet.

Växtföljelseffekterna av 1990 års betgröda följdes upp i höstraps våren 1992. Höstrapsen hade på hösten erhållit 50 kg/ha N. Grödan skördades i början av blomningen.

Vad är kyvettekniken?

Kyvettekniken är en passiv teknik för att mäta ammoniakavdunstning i fält. De passiva diffusionsprovtagare som används lämpar sig, till skillnad från en del

andra tekniker, väl för stora fält och fält med låg emission, d v s där haltförändringarna i luften är små. Dessutom är kyvettekniken enkel och fordrar lite utrustning.

Ammoniakavdunstningen (NH_3) beräknas enligt en formel som tar hänsyn till drivkraften och diffusionsmotståndet (ekvation 1). Drivkraften är skillnaden i koncentration mellan betblast (C_a) och omgivande luft (C_o). Diffusionsmotståndet brukar beskrivas med överföringstalet mellan materialet där avdunstningen sker och omivande luft (K).

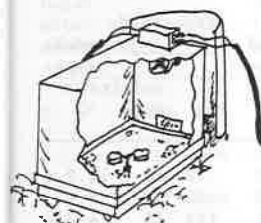
$$NH_3 = (C_a - C_o) * K \quad (\text{Ekvation 1})$$

Vindhastighet har stor betydelse för avdunstningsprocessen genom sin påverka på det laminära gränsskiktet. Det laminära gränsskiktet är ett par mm tjockt lager av stillastående luft som finns invid alla ytor. Gaser måste på sin väg ut till eller in från omgivningen passera detta luftlager. Är gränsskiktet tunnt, som vid stark vind, går diffusionen lättare. Överföringstalet K , är direkt relaterat till det laminära gränsskiktet.

Alla faktorer i ekvation 1 kan beräknas via mätningar med passiva diffusionsprovtagare. Ammoniakkoncentrationen i betblast mäts under en kyvett av plast medan ammoniakkoncentrationen i omgivningen mäts på öppet fält under regnskydd (figur 1).

Kyvett med fläkt, vindskydd
samt anslutande strömkälla

Regnskydd i form av en hållare
med en freesbe på



Passiv diffusions-
provtagare



Figur 1. Utrustning för mätning av ammoniakavdunstning i fält med kyvettekniken och passiva diffusionsprovtagare.

Diffusionsprovtagaren har formen av en rund tablett med helt lock i toppen och ihåligt lock i botten. Innanför det hela locket sitter ett filter indränkt med oxalsyra som absorberar ammoniak. Det ihåliga locket täcks av ett finmaskigt nät som tillåter kontakt med luften men hindrar turbulens. Eftersom luften i knappen står stilla kommer ammoniak att transporteras till filtret genom diffusion.

Provtagning för bestämning av ammoniakavdunstning

Ammoniakavdunstning mättes i fält 1992 under perioden 22 september, då betorna togs upp, till 9 november, då blasten plöjdes ner. Sammanlagt under perioden

mättes avdunstningen vid 5 tillfällen där blasten förts bort respektive plöjts ner och vid 6 tillfällen där blasten låg på markytan. Mätningar gjordes i två block och pågick i 12 timmar. Två diffusionsprovtagare per undersökt parameter användes i varje ruta. Sammanlagt monterades 6 diffusionsprovtagare per ruta.

Med hjälp av faktiska mätresultat och väderdata från Ädelholms väderstation simulerades ammoniakavdunstningen för varje dag under mätperioden. Ammoniakkoncentrationerna per dygn uppskattades. Överföringstalets antogs förändras linjärt med vindhastigheten. Regressionskvantiteten löd $K_v = 4,547 \cdot \text{vindhastighet} - 4,322$ ($R^2=0,899$). Hänsyn togs till lufttemperaturen vid markytan och dess effekt på ammoniaks benägenhet att diffundera i luft.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Väderlek

Från väderstationen på Ädelholms försöksfält erhöles väderdata för de aktuella provtagningsperioderna (tabell 2). För urlakning och mineralisering intressanta fakta har i tabellen angivits med fet stil.

Tabell 2. Väderstatistik för perioden september till maj åren 1990-1991, 1991-1992 respektive 1992-1993

| Månad | Normal | | Aktuell 1990-91 | | Aktuell 1991-92 | | Aktuell 1992-93 | | | | | |
|-----------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|-----|----|------|
| | Nederbörd | | Nederbörd | | Nederbörd | | Nederbörd | | | | | |
| | antal | Medeltemperatur | antal | Medeltemperatur | antal | Medeltemperatur | antal | Medeltemperatur | | | | |
| | mm | dygn | mm | dygn | mm | dygn | mm | dygn | | | | |
| September | 56 | 10 | 12,6 | 188 | 14 | 10,9 | 56 | 14 | 12,5 | 93 | 20 | 12,9 |
| Oktober | 63 | 12 | 8,6 | 98 | 14 | 8,7 | 42 | 13 | 7,7 | 64 | 21 | 6,0 |
| November | 64 | 12 | 4,4 | 67 | 12 | 3,1 | 86 | 15 | 3,8 | 124 | 22 | 4,7 |
| December | 58 | 10 | 1,5 | 33 | 16 | 1,0 | 42 | 10 | 1,3 | 57 | 15 | 2,3 |
| Januari | 55 | 11 | -0,5 | 74 | 14 | 0,6 | 31 | 10 | 0,5 | 64 | 20 | 1,6 |
| Februari | 27 | 8 | -0,7 | 12 | 6 | -2,5 | 30 | 12 | 1,4 | 24 | 9 | 0,6 |
| Mars | 41 | 10 | 1,6 | 24 | 10 | 2,9 | 56 | 16 | 3,0 | | | |
| April | 31 | 8 | 5,5 | 44 | 12 | 5,2 | 33 | 14 | 4,8 | | | |
| Maj | 36 | 8 | 11,1 | 61 | 8 | 8,4 | 16 | 6 | 12,8 | | | |

Blastkvävet's tänkbara öden:

- * Ammoniakavdunstning
- * Urlakning
- * Denitrifikation
- * Införlivas med markens organiska substans och remobiliseras därefter på kort och lång sikt för att komma efterföljande grödor tillgodo

Kvävet i konventionellt hanterad blast berörs av alla risker ovan. Nednyllas blasten strax efter skörd minimeras risken för ammoniakavdunstning till atmosfären. I gengäld ökar de övriga riskerna.

Nedbrytningsförloppet i teorin

Nedbrytningen av betblast sköts av mikroorganismer. Kol är mikroorganismernas energikälla och vid nedbrytningen bildas vatten, koldioxid, kväveföreningar och organiska syror. Koldioxid avges till luften vilket innebär förlust av torrsubstans och därmed också av vikt.

Nedbrytningen sker i tre faser. I inledningen är nedbrytningen långsam eftersom mikroorganismer måste växa till sig. Under denna s k lag-fas utnyttjar mikroorganismerna främst lättillgängliga kolhydrater. Fas nummer två kännetecknas av accelererande nedbrytning. Lättillgänglig energi är slut och mikroorganismerna ger sig på labila kolföreningar. Inför tredje och sista fasen återstår endast stabilare kolföreningar. Nedbrytningen sker nu långsamt och på en konstant nivå.

Ur praktisk synpunkt är lag-fasens längd betydelsefull för möjligheterna att begränsa kväveförlusterna från betblast till atmosfären.

Risk för ammoniakförluster till atmosfären vid konventionell blasthantering

Tabell 3. Nedbrytning av skördad betblast 1991 och 1992 *

| Dagar efter skörd | 25/9 - 13/11 1991 | | | | 22/9 - 10/11 1992 | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|-----|-----|-----|
| | Under regnskydd | | Fritt | | Fritt | | Fritt | | | | | |
| | Torrsubstans vikt (kg/ha) | Kväveinnehåll Rel (kg/ha) | Torrsubstans vikt (kg/ha) | Kväveinnehåll Rel (kg/ha) | Torrsubstans vikt (kg/ha) | Kväveinnehåll Rel (kg/ha) | Torrsubstans vikt (kg/ha) | Kväveinnehåll Rel (kg/ha) | | | | |
| 0 | 4 407 | 100 | 98 | 100 | 4 758 | 100 | 118 | 100 | 2 846 | 100 | 100 | 100 |
| 6-7 | 4 138 | 94 | 95 | 97 | 4 521 | 74 | 88 | 75 | 3 245 | 114 | 97 | 97 |
| 14 | | | | | | | | | 3 266 | 115 | 91 | 91 |
| 20-21 | 2 901 | 66 | 67 | 68 | 2 203 | 46 | 53 | 45 | 2 559 | 90 | 82 | 82 |
| 27 | | | | | | | | | 2 150 | 76 | 71 | 71 |
| 35 | | | | | 1 573 | 33 | 38 | 32 | 1 669 | 59 | 55 | 55 |
| 49 | | | | | 1 630 | 34 | 42 | 36 | 1 667 | 59 | 57 | 57 |

* 1990 års resultat kasserades pga försöksfel.

Sammanlagt förlorades hälften av betblastens kväve, 43-64%, då blasten låg på markytan i 49 dagar (tabell 3).

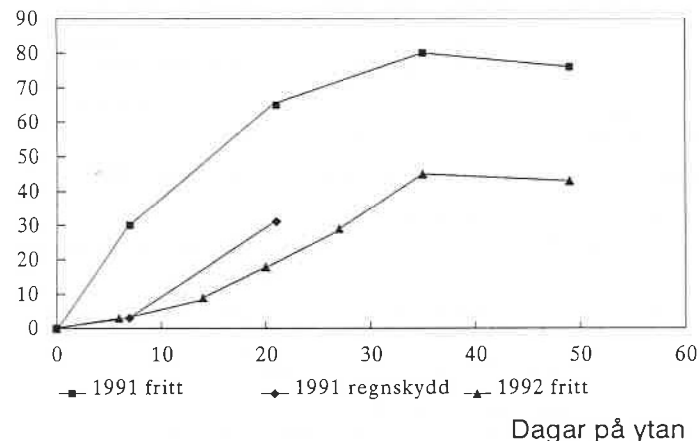
Nedbrytningsförloppet och förlusten av kväve inleddes med en lag-fas (figur 1). Fördröjningen varade drygt en vecka utom för den betblast som inte skyddats för nederbörd 1991. De häftiga skyfallen tvättade ner lättlösliga kol- och kväveföreningar i marken och maskerade därmed lag-fasen. 20-25% av blastkvävet infiltrerade marken vid de häftiga regnen.

Fas tre, d v s långsam och konstant nedbrytning, inleddes efter ca 35 dagar. Bristen på lätt omsättbara kolföreningar och låga temperaturer, 1-5°C, samverkade till lägre omsättningshastighet.

Enligt mätningarna av ammoniakavdunstning och efterföljande simulering förlorade betblasten under 49 dagar på markytan 1992 totalt 18 kg/ha N som ammoniakgas till atmosfären. Denna siffra är lägre än den förlust som uppskattats genom växtanaly-

ser av betblast, 43 kg/ha N. Vid jordprovtagningen i november återfanns 10 kg/ha N som nitrat- och ammoniumkväve i markskiktet 0-30 cm (bilaga 1). Med tanke på de nederbörds mängder som föll under perioden, 73 mm, kan blastkvävet högst ha transporterats 30 cm ner i profilen. Nyckeltalet för nitrats transport nedåt i profilen lyder 3-4 mm per mm regn på en lerjord vid dräneringsjämvikt. Därmed återstår en förlust av blastkväve på ca 15 kg/ha N som inte kan förklaras med hjälp av de mätningar som gjorts i försöket.

Kväveförlust (kg/ha N)

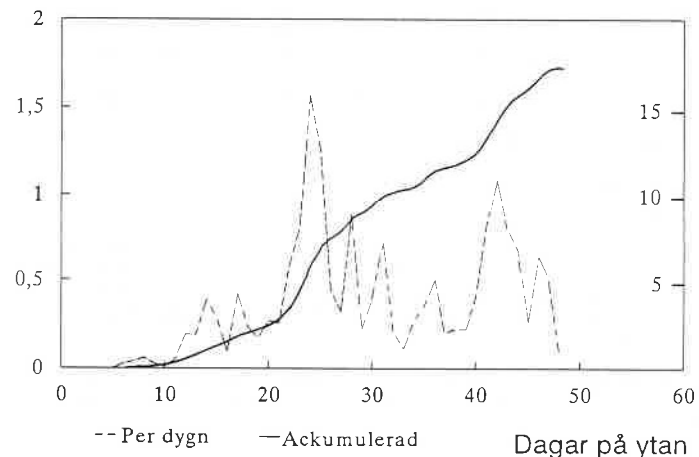


Figur 1. Förlust av kväve i betblast liggande på markytan efter skörd.

Ammoniakavdunstning

(kg N/ha o dygn)

Totalt (kg N/ha)



Figur 2. Simulerad ammoniakavgång från betblast liggande på markytan. (Mätningar med kvvettekniken).

Risk för nedlakning av kväve i markprofilen vid konventionell blasthantering

Resultaten från jordprovtagningar, september-maj, 1990-1992 redovisas i bilaga 1.

Vid normal blastskörd, 40 ton/ha, finns ca 120 kg/ha kväve i olika former. 7-10% av det totala kväveinnehållet i blasten är nitratkväve vilket motsvarar ca 10 kg/ha N. Resultat från jordprovtagningar i november antyder också att ca 10 kg/ha mineraliskt kväve från betblast på markytan infiltrerat marken och återfanns främst i skiktet 0-25 cm. Resten, det organiska kvävet, måste mineraliseras. Blastens organiska kvävepool utgörs av lösliga, 60%, respektive olösliga kväveföreningar, 30-33%.

Det vi kan bedöma i försöksserien är nettoeffekter av verkliga förluster från marksystemet kompenseras av tillskott via mineralisering. Effekterna är uteslutande en jämförelse mellan tillförsel och icke tillförsel av betblast. Så länge mineraliseringen är lika stor som förlusterna förändras inte markens totala kväveinnehåll. Rent hypotetiskt finns det en risk att lättlösliga kväveföreningar, mellan två jordprovtagningar, upptäckt nedlaks i jordprofilen under 90 cm djup. För detta krävs stora nederbörds mängder. Används nyckelvärdet för nitrats transport, 3-4 mm per mm regn, skulle det fordras ca 75 mm regn för att kväve vid dräneringsjämvikt skulle transporteras från t ex 60 till 90 cm djup i en lerjord.

Tack vare sockerbetors förmåga att effektivt tömma markprofilen på kväve långt in på hösten är riskerna för kväveläckage små. Betblast som fick ligga en längre tid på markytan mellan skörd och nedmyllning medförde något större risk inför vintern än betblast som helt bortförts, ca 5 kg/ha N.

1992 var ett speciellt år. Tillväxtperiodens första hälft var mycket torr och marken innehöll betydligt mer mineraliskt kväve vid skörd än vanligt. Vid skörd den 22 september fanns 49-103 kg/ha N i markens 0-90 cm. Variationen mellan prov var stor. Tidigare år, 1990 och 1991, fanns det vid samma tidpunkt endast 10-15 kg/ha N i marken. Förutsättningarna för kväveläckage var större 1992 än 1990 och 1991 men risken påverkades inte av om blast tillförts eller ej. Jordprovtagningar i försöket visade att det skedde en nedtransport i profilen under vintern. Från jordprofilen 0-90 cm försvann 25 kg/ha N under vintern. Troligtvis transporterades en del kväve ner under 90 cm djup medan en del denitrifierades och avgick som kvävgas.

Vid nedplöjning i november återstod, efter kväveförluster till atmosfären och infiltrering i marken, 36-57 kg av de 100 kg/ha N blasten innehöll vid skörd. Om risken för denitrifikation försummas, mineraliserades 15-25 kg/ha N av blastens kväve under perioden från nedplöjning i november till månadsskiktet april-maj. Samtidigt medförde konventionell blasthantering ökade kväveförluster från markens 0-90 cm, i storleksordningen 10-20 kg/ha N.

Resulterar tidig nedmyllning av betblast i effektivare kvävehushållning?

Minimerad risk för ammoniakavdunstning

Genom att mylla ned blasten inom en vecka efter skörd minimeras riskerna för kväveförluster i form av ammoniakavdunstning till atmosfären. Mätningar 1992 av ammoniakavdunstning från betblast medels kvvettekniken visade klart detta. Uppmätt emission var lika låg från försöksrutor där blasten plöjts ner som från rutor utan blast. Värdena var i många fall negativa på grund av att marken, i strävan att upprätthålla jämvikt i mark-luft-systemet, absorberat ammoniak.

Minimerad ammoniakavdunstning innebär också att marken vid nedmyllning tillförs mer av blastkvävet lättillgängliga former än om blasten fått ligga på markytan en längre tid. Ökar därmed risken för nedlakning av kväve till djupare jordlager?

Ökade risker för nedlakning av blastkväve i jordprofilen

Som indikation på vilka risker det finns för kväveläckage från marken kan genomsnittet av markens innehåll av mineraliskt kväve ner till 90 cm djup i november och december användas.

Markens innehåll av mineraliskt kväve med tanke på risk för urlakning och denitrifikation under vintern. Medeltal för november-december, 0-90 cm, kg/ha N

| | Konventionell | | | Alternativ | | | Ökad eller minskad risk | | |
|----------------|---------------|------|------|------------|------|------|-------------------------|------|-------|
| | 1990 | 1991 | 1992 | 1990 | 1991 | 1992 | 1990 | 1991 | 1992 |
| Upptagning | 34,5 | 32,5 | 55,5 | 21 | 23 | 28 | -13,5 | -9,5 | -27,5 |
| Blasthantering | 34,5 | 32,5 | 55,5 | 30,5 | 32 | 50,5 | -4 | +0,5 | -5 |
| Plöjning | 34,5 | 32,5 | 55,5 | 40,5 | 33 | 63,5 | +6,5 | -0,5 | +8 |

Risken för kvävenedlakning under vintern till djup under 90 cm ökade med upp till 8 kg/ha N då blasten plöjdes ner direkt efter skörd i september istället för att, som vid konventionell blasthantering, lämnas på markytan till senare på hösten. Nettotillskottet av mineraliserat blastkväve fördelar sig vid samma provtagnings-tidpunkt djupare ner i den jordprofil blasten plöjts ner direkt efter skörd jämfört med den jordprofil blasten plöjts ner sent i november. Kväve djupare ner i profilen innebär större risk för nedlakning till djupare jordlager.

Från september då blasten plöjdes ner till månadsskiftet april-maj mineraliserades 30-50 kg/ha blastkväve. Samtidigt förlorades 25-30 kg/ha N härrörande från betblast från marken 0-90 cm. Jämfört med konventionell blasthantering medför tidig nedmyllning av betblast att ca 15-30 kg/ha mer blastkväve kan mineraliseras från nedmyllning till sädd av korngrödan. Förlusten av kväve ökade tyvärr också men inte i lika hög grad, 5-15 kg/ha N.

Sen skörd visade tydligt sina fördelar 1992. Vid betupptagning i början på november innehöll jordprofilen ner till 90 cm endast 25 kg/ha N jämfört med 49-103 kg/ha N vid upptagning i september. Sen upptagning innebär generellt sett mindre mängd kväve i marken inför vintern och därmed mindre risk för kväveläckage. Risken minskade i försöken med 10-28 kg/ha N.

Efter upptagning sent på hösten mineraliserades en mindre mängd kväve under vintermånaderna än var fallet efter upptagning tidigt på hösten. Under våren tog mineraliseringen dock rejäl fart. Sammanlagt under perioden november till april mineraliserades 50-80 kg/ha N av blastkvävet. Av detta förlorades en relativt liten mängd, 10-20 kg/ha N. De låga förlusterna var tack vare små förluster under vinterhalvåret.

Denitrifikation

Denitrifikation innebär att vissa luftkrävande bakterier i marken utnyttjar nitrat, nitrit och kväveoxid i brist på syre. Vid processen bildas kvävgas eller, om reaktionen är ofullständig, kväveoxid. Kvävgas är en naturlig beståndsdel i atmosfären och ingår i ett slutet cirkulationssystem för kväve, om regionalt och nationellt så globalt. Utsläpp av kväveoxider ger däremot miljöproblem. Framför allt bidrar dikväveoxid (N₂O) till växthuseffekten och nedbrytningen av ozonskiktet. Ofullständig förbränning kan inträffa om pH eller temperaturen är låg eller om miljön inte är helt syrefri.

Typiska betodlingsjordar i Skåne är ofta något sandiga lerjordar. Teoretiskt sett

är det möjligt att 30 av sammanlagt 100 kg/ha N nedplöjt blastkväve förloras via denitrifikation om jorden är packad efter betupptagning och det faller mycket nederbörd under höst, vinter och vår.

Denitrifikation kan inte helt uteslutas vilket i så fall gör att mineraliseringen kan ha underskattats och nedlakningen i jordprofilen överskattats något.

Blastkväve kan införlivas med markens organiska substans och remobiliseras på längre sikt

Fullt tänkbart är att hälften av nedplöjt blastkväve kan införlivas med markens organiska substans. Detta kväve remobiliseras efter hand och medverkar till att bygga upp markens bördighet.

Kvävebalans

Kvävebalans för olika blasthantering och olika tidpunkter för upptagning (kg/ha N).

| | Konventionell | Alternativ | |
|--|---------------|----------------|----------------|
| | | Tidig plöjning | Sen upptagning |
| A Skördad mängd kväve | 100 | 100 | 100 |
| B Ammoniakavgång | 20-30 | | |
| C Nitratkväve infiltrerar marken | 10 | | |
| D Oidentifierade förluster (A-B-C-E) | 10-15 | | |
| E Nedplöjt | 55 | 100 | 100 |
| F Mineralisering: november-april | 15-25 | 30-50 | 50-80 |
| G Förluster från marken: november-april | 10-15 | 25-30 | 10-20 |
| H Införlivas med markens organiska substans? (E-F) | 30-40 | 50-70 | 20-50 |
| I Markens innehåll av mineraliskt kväve (F-G); april | 5-10 | 5-20 | 30-70 |

Blastkvävetts effekt på efterkommande gröda

Året efter betgrödan sättes vårkorn. Skörd av och mängden kväve i kornets ovanjordiska delar 1991 respektive 1992 redovisas i tabell 4.

I 1991 års skörd av korn efter betor var tendensen tydlig, om än ej statistiskt säkerställd (95% signifikansnivå). Sen skörd, i november, med omedelbar nedmyllning av betblasten innebar att mer kväve fanns att tillgå för kornet året därpå, 21 kg/ha mer N i slutet av april. Mängden skördad torrsbstans i grönmassa och ax ökade med 11%, 668 kg ts/ha. Samtidigt innehöll den skördade grödan 10% mer kväve, 6 kg/ha N, jämfört med om ingen betblast tillförts. Konventionell blasthantering vid tidig betupptagning hade ingen effekt på efterföljande korn.

Som tidigare nämnts var 1992 ett speciellt år med tanke på den torra odlings-

säsongen. Kornet som skördades vid gulgrodnadsstadiet, den 16 juli, hade inte fått mycket regn under tillväxten. Skördenivåerna och kvävemängderna i grödan var lägre än 1991. Missöden vid sådd resulterande i bitvis dubbla rader. De dubbla raderna försökte i möjligaste mån undvikas vid provtagningen men ger ändå en viss osäkerhet inför resultaten.

Tabell 4. Skörd av och bortförd mängd kväve från värdkornets ovanjordiska delar

| För- söks- led | Skörd 29 juli 1991: (kg/ha) | | | | | | Skörd 16 juli 1992: (kg/ha) * | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|--------|-------------------|---------|-------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------|---------|-------------------|--------|
| | Torrs substans i | | | Kväve i | | | Torrs substans i | | | Kväve i | | |
| | Grön- massa Ax | Totalt | Grön- massa Ax | Totalt | Grön- massa Ax | Totalt | Grön- massa Ax | Totalt | Grön- massa Ax | Totalt | Grön- massa Ax | Totalt |
| A | 2351 | 4036 | 6387 | 10 | 50 | 60 | 1473 | 3518 | 4990 | 7 | 49 | 56 |
| B | 2381 | 3954 | 6335 | 11 | 50 | 61 | 1728 | 4005 | 5732 | 8 | 61 | 69 |
| C | 2201 | 4047 | 6248 | 9 | 50 | 59 | 1328 | 3290 | 4618 | 6 | 49 | 55 |
| D | 2613 | 4378 | 6991 | 11 | 55 | 66 | 1351 | 3393 | 4744 | 6 | 48 | 54 |
| CV | 21,8 | 16,5 | 17,2 | 27,1 | 18,1 | 19,4 | 9,2 | 10,2 | 10,5 | 21,5 | 7,9 | 7,2 |
| LSD 95% | 429 | 556 | 924 | 2,3 | 7,7 | 9,8 | 267 | 652 | 951 | 2,6 | 8,1 | 8,3 |
| Sign nivå | 94,1 | 86,8 | 88,8 | 84,4 | 84,4 | 85,6 | 99,7 | 98,2 | 99,8 | 94,9 | 99,7 | 99,8 |

* Behandling D i block 4 uteslöts ur sammanställningen på grund av övergödning.

Jordprovtagning i månadsskiktet april-maj visade också att mycket högre efterverkan inte var att vänta.

Markens innehåll av mineraliskt kväve med tanke på efterverkan av betblast i efterföljande värdkorn. Provtagning april/maj, 0-90 cm, kg/ha N.

| | Konventionell | | Alternativ | | Differens | |
|----------------|---------------|------|------------|------|-----------|------|
| | 1991 | 1992 | 1991 | 1992 | 1991 | 1992 |
| Uptagning | 54 | 55 | 75 | 104 | + 21 | + 49 |
| Blasthantering | 54 | 55 | 56 | 51 | + 2 | - 4 |
| Plöjning | 54 | 55 | 61 | 63 | + 7 | + 8 |

Sen upptagning medförde att större mängd kväve mineraliserades på våren. Marken innehöll i månadsskiktet april/maj 21-49 kg/ha mer kväve jämfört med konventionell blast hantering.

Direkt nedmyllning av betblasten efter skörd i september medförde att något större mängd kväve mineraliserades under våren. Jordprofilen ner till 90 cm djup innehöll i månadsskiktet april/maj 7-8 kg/ha mer kväve jämfört med om blasten fick ligga på markytan en längre tid. Den större kvävemängden och eventuellt den större mineraliseringspotentialen under efterföljande tillväxtperiod gav inte utslag i vare sig

skörd av torrs substans eller mängd upptaget kväve i värdkornet.

Fortsatt uppföljning av 1990 års betgröda gjordes 1992 i höstraps. Det visade sig svårt att få representativa prov och resultaten blir därmed osäkra. Tendenser till samma positiva effekt av sen skördetidpunkt med direkt nedmyllning av blasten som på kornet 1991 framkom inte (tabell 5).

Tabell 5. Skörd av och bortförd mängd kväve från höstrapsens ovanjordiska delar, 7 maj 1992

| Försöksled | Ts-halt (%) | N-halt (% av ts) | Mängd torrs substans i grönmassa (kg/ha) | Mängd kväve i grönmassa (kg/ha N) |
|------------|-------------|------------------|--|-----------------------------------|
| A | 13,0 | 1,8 | 3 262 | 53 |
| B | 12,6 | 1,3 | 3 368 | 42 |
| C | 12,4 | 2,0 | 2 612 | 53 |
| D | 12,9 | 1,8 | 3 165 | 55 |
| CV | | | 23,77 | 15,27 |
| LSD 95% | | | 1136 | 11,9 |
| Sign nivå | | | 82,68 | 96,24 |

Trots att effekten av betblast på efterföljande gröda ofta endast kan beskrivas som tendenser till högre skörd finns det undersökningar som visar på andra positiva effekter. Nedplöjd blast har rapporterats ge positiva effekter på "...fysikaliska, agrokemiska och biologiska markegenskaper...".

SAMMANFATTNING

Vid konventionell blasthantering tillåts betblasten ligga en längre tid på markytan efter skörd innan den senare på hösten plöjs ner. Av de 100-160 kg/ha N som finns i betblasten vid skörd kommer anmärkningsvärt lite efterföljande gröda till godo.

Målet med försöksserien var att kvantifiera risker för förluster och definiera möjligheter till effektivare hushållning av betblastens kväve.

Utifrån resultaten från försök vid Sockerbolaget Jordbruksteknik 1990-1992 kan, med hjälp av litteraturuppgifter, följande slutsatser dras:

- * **Kväveförluster från betblast.** 40-60% av blastens kväveinnehåll vid skörd förloras då betblasten får ligga på markytan ett par månader. Ca 10% av detta infiltrerar marken via regn.
- * **Ammoniakavdunstning från betblast.** Försöksresultat och litteraturuppgifter pekar på att 20-40% av betblastens kväveinnehåll kan förloras som ammoniak till atmosfären.

Direkt mätning via kyvettekniken och passiva diffusionsprovtagare 1992 visade att drygt 20% av blastkvävet förlorades till atmosfären på grund av ammoniakavdunstning. Därmed var ammoniakavdunstning inte ensam orsak till kväveförluster från betblast liggande på markytan. En oidentifierad förlust på 15% återstår.

- * **Lag-fas.** Ammoniakavdunstningens lag-fas är ur praktisk synpunkt viktig eftersom den innebär en tidsfrist för åtgärder att minimera förlusterna denna väg. Tidsfristen varierar mellan en och två veckor.
- * **Urlakning av betblastens kväve.** Urlakningsrisken inför vintern ökar obetydligt, 0-5 kg/ha N, om betblasten lämnas kvar på markytan jämfört med om den bortförs helt. Under vintermånaderna sker en viss mineralisering som ökar risken. Nettoförlusten, d v s urlakning - mineralisering, under perioden november-februari ökade med 5-10 kg/ha N jämfört med ingen blasttillförsel.

* **Bättre kvävehushållning?**

Tidig plöjning. Plöjs betblasten ner direkt efter skörd ökar urlakningsrisken inför vintern med 0-10 kg/ha N jämfört med konventionell blasthantering. Nedlakning i jordprofilen är ett faktum. I januari och februari finns merparten av kvävet i skiktet 60-90 cm. Nettoförlusterna i marken för perioden november-april ökade inte vilket kan bero att ökad nedlakning under 90 cm djup kan ha kompensats av ökad mineralisering.

Sen upptagning. En betgröda tar upp kväve långt in på hösten och tömmer markprofilen effektivt. Efter skörd ackumuleras kväve i marken på grund av fortsatt mineralisering. Ju senare skördetidpunkt desto mindre kväve finns det därför i markprofilen inför vintern. Skörd i november innebär att det finns 10-30 kg/ha mineralkväve mindre jämfört med skörd i september. Nettoförlusterna från jordprofilen under perioden november-februari är följaktligen små, 0-5 kg/ha N.

- * **Denitrifikation.** Om rätt förhållanden för denitrifikation råder i marken kan teoretiskt sett upptill 30% av nedplöjt blastkväve förloras till atmosfären. Förlusten kan vara större då blasten plöjs ner tidigt.
- * **Blastkvävet införlivas i markens organiska substans.** Teoretiskt sett kan 50% av nedplöjt blastkväve införlivas med markens organiska substans. Detta kväve remobiliseras efterhand och medverkar till att bygga upp markens bördighet.
- * **Efterverkan i vårkorn.** Blasten har liten effekt på skörd av torrsbstans och mängd upptaget kväve i efterföljande korngröda. Jordprovtagningar under våren visar också att hög efterverkan inte är att vänta.

Tid nedplöjning av betblast. Direkt nedmyllning medför att något större mängd blastkväve mineraliseras under våren. Markprofilen 0-90 cm innehåller 5-10 kg/ha N mer kväve i slutet av april. Denna större kvävemängd och eventuellt större mineraliseringspotential under kornets tillväxtperiod ger inte utslag i avkastning.

Sen upptagning. Sen upptagning medför att det finns mer blastkväve i lättillgänglig form som kan mineraliseras under vår och sommar. Marken innehöll i slutet av april 1991-1992 20-50 kg/ha mer kväve jämfört med tidig upptagning och normal blasthantering. Den större kvävemängden 1991, 21 kg/ha N, och den högre mineraliseringspotentialen under tillväxtperioden medförde 11% högre skörd av ovanjordisk grönmassa vid gulmognasstadiet. I grödan återfanns 6 kg/ha mer kväve.

Markens av blastkväve på markens innehåll av mineraliskt kväve 1990-91
rovtagningsdjup: 0-30, 30-60 respektive 60-90 cm

| Kördetidpunkt ortförd/spridd blast dpunkt för plöjning | September Bortförd (50%) November | | | September Spridd September | | | September Spridd November | | | November Spridd November | | |
|--|---|-------|-------|----------------------------------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| | NO3-N | NH4-N | N-min | NO3-N | NH4-N | N-min | NO3-N | NH4-N | N-min | NO3-N | NH4-N | N-min |
| atum | Djup (cm) | | | | | | | | | | | |
| 00912 | 0-30 | 2 | 5 | 7 | 1 | 6 | 7 | 4 | 6 | 10 | | |
| | 30-60 | 40 | 6 | 46 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | |
| | 60-90 | 1 | 25 | 26 | 1 | 1 | 2 | 1 | 20 | 21 | | |
| | Totalt | | | 79 | | | 12 | | | 34 | | |
| 01012 | 0-30 | 7 | 5 | 12 | 10 | 4 | 14 | 6 | 6 | 12 | | |
| | 30-60 | 5 | 1 | 6 | 10 | 1 | 11 | 4 | 1 | 5 | | |
| | 60-90 | 2 | 1 | 3 | 6 | 0 | 6 | 2 | 0 | 2 | | |
| | Totalt | | | 21 | | | 31 | | | 19 | | |
| 01112 | 0-30 | 12 | 4 | 16 | 11 | 5 | 16 | 16 | 4 | 20 | 7 | 6 |
| | 30-60 | 9 | 3 | 12 | 9 | 2 | 11 | 9 | 2 | 11 | 3 | 2 |
| | 60-90 | 5 | 1 | 6 | 8 | 1 | 9 | 6 | 1 | 7 | 1 | 1 |
| | Totalt | | | 34 | | | 36 | | | 38 | | |
| 01213 | 0-30 | 9 | 4 | 13 | 13 | 3 | 16 | 8 | 3 | 11 | 7 | 7 |
| | 30-60 | 10 | 1 | 11 | 16 | 1 | 17 | 10 | 1 | 11 | 3 | 1 |
| | 60-90 | 6 | 1 | 7 | 11 | 1 | 12 | 8 | 1 | 9 | 2 | 1 |
| | Totalt | | | 31 | | | 45 | | | 31 | | |
| 010115 | 0-30 | 5 | 4 | 9 | 5 | 3 | 8 | 6 | 5 | 11 | 4 | 5 |
| | 30-60 | 11 | 3 | 14 | 12 | 3 | 15 | 14 | 2 | 16 | 4 | 4 |
| | 60-90 | 11 | 2 | 13 | 16 | 1 | 17 | 12 | 1 | 13 | 5 | 1 |
| | Totalt | | | 36 | | | 40 | | | 40 | | |
| 010228 | 0-30 | 9 | 3 | 12 | 10 | 3 | 13 | 9 | 3 | 12 | 10 | 5 |
| | 30-60 | 11 | 1 | 12 | 11 | 1 | 12 | 12 | 1 | 13 | 6 | 1 |
| | 60-90 | 11 | 1 | 12 | 17 | 0 | 17 | 14 | 1 | 15 | 5 | 0 |
| | Totalt | | | 36 | | | 42 | | | 40 | | |
| 010328 | 0-30 | 13 | 2 | 15 | 13 | 3 | 16 | 12 | 2 | 14 | 12 | 1 |
| | 30-60 | 11 | 2 | 13 | 16 | 1 | 17 | 12 | 1 | 13 | 9 | 1 |
| | 60-90 | 10 | 1 | 11 | 18 | 1 | 19 | 11 | 2 | 13 | 5 | 1 |
| | Totalt | | | 39 | | | 52 | | | 40 | | |
| 010426 | 0-30 | 21 | 3 | 24 | 25 | 5 | 30 | 20 | 4 | 24 | 48 | 15 |
| | 30-60 | 14 | 5 | 19 | 14 | 1 | 15 | 15 | 1 | 16 | 11 | 2 |
| | 60-90 | 12 | 1 | 13 | 14 | 2 | 16 | 13 | 1 | 14 | 8 | 1 |
| | Totalt | | | 56 | | | 61 | | | 54 | | |
| 010529 | 0-30 | 3 | 1 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 | 2 | 6 | 10 | 1 |
| | 30-60 | 9 | 3 | 12 | 9 | 2 | 11 | 10 | 1 | 11 | 9 | 0 |
| | 60-90 | 11 | 2 | 13 | 14 | 1 | 15 | 12 | 1 | 13 | | |
| | Totalt | | | 29 | | | 31 | | | 30 | | |

Effekten av blastkväve på markens innehåll av mineraliskt kväve 1991-92
 Provtagningsdjup: 0-25, 25-60 respektive 60-90 cm

| Skördetidpunkt Bortförd/spridd blast Tidpunkt för plöjning | September Bortförd (50%) November | September Spridd September | | | September Spridd November | | | November Spridd November | | | | | |
|--|---|----------------------------------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | NO3-N | NH4-N | N-min | NO3-N | NH4-N | N-min | NO3-N | NH4-N | N-min | NO3-N | NH4-N | N-min |
| Datum | Djup (cm) | | | | | | | | | | | | |
| 910927 | 0-25 | 3 | 1 | 4 | 3 | 1 | 4 | 4 | 1 | 5 | | | |
| | 25-60 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 4 | | | |
| | 60-90 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | | | |
| | Totalt | | | 9 | | | 8 | | | 10 | | | |
| 911116 | 0-25 | 8 | 4 | 12 | 7 | 2 | 9 | 13 | 3 | 16 | 7 | 3 | 10 |
| | 25-60 | 8 | 3 | 11 | 14 | 1 | 15 | 11 | 2 | 13 | 4 | 1 | 5 |
| | 60-90 | 7 | 3 | 9 | 2 | 1 | 3 | 4 | 1 | 5 | 1 | 1 | 2 |
| | Totalt | | | 32 | | | 27 | | | 34 | | | 17 |
| 911230 | 0-25 | 4 | 3 | 7 | 3 | 3 | 6 | 4 | 4 | 8 | 5 | 7 | 12 |
| | 25-60 | 14 | 1 | 15 | 16 | 2 | 18 | 13 | 1 | 14 | 9 | 3 | 12 |
| | 60-90 | 9 | 1 | 10 | 14 | 1 | 15 | 8 | 1 | 9 | 4 | 1 | 5 |
| | Totalt | | | 32 | | | 39 | | | 31 | | | 29 |
| 920217 | 0-25 | 7 | 2 | 9 | 6 | 2 | 8 | 5 | 2 | 7 | 6 | 3 | 9 |
| | 25-60 | 12 | 1 | 13 | 13 | 1 | 14 | 12 | 1 | 13 | 10 | 2 | 12 |
| | 60-90 | 10 | 0 | 10 | 13 | 0 | 12 | 10 | 1 | 11 | 8 | 1 | 9 |
| | Totalt | | | 32 | | | 35 | | | 31 | | | 30 |
| 920401 | 0-25 | 11 | 1 | 12 | 7 | 1 | 8 | 6 | 2 | 8 | 7 | 1 | 8 |
| | 25-60 | 20 | 1 | 21 | 45 | 1 | 46 | 19 | 1 | 20 | 16 | 1 | 17 |
| | 60-90 | 17 | 3 | 20 | 17 | 1 | 18 | 16 | 0 | 16 | 10 | 1 | 11 |
| | Totalt | | | 53 | | | 72 | | | 44 | | | 36 |
| 920507 | 0-25 | 13 | 3 | 16 | 20 | 4 | 24 | 14 | 6 | 20 | 43 | 13 | 56 |
| | 25-60 | 18 | 4 | 22 | 21 | 2 | 23 | 18 | 3 | 21 | 23 | 5 | 28 |
| | 60-90 | 13 | 2 | 15 | 15 | 1 | 16 | 13 | 1 | 14 | 16 | 4 | 20 |
| | Totalt | | | 53 | | | 63 | | | 55 | | | 104 |

Effekten av blastkväve på markens innehåll av mineraliskt kväve 1992-93
 Provtagningsdjup: 0-25, 25-60 respektive 60-90 cm

| Skördetidpunkt Bortförd/spridd blast Tidpunkt för plöjning | September Bortförd (50%) November | September Spridd September | | | September Spridd November | | | November Spridd November | | | | | |
|--|---|----------------------------------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | NO3-N | NH4-N | N-min | NO3-N | NH4-N | N-min | NO3-N | NH4-N | N-min | NO3-N | NH4-N | N-min |
| Datum | Djup (cm) | | | | | | | | | | | | |
| 920922 | 0-25 | 16 | 38 | 54 | 23 | 70 | 93 | 21 | 20 | 41 | | | |
| | 25-60 | 10 | 1 | 11 | 6 | 1 | 7 | 4 | 1 | 5 | | | |
| | 60-90 | 5 | 1 | 6 | 3 | 0 | 3 | 2 | 1 | 3 | | | |
| | Totalt | | | 71 | | | 103 | | | 49 | | | |
| 921109 | 0-25 | 12 | 3 | 15 | 17 | 2 | 19 | 22 | 3 | 25 | 8 | 2 | 10 |
| | 25-60 | 29 | 1 | 30 | 40 | 2 | 42 | 30 | 1 | 31 | 11 | 0 | 11 |
| | 60-90 | 13 | 0 | 13 | 8 | 1 | 9 | 6 | 0 | 6 | 4 | 0 | 4 |
| | Totalt | | | 58 | | | 70 | | | 62 | | | 25 |
| 921222 | 0-25 | 4 | 1 | 5 | 6 | 2 | 8 | 8 | 5 | 13 | 6 | 4 | 10 |
| | 25-60 | 14 | 1 | 15 | 23 | 0 | 23 | 16 | 1 | 17 | 10 | 1 | 11 |
| | 60-90 | 22 | 1 | 23 | 26 | 0 | 26 | 19 | 0 | 19 | 10 | 0 | 10 |
| | Totalt | | | 43 | | | 57 | | | 49 | | | 31 |
| 930202 | 0-25 | 6 | 1 | 7 | 9 | 2 | 11 | 7 | 1 | 8 | 8 | 3 | 10 |
| | 25-60 | 11 | 1 | 12 | 17 | 1 | 18 | 13 | 2 | 15 | 12 | 1 | 13 |
| | 60-90 | 15 | 0 | 15 | 29 | 0 | 29 | 15 | 1 | 16 | 14 | 1 | 14 |
| | Totalt | | | 34 | | | 58 | | | 39 | | | 37 |

ADMYLLNING AV NPK-MIKRO

AKGRUND OCH SYFTE

Idigare försök i Sverige och utomlands tyder på att man vid radmyllning av växt-
 äring till sockerbetor kan få ett effektivare utnyttjande av växtnäringen än vid
 redspridning. Det finns exempel på resultat där den optimala kvävegivan har minskat
 med 30 kg N/ha. Tidigare maskinutrustning för myllning av granulerad gödning är något
 lumpig i fält samt har billar som lätt stör bearbetningsbotten vid betfröet. Med
 illgång till flytande NPK-Mikro gödning kan radmyllningstekniken göras bättre,
 tydligare och billigare.

syftet med denna försöksserie är:

Att undersöka om tillförd växtnäring utnyttjas effektivare vid radmyllning.

Att jämföra om det är någon skillnad mellan den traditionella gödslingen
 (tillförsel av N och Na, P och K vid skilda tillfällen) och radmyllning
 (tillförsel av N, Na, P och K samtidigt vid sädd), med avseende på betskördens
 kvantitet och kvalitet.

Att undersöka skillnaderna mellan grunt och normalt myllningsdjup, i avsikt att
 kunna förenkla maskinutrustningen.

FÖRSÖKSPLAN

| Kväve kg/ha | Spridnings- sätt | före sädd | Gödselmedel och spridningstidpunkt | |
|------------------|---------------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------|
| | | | radmylln. vid sädd | efter sädd stadium 10 |
| - 0 | bred | PK+NaCl | | |
| - 60 | bred | PK+NaCl | | N28 |
| - 60 | rad | | NPKNaMgMn | |
| - 90 | bred | PK+NaCl | | N28 |
| - 90 | bred(PK som rad) | PK+NaCl | | N28 |
| - 90 | rad | | NPKNaMgMn | |
| - 90 | rad, på ytan | | NPKNaMgMn | |
| - 90 | rad, grund | | NPKNaMgMn | |
| - 90 | N rad, | | N | |
| - 90 | PK bred | PK+NaCl | | |
| - 40 (startgiva) | rad | | NPNaMgMn | |
| + 50 | bred | K | | N28 |
| - 120 | bred | PK+NaCl | | N28 |
| - 120 | rad | | NPKNaMgMn | |
| - 120 | bred | PK | | N-NaMn |
| - 160 | bred | PK+NaCl | | N28 |

Sivor av övriga växtnäringssämnen (kg/ha):

| LED | P | K | Na | Mg | Mn |
|-------------------------|----|----|----|------|-----|
| a, b, d, i, l, o (bred) | 25 | 47 | 60 | 0-11 | - |
| e, f, g, h, m (rad) | 15 | 40 | 50 | 5 | 4 |
| l (bred) | 15 | 40 | 60 | 7 | - |
| k (startgiva) | 15 | 47 | 50 | 5 | 4 |
| n N-Na Mn (bred) | 25 | 47 | 60 | 12 | 4,2 |

OMFATTNING

4 försök 1991
6 försök 1992

FÖRSÖKSDATA OCH METODIK

| Försöksvärd: | SSA Ädelholm Staffanstorp Trelleborg | U Bramstorp Dalköpinge bost. Svedala | Skabersjö Industrier |
|-------------------|--|--|--------------------------------------|
| Odlar nr: | 30 320 | 39 400 | 29 235 |
| Sådd: | 24/4 | 21/4 | 2/4 |
| Sort och betning: | Freja Marshal | Freja Marshal | Freja Marshal |
| Skörd: | 2/10 | 15/10 | 14/10 |
| Förfrukt: | höstvetete | höstvetete | rågvete |
| Jordart: | nmh L Mo | nmh l Mo | mmh Sa |
| Försöksvärd: | K Wachtmeister Trollebergs gård Lund | M-läns HHS Borgeby gård Bjärred | C-E Thim Knästorp Staffanstorp |
| Odlar nr: | 30 385 | 23 215 | 30 316 |
| Sådd: | 22/4 | 22/4 | 4/5 |
| Sort och betning: | Freja Marshal | Freja Marshal | Freja Marshal |
| Skörd: | 25/9 | 22/9 | 7/10 |
| Förfrukt: | höstvetete | Höstvetete | höstvetete |
| Jordart: | nmh mo LL | nmh l Sa | mf mo LL |

Under 1992 utfördes 6 försök i sv Skåne på fält med olika jordart.

En månad före sådd togs jordprov i två skikt (0, 25, 25-60 cm) för analys av mängden mineraliskt kväve.

Försöken är sådda från medelsådatum för bruksodlingen och framåt (21/4 - 4/5).

Det flytande gödselmedlet som användes vid radmyllningen kommer från Danmark. Grunden i gödselmedlet är en ureafosfat med mycket lågt pH.

Tabell 1. Markkarteringsdata

| Försöksplats | pH | P-Al | K-Al | K-HCl | Mg-Al | Mullhalt | Lerhalt |
|--------------|-----|------|------|-------|-------|----------|---------|
| Borgeby | 6,7 | 14 | 11 | 130 | 6 | 2,5 | 8 |
| Trolleberg | 7,5 | 22 | 12 | 190 | 15 | 3,0 | 19 |
| Knästorp | 6,9 | 10 | 11 | 127 | 9 | 2,0 | 17 |
| Ädelholm | 7,6 | 10 | 8 | 114 | 7 | 2,7 | 11 |
| Skabersjö | 6,7 | 10 | 8 | 39 | 7 | 5,0 | 4 |
| Dalköpinge | 7,3 | 6 | 8 | 117 | 6 | 2,4 | 8 |

Vid radmyllning placeras gödseln 6 cm bredvid betraden och 6 cm djupt, dvs ca 3 cm under betfröet (led c, f, i, k och m). Vid grund radmyllning placeras gödseln i nivå eller något lägre än betfröet, men fortfarande 6 cm vid sidan om (led h). Vid behandling g sprutas gödseln i en smal sträng på markytan 6 cm bredvid betraden.

Planträkning utfördes då ca 50 % av plantorna kommit upp samt efter avslutad uppkomst.

Vid slutet av juni gjordes en gradering av hur stor del av markytan som var täckt av betblasten.

I mitten av september utfördes en bedömning av blastens storlek, färg och sundhet.

I led h provades Na-salpeter med 0,7 % manganinblandning.

Ingen mangangödsling har skett utöver den i radgödslande led och Na-salpter Mn (led c, f, g, h, k, m och n).

Samtliga 6 försök skördades.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Plantantal

I figur 1 visas plantantalet för respektive led i procent av totala medelplantantalet. Denna redovisningsform har valts för att försök med lågt plantantal vid räkningen skall väga lika tungt som försök med högt plantantal vid sammanslagning av samtliga försök.

Figur 1 visar att kvävegödslingen har försenat uppkomsten. Radmyllning av 60 kg N/ha gav samma plantantal som 0 kg N/ha. Radmyllning har signifikant högre plantantal än bredspridning vid alla tre jämförbara kvävenivåer.

Den konstanta skillnaden i plantantal mellan bredspridning och radmyllning på alla tre kvävenivåerna visar att det är påverkan av kvävet som till stor del orsakar skillnaden i effekt mellan bredspridning och radmyllning vad gäller uppkomsthastighet.

Vid slutlig uppkomst finns trenden kvar att plantantalet minskar då kvävegivan ökar (fig. 2). Dock är skillnaderna små och det är endast behandling med 160 kg N/ha som har statistiskt lägre plantantal jämfört med övriga led.

Marktäckning

Vid midsommar var blastens marktäckning oberoende av mängden bredspridd kväve (fig. 3). Orsaken var att kvävet som spreds efter sådd inte var tillgängligt för betan p g a den torra sommaren. Vid radmyllning däremot fanns där mycket tydliga kväveeffekter. Här har kvävet placerats i den fuktiga såbotten och inte på den torra såbadden. Led k (startgiva) tillfördes 40 kg N/ha vid sådd med radmyllning och resterande 50 kg har övergödslats vid betornas uppkomst. Från övergödslingen fram till midsommar regnade det endast 4 mm. Det innebär att vid midsommar kan led k betraktas som ett radmyllat led med enbart 40 kg N/ha. Detta ger en enhetlig bild av ökad marktäckning med ökad kvävegödsling vid radmyllning.

Led g och h (gödseln i en sträng på ytan och grund radmyllning) visar att ju grundare kvävet har placerats ju mindre har marktäckningen och därmed tillväxten blivit. Kvävet som spreds i en sträng på ytan hade inte varit tillgängligt för att öka tillväxten.

Sundhet - färg - storlek

I mitten av september gjordes en gradering av kvävet effekt på blasten, sundhet - färg - storlek (fig. 4). Då var förhållandet omvänt jämfört med vid midsommar. En stor mängd ej utnyttjat kväve, regn i mitten av juli och augusti samt mycket sol och värme gav en mycket stor tillväxt av blasten i de bredspridda leden. Denna stora mängd blast kom för sent för att kunna ge en hög sockerskörd vilket kan utläsas av fig. 5.

Utnyttjande av växtnäring

Analys av mineralkväve i slutet av mars visar på ett något lågt till normalt kväveinnehåll i marken (tabell 2). Kvävegödslingen påverkade betornas uppkomst-hastighet negativt (fig. 1). Det slutliga plantantalet blev i stort sett lika mellan de olika behandlingarna utom för led o, 160 kg N/ha, som gav ett lägre plantantal. Trots att betorna påverkades av det bredspridda kvävet under uppkomsten gav kvävet inte någon blasttillväxt före midsommar (fig. 3). Däremot gav radmyllat kväve en säker kväverespons. Figur 4 visar att i september har även det bredspridda kvävet gett effekt. Den mycket torra våren och sommaren är orsak till att bredspridd kväve inte hade effekt på tillväxten förrän i slutet av sommaren. Detta innebär stor avvikelse för sockerskördens respons på kvävegödslingen (fig. 6). Normalt ger 120 kg N/ha mellan 20-30 % skördeökning vid bredspridning. För 1992 var motsvarande värde endast 7 % i den här försöksserien.

Tabell 3 visar ekonomiskt optimal kvävegödsling för bredspridning och radmyllning. De ekonomiskt optimala kvävegivorna är väldigt låga. Denna låga nivå gör att det blir mycket svårt att undersöka om den ekonomiskt optimala kvävegivan är olika för de båda tillförselsätten. Från andra försöksserier (Odlingssystem i sockerbeter) vet vi att betan tar upp 15 % mer av det tillförda kvävet vid radmyllning jämfört med bredspridning. Det innebär att kvävegödslingen kan minskas med minst 10 % vid radmyllning.

Även om ekonomiskt kväveoptimum är lika för bredspridning och radmyllning (tabell 3) ger radmyllning en statistiskt säkert högre skörd än bredspridning. Växtnäringen utnyttjades alltså bättre vid radmyllning (tabell 4), främst genom att den snabbt kom betan tillgodo.

Olika PK-givor vid bredspridning

Vid radmyllning i den här försöksserien (utom led i) tillfördes mindre fosfor och kalium än vid bredspridning, 15 P + 40 K resp. 25 P + 47 K. För att undersöka om detta har effekt på skörden infördes led E, där motsvarande mängd fosfor och kalium i radmyllning bredspriddes. Skörderesultaten visar att det inte finns

någon skillnad mellan de två PK-givorna. (tabell 4).

Myllningsdjup

Vid radmyllning placeras gödseln 6 cm bredvid betraden och 6 cm djupt. Detta myllningsdjup kräver robusta billar, stenulösning och en tung maskin. Om gödseln placeras grundare kan enklare och lättare, dvs billigare, maskiner användas. Då gödseln placerades på såbotten, 3 cm djupt (led h), blev skörderesultatet likvärdigt med placeringsdjupet 6 cm (led f, tab. 4). När gödseln sprutades i en sträng på ytan, 6 cm vid sidan av betraden, blev både marktäckning och skörde-resultat i nivå med bredspridd, (led d) dvs här uppnåddes inte någon placerings-effekt. Orsaken är som tidigare den torra sommaren som gjorde ytspridd kväve otillgänglig för betan fram till minst i mitten av juli.

Strategi vid radmyllning

Vid radmyllning är det bästa alternativet att placera hela givan av alla växtnäringssämna. Med flytande växtnäring innebär detta dock stora volymer per hektar. För att få en effektiv sådd måste volymen som radmyllas minskas. Ett alternativ är att endast radmylla kvävet (led i), ett annat är att endast radmylla en startgiva av kväve och full mängd PK + mikro, för att efter uppkomst komplettera med resterande bredspridd kvävegiva (led k).

Radmyllningen av enbart kväve, led i, gav en tendens till lägre skörd. Detta visar att där är en viss skördehöjande effekt då även P, K, Na, Mg och Mn radmyllas. I årets försök har myllningseffekten av dessa gödningsämnen utgjort ca 25 % av den totala skördeökningen vid radmyllning av NPK-mikro. Frågan är vilka växtnäringssämna och i vilken mängd, som har störst betydelse för denna skördeökning.

I figur 3 visas att den radmyllade delen av kvävet i led k, startgiva, hade god effekt. Däremot hade inte den bredspridda delen någon effekt förrän i mitten av juli. Detta förklarar skördesänkningen jämfört med radmyllning av hela givan, vilket visar att odlings säkerheten är lägre med startgiva jämfört med hel giva.

Na-salpeter Mn

Na-salpeter Mn innehåller 0,7 % mangan. Detta är ett gödselmedel som provas för att undersöka om mangan kan tillföras betgrödan tillsammans med kvävegödslingen. Produkten har provats tidigare i 16 försök 1987 - 1990. De två senare åren, 1989-90, gav Na-salpeter Mn ca 4 % skördeökning. I årets försök gav Na-salpeter Mn en något lägre sockerskörd jämfört med N28 + NaCl. Det är rotvikten som blev lägre för Na-salpeter Mn, övriga parametrar är identiska med N28 + NaCl (led m jämfört med led l, tab. 4). Den torra sommaren medförde dock att det inte fanns några förutsättningar för Na-salpeter Mn att ge någon större effekt än enbart kväve och natrium.

RESULTAT FRÅN 2 ÅR

1991 genomfördes 4 försök med radmyllning. I dessa försök drabbades de bredspridda leden av hård skorpa p g a natrium spridd efter sådd och stora nederbördsmängder srax efter sådd. Detta orsakade stora skillnader i skörderesultat mellan bredspridning och radmyllning. (Se "Försöksverksamhet i sockerbeter 1991".) En sammanslagning av två års försök är därför inte aktuell. Slutsatsen från de här två årens försök blir att odlings säkerheten är större vid radmyllning jämfört med bredspridning. Växtnäringen placeras i såbotten där det alltid finns tillräckligt med markfukt för effektivt upptag. Risken för skorpbildning blir minimal om även natrium radmyllas.

De två olika myllningsdjupen, 3 och 6 cm, gav båda åren samma sockerskörd. Tillförsel av växtnäring i sträng på ytan gav 1991 samma skörd som radmyllning och 1992 samma skörd som bredspridning. Det är den nederbördsrika våren 1991 och den torra våren och sommaren 1992 som orsakat de här resultaten. Nederbörden transporterade ned näringen i matjorden 1991, medan den låg kvar på ytan oåtkomlig för betan på grund av torkan 1992. Det återstår att se vad denna metod ger för resultat ett normalt år.

Startgivan gav 1991 samma sockerskörd som radmyllning av hel giva. Kompletteringsgivan av kvävet var tillgängligt för betan detta år. 1992 var skörde-resultatet för startgiva endast något högre än för bredspridning. Detta visar att startgivan + kompletteringsgiva som sämst ger samma resultat som bredspridning och som bäst samma resultat som radmyllning.

Tabell 2. Mängd mineralkväve i marken 1 månad före sådd (kg/ha)

| Plats | Skikt | NO ₃ | NH ₄ | Totalt |
|------------|---------|-----------------|-----------------|--------|
| Borgeby | 0 - 25 | 6 | 2 | 8 |
| | 25 - 60 | 12 | 1 | 13 |
| Trolleberg | 0 - 25 | 5 | 3 | 8 |
| | 25 - 60 | 18 | 1 | 19 |
| Knästorps | 0 - 25 | 3 | 10 | 13 |
| | 25 - 60 | 10 | 3 | 13 |
| Ädelholm | 0 - 25 | 5 | 1 | 6 |
| | 25 - 60 | 13 | 1 | 14 |
| Skabersjö | 0 - 25 | 11 | 6 | 17 |
| | 25 - 60 | 12 | 2 | 14 |
| Dalköpinge | 0 - 25 | 3 | 2 | 5 |
| | 25 - 60 | - | - | - |

Tabell 3. Ekonomiskt optimal kvävegiva vid bredspridning och radmyllning, 1992 (kg N/ha)

| Plats | Bredspridning | | Radmyllning | |
|------------|---------------|----------------------|-------------|----------------------|
| | Ek. N-opt. | r ² -adj. | Ek. N-opt. | r ² -adj. |
| Borgeby | 0 | 0,98 | 1 | -0,83 |
| Trolleberg | 86 | 0,85 | 37 | 0,997 |
| Knästorps | 36 | 0,96 | 39 | 0,99 |
| Ädelholm | 16 | 0,80 | 13 | 0,53 |
| Skabersjö | 31 | 0,31 | 10 | 0,82 |
| Dalköpinge | 86 | 0,34 | 111 | 0,999 |
| Medel | 53 | 0,97 | 55 | 0,98 |

SAMMANFATTNING

* Syftet med försöksserien är:

- att undersöka om tillförd växtnäring utnyttjas effektivare vid radmyllning
- att undersöka om det finns någon skillnad mellan bredspridning och radmyllning av växtnäring med avseende på betskördens kvalitet och kvantitet

* En torr period från 13 maj - 15 juli medförde att bredspridd kväve inte var tillgängligt för betan förrän efter torrperioden

* Radmyllning gav snabbare uppkomst. Slutligt plantantal blev 1992 lika högt vid radmyllning och bredspridning. Normalt är plantantalet något högre vid radmyllning

* Radmyllning av växtnäring ger högre odlingssäkerhet. Kvävet placeras i fuktig såbotten och även vid torra väderleksförhållanden finns det då tillgängligt för betan

* I försöksserien gav radmyllning jämfört med bredspridning 15 % högre sockerskörd 1991 och ca 8 % högre sockerskörd 1992. Dessa resultat är över den genomsnittliga skördeökningen för radmyllning, som brukar vara ca 6 %

* Radmyllning till 6 cm djup och 3 cm djup gav likvärdig skörd. För att kunna bygga enkla och lätta såmaskiner är 3 cm myllningsdjup lämpligt. Då växtnäringen läggs i en sträng på ytan kan den skördehöjande effekten utebli vid torra väderleksförhållanden

* En radmyllad startgiva (40N+15P+47K+50Na+5Mg+4Mn) följt av en bredspridd kompletteringsgiva efter sådd ger samma skörderesultat som radmyllning av den totala mängden växtnäring, förutsatt att kvävet i kompletteringsgivan blir tillgängligt för betan

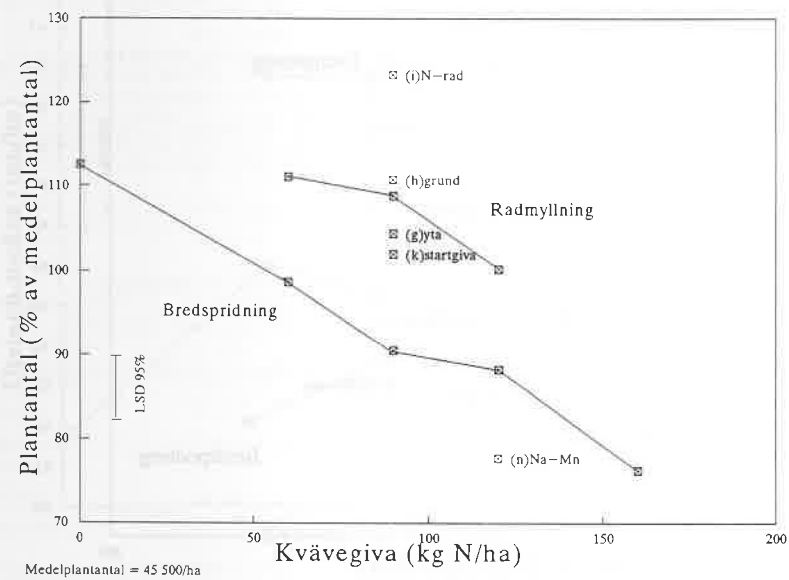
* Radmyllning av enbart kväve gav något lägre placeringseffekt jämfört med då hela växtnäringens behovet radmyllades (ca 75 % effekt)

* Na-saltpeter gav samma skörd som N28 + NaCl. Den torra sommaren medförde att det inte fanns några förutsättningar för Na-saltpeter Mn att ge någon större effekt än enbart kväve och natrium

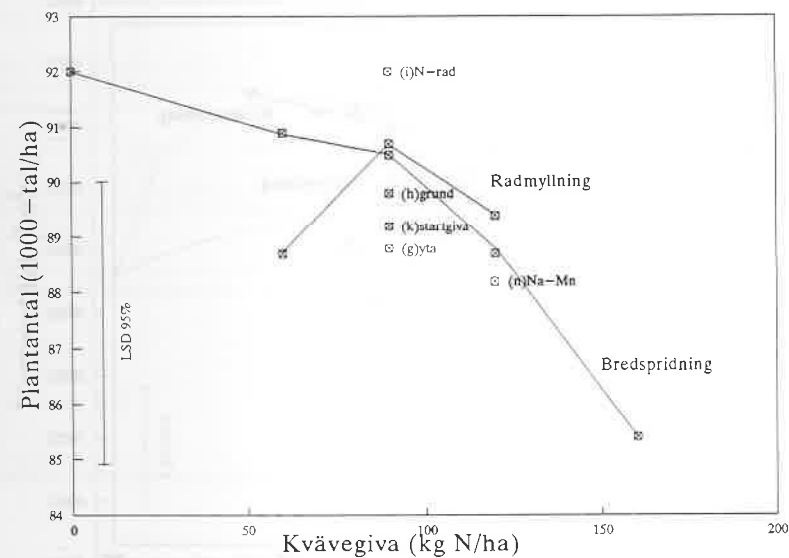
Tabell 4. Skörderesultat från försök med radmyllning av NPK-mikro 1992. Medeltal av 6 försök

| Led | 1000-tal pl/ha | Ren vikt ton/ha | Pol socker halt % | Pol socker skörd ton/ha | Blåttal mg/100 g beta | K+Na mekv/100 g beta | Utvinnbart socker % | Utvinnbart socker ton/ha | Utvinnbart socker rel a | Jordhalt |
|----------------------------------|----------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|----------|
| Kvävestege | | | | | | | | | | |
| a 0 | 92,0 | 41,9 | 17,92 | 7,50 | 9 | 5,28 | 84,80 | 6,36 | 100 | 7,2 |
| b bred 60 | 90,0 | 46,4 | 17,45 | 8,09 | 12 | 5,45 | 84,07 | 6,80 | 107 | 7,3 |
| c rad 60 | 88,7 | 49,7 | 17,42 | 8,65 | 13 | 5,42 | 84,04 | 7,27 | 114 | 6,1 |
| d bred 90 | 90,5 | 47,1 | 17,13 | 8,06 | 14 | 5,63 | 83,44 | 6,72 | 106 | 7,6 |
| f rad 90 | 90,7 | 50,1 | 17,28 | 8,66 | 14 | 5,35 | 83,96 | 7,27 | 114 | 6,2 |
| l bred 120 | 89,4 | 48,2 | 16,85 | 8,12 | 16 | 5,73 | 82,96 | 6,74 | 106 | 7,2 |
| m rad 120 | 88,7 | 51,2 | 17,11 | 8,76 | 15 | 5,35 | 83,75 | 7,34 | 115 | 6,2 |
| o bred 160 | 85,4 | 46,7 | 16,56 | 7,72 | 17 | 5,78 | 82,53 | 6,37 | 100 | 7,2 |
| Olika PK-givor vid bredspridning | | | | | | | | | | |
| d 25 P 47 K | 90,5 | 47,1 | 17,13 | 8,06 | 14 | 5,63 | 83,44 | 6,72 | 100 | 7,6 |
| E 15 P 40 K | 91,1 | 47,4 | 17,15 | 8,13 | 14 | 5,69 | 83,38 | 6,78 | 101 | 7,4 |
| Myllningsdjup | | | | | | | | | | |
| f 6 cm | 90,7 | 50,1 | 17,28 | 8,66 | 14 | 5,35 | 83,96 | 7,27 | 100 | 6,2 |
| h 3 cm | 89,8 | 50,4 | 17,14 | 8,65 | 14 | 5,48 | 83,64 | 7,23 | 99 | 5,9 |
| g på ytan | 88,8 | 46,0 | 17,25 | 7,94 | 13 | 5,48 | 83,79 | 6,66 | 92 | 7,8 |
| Strategi vid radmyllning | | | | | | | | | | |
| f NPK+mikro | 90,7 | 50,1 | 17,28 | 8,66 | 14 | 5,35 | 83,96 | 7,27 | 100 | 6,2 |
| i endast N | 92,0 | 48,9 | 17,37 | 8,49 | 14 | 5,36 | 84,05 | 7,14 | 98 | 6,6 |
| k startgiva | 89,2 | 48,7 | 17,11 | 8,34 | 14 | 5,43 | 83,70 | 6,95 | 96 | 6,8 |
| n Na-salp.Mn | 88,2 | 47,2 | 16,84 | 7,93 | 16 | 5,72 | 82,96 | 6,58 | | 6,8 |
| c.v. | 4,9 | 5,3 | 0,9 | 5,3 | 7,0 | 2,9 | 0,4 | 5,3 | | 13,3 |
| LSD 95% | 5,1 | 2,9 | 0,18 | 0,50 | 1 | 0,19 | 0,42 | 0,42 | | 1,1 |
| Sign. nivå | 98,8 | 99,9 | 99,9 | 99,9 | 99,9 | 99,9 | 99,9 | 99,9 | | 99,9 |

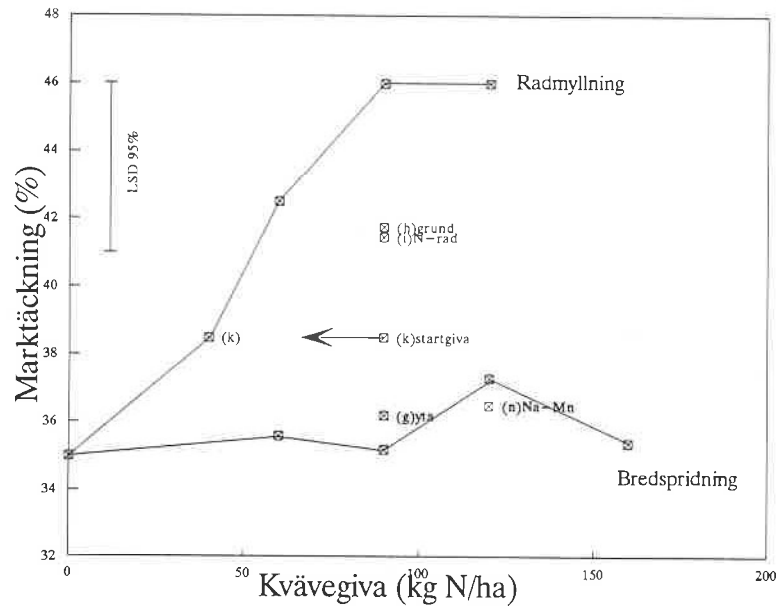
Figur 1. Planträkning under uppkomst, i medeltal 17 dagar efter sådd. Plantantal för respektive behandling i procent av medelplantantalet. Medeltal av 6 försök



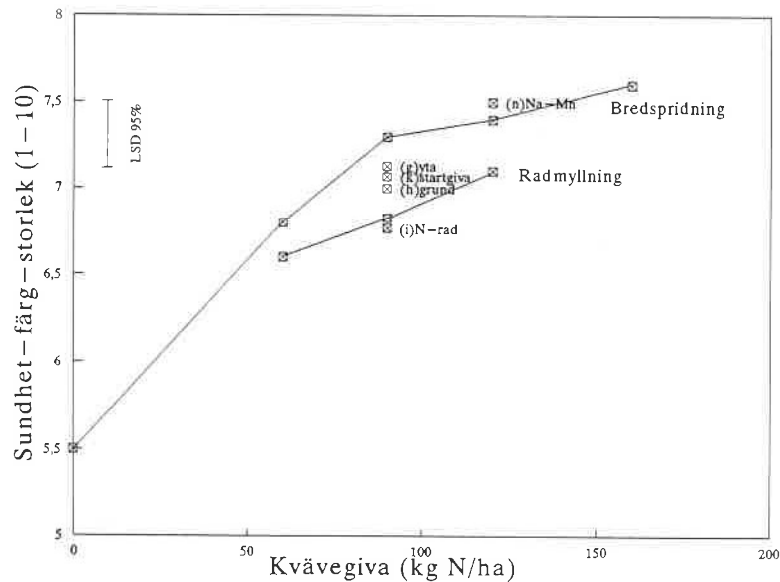
Figur 2. Slutligt plantantal. Medeltal av 6 försök



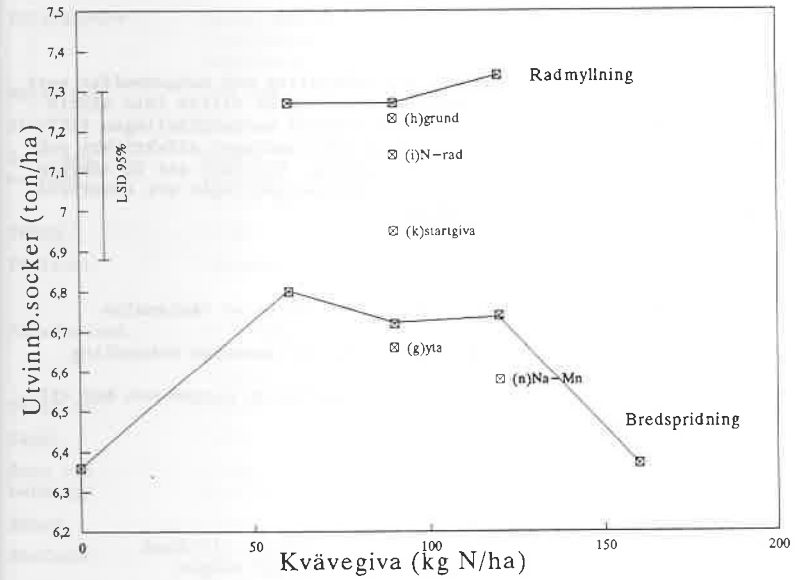
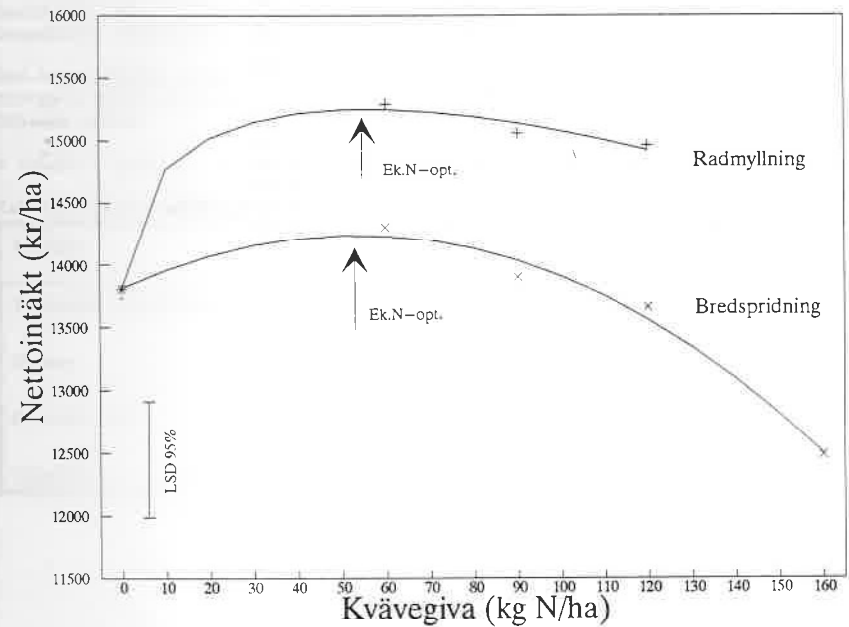
Figur 3. Bedömd marktäckning vid midsommar. Medeltal av 6 försök



Figur 4. Bedömning av blastens sundhet, färg och storlek, graderad 1-10 där 10 är mycket kraftig, mörkt grön och helt frisk blast. Medeltal av 6 försök



Figur 5. Mängd utvinnbart socker. Medeltal av 6 försök

Figur 6. Kväveresponskurva beräknad utifrån nettointäkten, dvs bruttointäkt - kostnad för kvävet (6,80 kr/kg N, mars 1992). r^2 -adj. för bredspridning = 0,97 och för radmyllning = 0,98. Medeltal av 6 försök

BEHOVSANPASSAD MANGANGÖDSLING

BAKGRUND OCH SYFTE

I tidigare försöksserier har vi konstaterat att behandling med mangansulfat gett 0 - 7 procent ökning av sockerskörden. Manganbehandling är alltså inte alltid lönsam. Mer kunskap behövs för att säkrare kunna anpassa mangangödslingen till behovet. Ureatillsats vid manganbehandling hävdas göra upptaget effektivare och åtgården mindre känslig för regn kort efter behandling. Ett sätt att få säkrare behovsanpassning är att använda bladanalys. I försöksserien ingår ett samarbete med Agro Lab i Kristianstad och LMI i Helsingborg.

Syftet med försöksserien är:

- Att kunna förutsäga behovet av mangantillförsel med hjälp av växtanalys
- Att fastställa rätt behandlingstidpunkt och behovet av upprepad behandling
- Att undersöka om tillsats av urea ger ett bättre upptag av mangan och hur tillsatsen påverkar betskördens kvalitet och kvantitet.

FÖRSÖKSPLAN

| | <u>Tidpunkt 1</u> | <u>Tidpunkt 2</u> | |
|-----|---|---|---|
| | 6-blads-stadiet | Strax innan betorna sluter raderna | Totalt tillförd mängd mangan (kg Mn/ha) |
| a = | Obehandlat | | |
| b = | 12 l MnSO ₄ | | 1,80 |
| c = | | 12 l MnSO ₄ | 1,80 |
| d = | 12 l MnSO ₄ | 12 l MnSO ₄ | 3,60 |
| E = | 12 l MnSO ₄ + 5 kg urea | 12 l MnSO ₄ + 5 kg urea | 3,60 |
| f = | 3 l MnSO ₄ | 3 l MnSO ₄ | 0,90 |
| g = | 1,9 l Gryman | 1,9 l Gryman | 0,90 |
| h = | 0,9 l Mantrac 500 | 0,9 l Mantrac 500 | 0,90 |
| i = | 1,25 l Gryman | 1,25 l Gryman | 0,60 |
| k = | 7,5 l Liquibor + 3 l MnSO ₄ | 7,5 l Liquibor + 3 l MnSO ₄ | 2,25 kg B/ha 0,90 |

OMFATTNING

6 försök 1991
6 försök 1992

FÖRSÖKSDATA OCH METODIK

| | | | |
|-------------------|--|------------------------------------|--|
| Försöksvärd: | Bengt Ekelund Ingelstorp Ångelholm | Mats Olsson Trää Teckomatorp | Inge Andersson Amalieborg Kävlinge |
| Odlar nr: | 141 096 | 15597 | 61008 |
| Sådd: | 23/4 | 23/4 | 24/4 |
| Sort och betning: | Hanna Marshal +1,25 Ma.25 EC | Svea Marshal +1,25 Ma.25 EC | Freja Marshal |
| Skörd: | 2/10 | 5/10 | 23/10 |
| Förfrukt: | Vårkorn | Höstvete | Höstvete |

| | | | |
|-------------------|--------------------------------|--|--|
| Försöksvärd: | B A Olsson Råborg Gislöv | P A Åkesson Skurup försök i Gislöv | Bengt Farinder Stenstugårds Viklau Gotland |
| Odlar nr: | 39612 | 39653 | 617762 |
| Sådd: | 11/4 | 3/5 | 5/5 |
| Sort och betning: | Freja Marshal | Freja Mercaptodimeter | Freja Marshal |
| Skörd: | 15/10 | 14/10 | 14/10 |
| Förfrukt: | Höstvete | Råg | Korn |

I försöket på Gotland har endast led a - f ingått.

Försöken har företrädesvis lagts ut på platser med förväntad manganbrist.

Försöksserien utförs i samarbete med Agrolab och LMI (Lennart Månsson International). Före varje bladgödsling uttogs bladprov för växtnäingsanalys hos respektive analyslaboratorium.

Den höga mängden mangan, 1,8 kg Mn/ha per behandling i led b - E, motiveras av tidigare försöksresultat där mängden mangan varit avgörande för dess skördehöjande effekt.

I tabell 1 beskrivs de olika produkterna som ingår i försöket.

Tabell 1. Produktspecifikation

| Produkt | Form | Innehåll | Återförsäljare |
|-----------------------|----------|---------------------------------------|-----------------|
| Flytande mangansulfat | flytande | mangansulfat 150 g/l | SL, Gullviks |
| Gryman | flytande | mangannitrat 235 g Mn/l, 110 g N/l | Gullviks |
| Mantrac 500 | flytande | mangankarbonat 500 g Mn/l | SL |
| Liquibor | flytande | neutraliserad borsyra 150 g B/l | Rexolin |

Tabell 2. Markanalysdata från försöksplatserna 1992

| Plats | pH | P-AL | K-AL | Mg-AL | Ca-AL | Bor | Jordart |
|------------|-----|------|------|-------|-------|-----|-----------|
| Gislöv | 6,9 | 9 | 11 | 9 | 340 | 1,6 | mmh 1 Sa |
| Råborg | 7,3 | 8 | 12 | 8 | 270 | 1,5 | nmh 1 Sa |
| Amalieborg | 7,9 | 12 | 8 | 9 | 540 | 1,3 | nmh 1 Mo |
| Träa | 7,7 | 18 | 11 | 10 | 540 | 1,4 | mmh 1 Sa |
| Ingelstorp | 7,2 | 12 | 12 | 19 | 690 | 1,3 | mmh mo LL |
| Gotland | 7,6 | 9 | 2 | 32 | 4000 | 1,4 | mmh 1 Sa |

RESULTAT OCH DISKUSSION

Manganeffekt

I tabell 3 visas resultaten för de enskilda försöken. Här framgår att den genomsnittliga effekten av manganbehandlingen var olika för de olika platserna.

Dessa kan delas in i tre grupper med avseende på skördeökning beroende av mangangödslingen:

| | 1992 | 1991 |
|----------------------|--------------------------------|------------------------|
| Stor skördeökning | 5-10% Gislöv, Amalieborg | Gislövsgården, Träa |
| Måttlig skördeökning | 2-5% Råborg | Ingelstorp, Björklunda |
| Ingen skördeökning | ± 3% Träa, Ingelstorp, Gotland | Fädersminne, Gotland |

Detta visar att en generell behandling inte alltid ger skördeökning. Betorna uppvisade inga synliga tecken på manganbrist vid något av spruttillfällena. Den bästa strategin för manganbehandling är att behandla utifrån erfarenhet och vid synliga brister, d v s behandla med mangan på fält där grödorna vanligtvis uppvisar manganbrist eller i betfält med synliga manganbrister.

Försöken 1992 var ojämnare än normalt på grund av den extrema torkan i början av sommaren. Detta syns på de något höga variationskoefficienterna (C.V.) för sockerskörden. 1992 var de mellan 6,5 till 11,34 (tabell 3), jämfört med 5,5 till 7,0 för 1991. Att det krävs så mycket som 14 %-enheter för att ha statistisk säker skillnad mellan två behandlingar på Råborg (tabell 3) är också ett uttryck för att försöken är något mer ojämna 1992. Detta gör att det är svårt att dra långtgående slutsatser i de enskilda försöken.

Tabell 3. Skörderesultat från enskilda försök 1992. Relativt tal för utvinnbar mängd socker

| Led | Gis-löv | Rå-borg | Amalie-borg | Träa | Ingels-torp | Gotland | Medel exkl Gotland |
|---|---------|---------|-------------|------|-------------|---------|--------------------|
| a= obehandlat | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| b= 12 l MnSO ₄ tidp. 1 | 117 | 102 | 107 | 92 | 97 | 102 | 102 |
| c= 12 l MnSO ₄ tidp. 2 | 117 | 102 | 110 | 98 | 93 | 96 | 103 |
| d= 12 l MnSO ₄ 2 ggr | 109 | 105 | 104 | 97 | 95 | 93 | 102 |
| E= 12 l MnSO ₄ + 5 kg urea 2 ggr | 109 | 101 | 105 | 101 | 92 | 98 | 101 |
| f= 3 l MnSO ₄ 2 ggr | 100 | 103 | 108 | 96 | 93 | 95 | 100 |
| g= 1,9 l Gryman 2 ggr | 104 | 104 | 106 | 97 | 99 | - | 102 |
| h= 0,9 l Mant.500 2 ggr | 118 | 101 | 109 | 100 | 93 | - | 103 |
| i= 1,25 l Gryman 2 ggr | 106 | 102 | 104 | 95 | 99 | - | 101 |
| k= 7,5 l l.bor+3l MnSO ₄ 2 ggr | 105 | 100 | 104 | 101 | 94 | - | 100 |
| 100= (ton/ha) | 6,03 | 9,33 | 8,87 | 8,12 | 9,49 | 10,40 | 8,37 |
| C.V. | 11,3 | 7,8 | 7,7 | 7,8 | 9,6 | 6,5 | 3,5 |
| LSD 95% | 18 | 14 | 12 | 11 | 13 | 12 | 4 |
| Sign nivå | 95,8 | 62,4 | 91,4 | 89,2 | 74,7 | 91,0 | 85,6 |

En eller två behandlingar

I försöket på Gotland gav upprepad behandling (led d) mycket låg skörd. Detta får betraktas som oförklarligt lågt (rel.tal = 93) eftersom led E med samma mängd mangan och dessutom urea inte gav någon skördesänkning (rel.tal = 98, tabell 3). Försöken i Skåne visar att en behandling med mangansulfat, oberoende av behandlingstidpunkt (led b och c) gav samma resultat som upprepad behandling (led d) (tabell 3 och 4). 1992 var en manganbehandling tillräcklig oberoende av tidpunkt.

I tre försök av fyra 1991 gav en behandling vid tidig eller sen tidpunkt (led b eller c) samma skördeökning som två behandlingar (led d). I det fjärde försöket gav de båda enskilda behandlingarna (led b och c) tillsammans samma effekt som upprepad behandling (led d). Eftersom det inte går att förutbestämma vilken behandlingstidpunkt som är den rätta bör manganbehandling utföras två gånger i betfältet. I medeltal från tio försök (tabell 5) har enstaka behandling (led b och c) gett samma skörd som upprepad behandling (led d).

Tabell 4. Skörderesultat 1992. Medeltal av 5 försök (ej Gotland)
Betpris 279,15 kr/ton

| Led | Betor 1000- tal/ha | Ren vikt ton/ha | Pol socker halt % | Blåtal mg/ 100 g betor | K+Na mekv/ 100 g betor | Utvinn bart socker % | Utvinn bart socker ton/ha | Utvinn bart socker rel. a | Jord halt % |
|-----------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| a | 96.2 | 58.0 | 17.19 | 13 | 5.00 | 84.38 | 8.37 | 100 | 11.4 |
| b | 97.8 | 59.3 | 17.18 | 14 | 5.02 | 84.34 | 8.55 | 102 | 11.2 |
| c | 97.3 | 59.8 | 17.14 | 13 | 4.96 | 84.40 | 8.61 | 103 | 10.8 |
| d | 98.5 | 59.0 | 17.17 | 14 | 4.98 | 84.39 | 8.51 | 102 | 11.6 |
| E | 97.0 | 58.4 | 17.21 | 13 | 4.95 | 84.49 | 8.46 | 101 | 11.4 |
| f | 99.7 | 57.7 | 17.22 | 13 | 4.91 | 84.56 | 8.37 | 100 | 12.1 |
| g | 99.7 | 59.6 | 17.11 | 13 | 4.96 | 84.38 | 8.55 | 102 | 11.4 |
| h | 96.1 | 59.5 | 17.23 | 13 | 4.92 | 84.54 | 8.65 | 103 | 11.8 |
| i | 96.2 | 58.9 | 17.13 | 14 | 5.06 | 84.24 | 8.46 | 101 | 11.2 |
| k | 96.9 | 58.3 | 17.16 | 14 | 4.94 | 84.45 | 8.41 | 100 | 12.4 |
| C.V | 3.1 | 3.6 | 0.6 | 6.1 | 1.7 | 0.2 | 3.5 | | 6.7 |
| LSD 95% | 3.9 | 2.7 | 0.13 | 1 | 0.11 | 0.23 | 0.38 | | 1.0 |
| Sign.nivå | 92.9 | 86.7 | 92.8 | 94.4 | 99.3 | 99.2 | 85.6 | | 99.8 |

Tabell 5. Skörderesultat 1991-92. Betpris 279.15 kr/ton
Medeltal av 10 försök, led a - g

| Led | Betor 1000- tal/ha | Ren vikt ton/ha | Pol socker halt % | Blåtal mg/ 100 g betor | K+Na mekv/ 100 g betor | Utvinn bart socker % | Utvinn bart socker ton/ha | Utvinn bart socker rel. a | Jord halt % |
|-----------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| a | 94.7 | 60.1 | 17.33 | 14 | 5.04 | 84.41 | 8.78 | 100 | 16.7 |
| b | 94.7 | 62.0 | 17.26 | 15 | 5.07 | 84.31 | 9.01 | 103 | 16.4 |
| c | 95.7 | 61.4 | 17.27 | 14 | 5.02 | 84.40 | 8.97 | 102 | 16.7 |
| d | 94.9 | 61.6 | 17.35 | 14 | 4.99 | 84.51 | 9.02 | 103 | 17.8 |
| E | 94.3 | 61.5 | 17.31 | 14 | 4.99 | 84.48 | 8.98 | 102 | 17.2 |
| f | 94.8 | 59.7 | 17.38 | 14 | 4.97 | 84.56 | 8.76 | 100 | 17.6 |
| C.V | 3.0 | 3.2 | 0.7 | 5.7 | 1.6 | 0.2 | 3.2 | | 8.0 |
| LSD 95% | 2.6 | 1.8 | 0.11 | 1 | 0.07 | 0.16 | 0.26 | | 1.2 |
| Sign.nivå | 90.1 | 99.3 | 96.3 | 97.7 | 99.1 | 99.7 | 97.3 | | 97.6 |

Tillsats av urea

En tillsats av 5 kg urea/ha och behandlingstillfälle har inte påverkat skörden kvantitativt eller kvalitativt under 1992 (led E jämfört med led d, tabell 4). Bladanalyserna visar att tillsatsen av urea inte har ökat manganupptaget i bladen. Liknade resultat uppvisar försöken med "Blädgödsling i juni vid torra" (12:1). Tillsatsen av urea har inte i något enskilt försök eller i medeltal 1991 och 1992 gett något merutbyte (tabell 5).

Hög eller låg dos mangan

Enligt tidigare försöksresultat är det mängden mangan som är avgörande för skördeökningen. Detta gäller för mangansulfat men inte för mangankarbonat eller mangannitrat (se nästa stycke). Även i årets försök gav låg dos mangansulfat (0,9 kg Mn/ha, led f) lägre effekt än hög dos mangansulfat (1,8 och 3,6 kg Mn/ha, led b, c och d, tabell 3). I medeltal för två år har låg dos mangansulfat inte gett någon skördehöjande effekt alls (tabell 5).

Nya produkter

Under 1991 introducerades nya manganprodukter av Gullviks och Skånska Lantmännen. Produkterna är Gryman (mangannitrat, led g och i) och Mantrac 500 (mangankarbonat, led h). Med låg dos mangan (0,9 kg Mn/ha) ger dessa produkter likvärdig skörd med mangansulfat i hög dos (led b, c och d, tabell 4). I medeltal för 9 försök 1991 och 1992 har båda produkterna identiska resultat (tabell 6, led g och h). Båda gav statistiskt säker skördeökning. Det är rotvikten som ökat vid behandling med mangan. Gryman provades 1992 även med en ännu lägre dos, 0,6 kg Mn/ha (led i, tabell 4). Detta tycks dock vara en för låg dos för denna produkt.

Val av manganprodukt

Vid valet mellan vilket preparat av mangansulfat, mangannitrat eller mangankarbonat som skall användas är det priset per hektar som får avgöra. Observera att det går åt tre gånger så mycket mangan för att mangansulfatprodukterna skall ha samma effekt som mangannitrat och mangankarbonat. De s.k. formulerade mangansulfatprodukter som rekommenderas i låga doser blir därför förr dyra att använda jämfört med mangannitrat och mangankarbonat.

Liquibor

I 1992 års försök provades Liquibor, en produkt från GRACE-Rexolin innehållande 150 g bor/l. Liquibor har på två platser gett en antydning till skördeökning (Gislöv och Amalieborg, tabell 3). Här består skördeökningen främst av ökad rot-skörd. Det finns inget samband mellan markens analyserade innehåll av bor och skördeökning på dessa två platserna. I medeltal har bortillförseln inte påverkat skörden kvantitativt eller kvalitativt.

Tabell 6. Skörderesultat 1991-92. Betpris 279.15 kr/ton
Medeltal av 9 försök, led a - h

| Led | Betor 1000- tal/ha | Ren vikt ton/ha | Pol socker halt % | Blåtal mg/ 100 g betor | K+Na mekv/ 100 g betor | Utvinn bart socker % | Utvinn bart socker ton/ha | Utvinn bart socker rel. a | Jord halt % |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| a=Obehand. | 96.0 | 60.2 | 17.48 | 14 | 4.93 | 84.73 | 8.89 | 100 | 14.7 |
| d=121MnSO ₄ 2 | 96.1 | 61.5 | 17.49 | 13 | 4.88 | 84.82 | 9.11 | 102 | 15.9 |
| g=1,91Gry 2 | 97.9 | 62.3 | 17.44 | 13 | 4.92 | 84.72 | 9.19 | 103 | 15.4 |
| h=0,91Mant 2 | 96.0 | 62.2 | 17.46 | 14 | 4.91 | 84.75 | 9.20 | 103 | 15.5 |
| C.V | 3.2 | 3.3 | 0.7 | 6.0 | 1.6 | 0.2 | 3.2 | | 8.9 |
| LSD 95% | 3.0 | 1.9 | 0.11 | 1 | 0.07 | 0.18 | 0.28 | | 1.3 |
| Sign.nivå | 86.6 | 98.8 | 98.2 | 97.7 | 96.3 | 99.5 | 96.9 | | 99.1 |

Bladanalys

Resultaten från bladanalyserna redovisas efter nästa års försök då det finns ett relativt stort material tillgängligt från flera år.

SAMMANFATTNING

- * Under 1991 skördades 6 försök och 1992 6 försök
- * Många av försöksplatserna är kända för manganbrist. Därför kan skördeökningen av manganbehandlingen i försöksserien förväntas vara högre än i genomsnittsodlingen
- * Fem av tolv försöksplatser har inte visat någon skördeökning av manganbehandling
- * På fem av sju platser med skördeökning gav en manganbehandling vid rätt tidpunkt samma skördeökning som två manganbehandlingar
- * Det har varit mycket lite synliga manganbrister på sockerbetorna på alla försöksplatser. Det medför att det inte går att avgöra på vilken plats eller vilken behandling som har gett effekt på skörden. Den bästa strategin för manganbehandling är att behandla fält där grödor vanligtvis brukar visa manganbrister eller när betorna visar brist på mangan
- * Tillsats av 5 kg urea/ha vid behandling med hög mängd mangansulfat har inte gett något ökat upptag av mangan, eller ökad mängd utvinnbart socker
- * Hög mängd mangansulfat (2 x 1,8 kg Mn/ha) har gett skördeökning. Låg mängd mangansulfat (2 x 0,45 kg Mn/ha) har inte gett någon skördeökning
- * Mangannitrat (Gryman, 2 x 0,45 kg Mn/ha) och mangankarbonat (Mantrac 500, 2 x 0,45 kg Mn/ha) har gett lika stor ökning av mängden utvinnbart socker som hög mängd mangansulfat (2 x 1,8 kg Mn/ha). Val av produkt avgörs av hektarpriset för behandling med respektive produkt
- * Behandling med Liquibor (2 x 1,125 kg B/ha) har ökat skörden något på två av fem platser. I medeltal har mängden utvinnbart socker inte ökat genom behandling med bor.